

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. А. Макарова

КИСЛОРОД И АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Учебно-методическое пособие

Краснодар
КубГАУ
2015

УДК 547 (078)
ББК 24.2
М15

Р е ц е н з е н т ы :

С. П. Доценко — д-р хим. наук, профессор
(Кубанский государственный аграрный университет);

В. Д. Стрелков — д-р хим. наук, профессор
(Кубанский государственный университет)

Макарова Н. А.

М15 Кислород и азотсодержащие органические соединения :
учеб.-метод. пособие / сост. Н. А. Макарова. – Краснодар :
КубГАУ, 2015. – 174 с.

В издании объединены теоретический курс по органической химии, лабораторный практикум, вопросы и задания для контроля самостоятельной работы. Изложены современные представления по основным разделам всех рассматриваемых классов соединений алифатического, ароматического и гетероциклического рядов. Теоретический и экспериментальный материал отобран с учетом профессиональной направленности подготовки студентов.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов-бакалавров направлений подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 «Агрономия», 35.03.05 «Садоводство», 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза», 36.03.02 «Зоотехния», 36.05.01 «Ветеринария».

УДК 547 (078)
ББК 24.2

© Макарова Н. А., 2015
© ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет», 2015

Введение

Настоящее пособие подготовлено на базе примерной программы дисциплины «Органическая химия» и в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по направлениям подготовки 05.03.06 "Экология и природопользование", 35.03.03 "Агрохимия и агропочвоведение", 35.03.04 "Агрономия", 35.03.05 "Садоводство", 35.03.07 "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции", 36.03.01 "Ветеринарно-санитарная экспертиза", 36.03.02 "Зоотехния", 36.05.01 "Ветеринария" с целью эффективного контроля знаний, а также оказания помощи студентам биологических специальностей при изучении тем: «Кислородсодержащие органические соединения» и «Азотсодержащие органические соединения». Вопросы индивидуальных заданий могут быть использованы для проведения самостоятельных работ и устных опросов по отдельным темам.

Курс органической химии для студентов-бакалавров указанных направлений подготовки является базовым для изучения многих последующих дисциплин, таких как пищевая химия, микробиология, биохимия, технология хранения и стандартизации растениеводческой и животноводческой продукции.

Учебно-методическое пособие состоит из теоретического курса и лабораторного практикума. В нем рассмотрены теоретические понятия: представления об электронном строении и виды гибридизации атома углерода, типы химических связей в молекулах органических соединений, взаимное влияние атомов в молекуле, основные механизмы и типы органических реакций, некоторые вопросы стереостроения молекул. Материал представлен по классам органических соединений алифатического, ароматического и гетероциклического рядов.

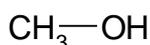
Вопросы и упражнения после каждого раздела дают возможность проконтролировать правильность освоения данной темы. Результатом ее освоения является выполнение индивидуальных заданий, которые включают фрагмент рабочей программы, посвященный изучаемому классу (или классам) органических соединений, основные понятия, термины, определения, которыми должен оперировать студент, и набор вопросов и упражнений.

ГЛАВА 1. Кислородсодержащие соединения

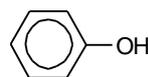
1.1 Гидроксильные соединения (спирты и фенолы)

Гидроксильными соединениями называются производные углеводородов, в молекулах которых содержится одна или несколько гидроксильных групп (–ОН). Классифицируют:

1. На спирты, если гидроксильная группа связана с углеводородным радикалом, и фенолы, если гидроксильная группа непосредственно связана с бензольным кольцом.



метанол



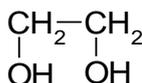
фенол

2. По количеству гидроксильных групп находящихся в молекуле делят на одноатомные и многоатомные спирты и фенолы



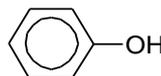
этанол

одноатомный спирт



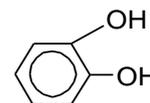
этиленгликоль

двухатомный спирт



фенол

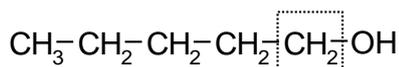
одноатомный фенол



пирокатехин

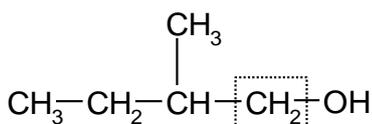
двухатомный фенол

3. В зависимости от характера атома углерода, непосредственно связанного с гидроксильной группой спирты делят на первичные, вторичные и третичные



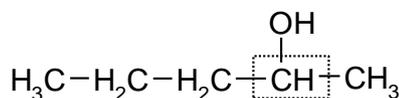
пентанол-1

первичный спирт



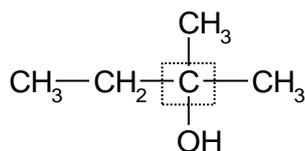
2-метилбутанол-1

первичный спирт



пентанол-2

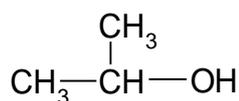
вторичный спирт



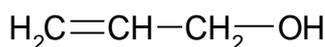
2-метилбутанол-2

третичный спирт

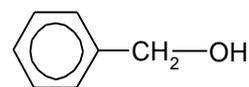
4. В зависимости от типа и характера органического радикала различают алифатические (насыщенные и ненасыщенные) и ароматические спирты



изопропиловый спирт

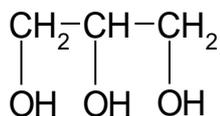


аллиловый спирт

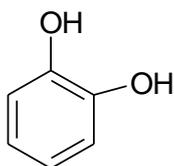


бензиловый спирт

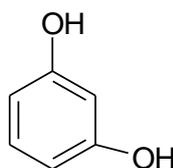
Номенклатура. Для некоторых гидроксильных соединений используют тривиальные названия



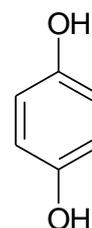
глицерин



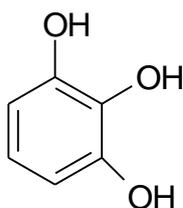
пирокатехин



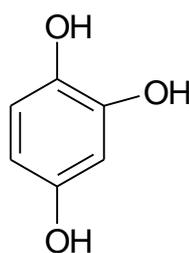
резорцин



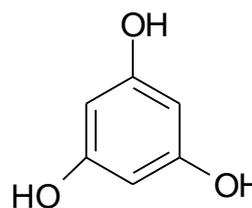
гидрохинон



пирогаллол

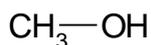


оксигидрохинон

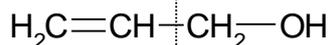


флороглюцин

По рациональной номенклатуре спирты называют, добавляя к названию радикала, связанного с гидроксильной группой слова спирт: изопропиловый спирт, аллиловый спирт, бензиловый спирт. Для спиртов существует так называемая карбинольная номенклатура, по которой все спирты называют как производные карбинола (метанола), в котором один или несколько водородов заменены на радикал, например:

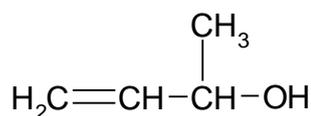


карбинол (метанол)

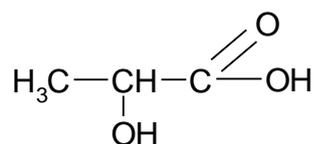


винилкарбинол

По ИЮПАК номенклатуре спирты называют по общим правилам, при этом гидроксильная группа (если она является старшей) обозначается суффиксом -ол, если не является старшей, то в приставке гидрокси-.

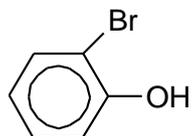


бутен-3-ол-2



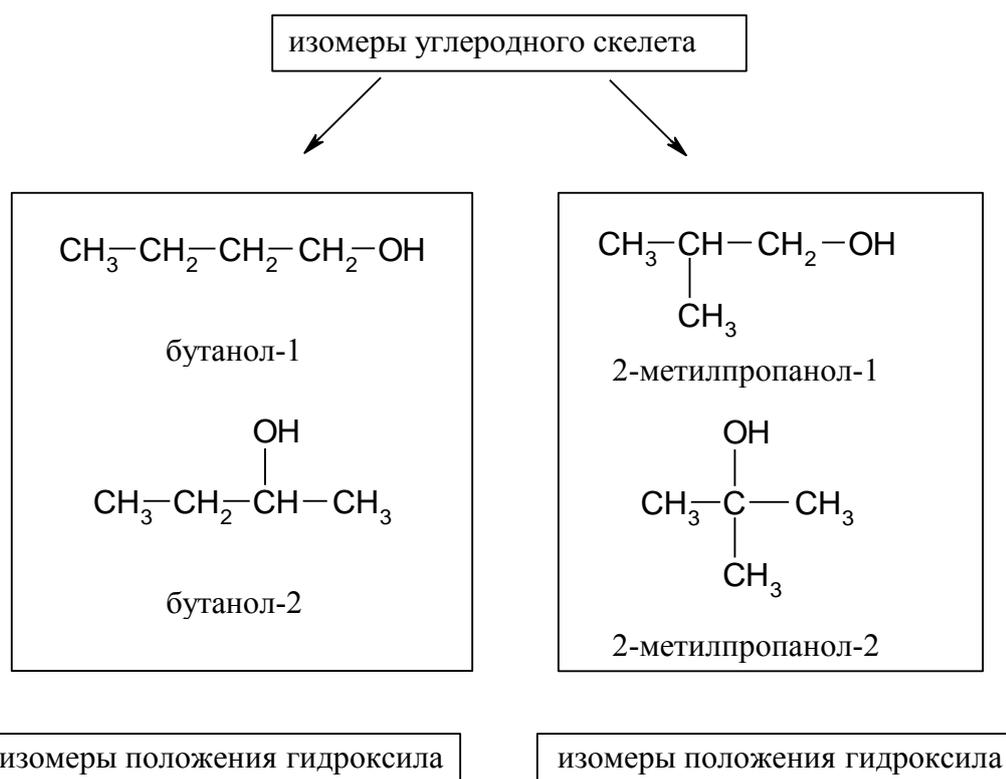
2-гидроксипропановая кислота

Если у фенола имеется заместитель, то его указывают перед словом фенол, в нумерации предпочтение оказывают гидроксильной группе.



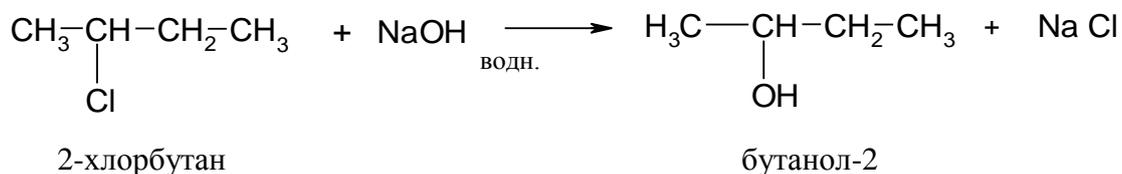
2-бромфенол

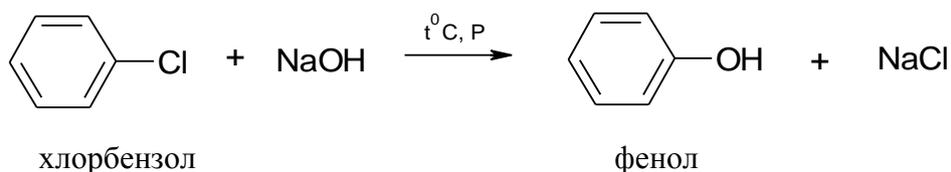
Изомерия спиртов связана со строением углеводородного радикала и местоположением гидроксильной группы, а у фенолов лишь с положением гидроксильной группы.



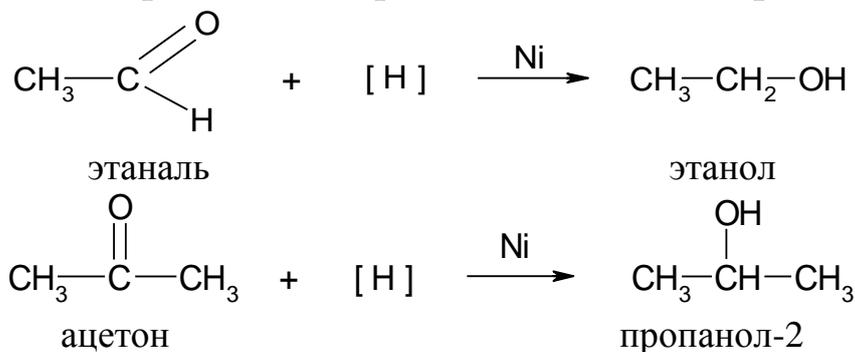
Способы получения

1. Гидролиз галогенуглеводородов.

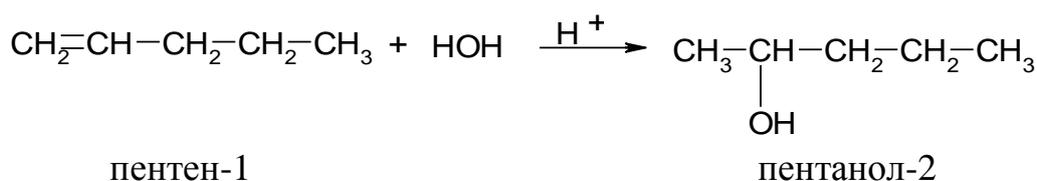




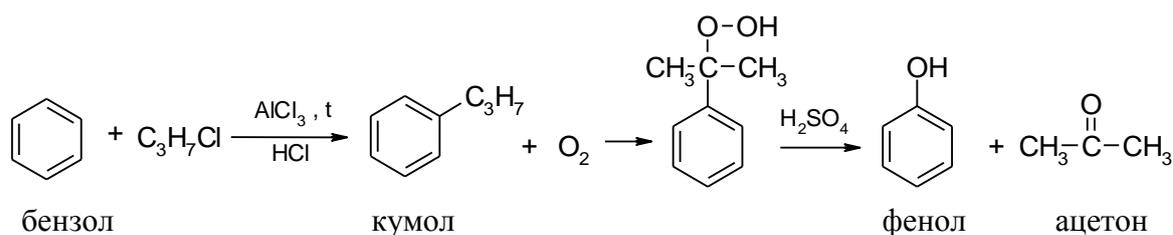
2. Восстановление оксосоединений приводит к образованию спиртов и не характерно для получения фенолов. Альдегиды восстанавливаются в первичные спирты, кетоны – во вторичные.



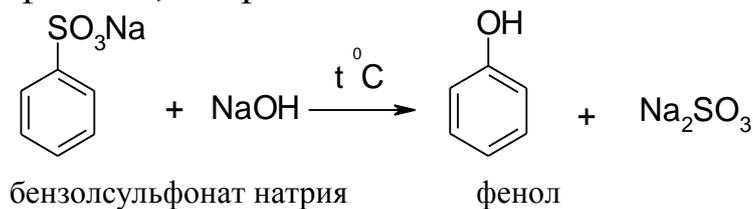
3. Гидролиз алкенов приводит к образованию спиртов и не характерен для фенолов.



4. Кумольный синтез (Сергеев, Кружалов, Удрис, 1942) приводит к образованию фенола и ацетона и не характерен для получения спиртов.



5. Пиролизом солей бензолсульфоновой кислоты (щелочной плав) получают фенолы, спирты этим способом не синтезируют.



6. Окисление алкенов – общий метод синтеза гликолей (двух-атомных спиртов).



пропен

пропандиол-1,2 (пропиленгликоль)

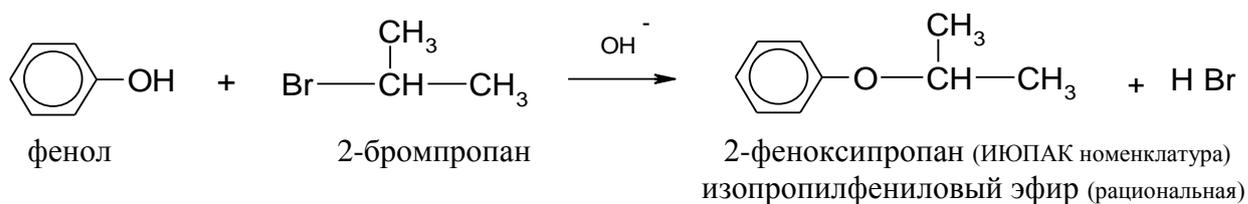
Физические свойства. За счет образования межмолекулярных водородных связей у спиртов температуры кипения и плавления выше, чем у соответствующих углеводородов и галогенопроизводных. Спирты, содержащие до 11 атомов углерода, представляют собой жидкости, высшие гомологи (C_{12} и более) – твердые вещества. Низшие спирты (C_1-C_3) имеют характерный алкогольный запах и жгучий вкус. Относительная плотность спиртов меньше единицы, т. е. они легче воды. Низшие спирты (до C_3 включительно) смешиваются с водой во всех соотношениях. С увеличением длины углеводородного радикала растворимость в воде заметно уменьшается. Для большинства спиртов характерна хорошая растворимость в органических растворителях.

Низшие диолы и глицерин смешиваются с водой в любых соотношениях, растворяются в полярных органических растворителях (спирты, ацетон, уксусная кислота), но не растворяются в неполярных (углеводороды, диэтиловый эфир).

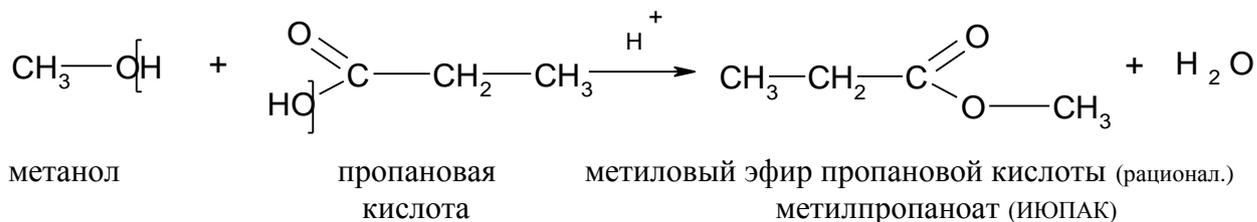
Фенолы в основном представляют собой кристаллические вещества. Лишь некоторые алкилфенолы, например м-крезол, жидкости. Большинство фенолов обладает сильным характерным запахом. Они довольно плохо растворимы в воде, но хорошо растворяются в водных растворах щелочей. Фенолы образуют прочные водородные связи и обычно имеют довольно высокие температуры кипения.

Химические свойства. Химические свойства спиртов обусловлены наличием в молекуле полярных связей $\text{RO}-\text{H}$ и $\text{R}-\text{OH}$, в результате разрыва которых спирты могут проявлять как свойства кислот, так и оснований.

Химические свойства фенолов определяются наличием в молекуле как гидроксильной группы, так и бензольного кольца, которые оказывают друг на друга взаимное влияние. Гидроксильная группа является электронодонором по отношению к бензольному кольцу.

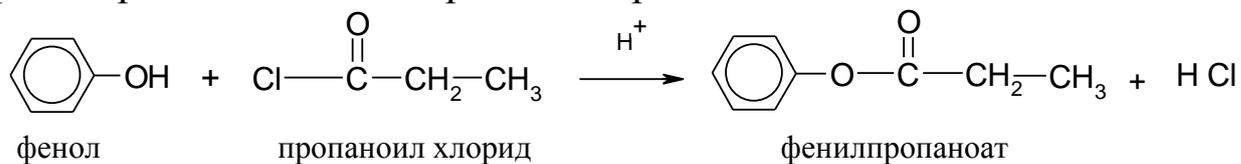


4. Взаимодействие спиртов с кислотами называют реакцией этерификации. В результате образуются сложные эфиры:

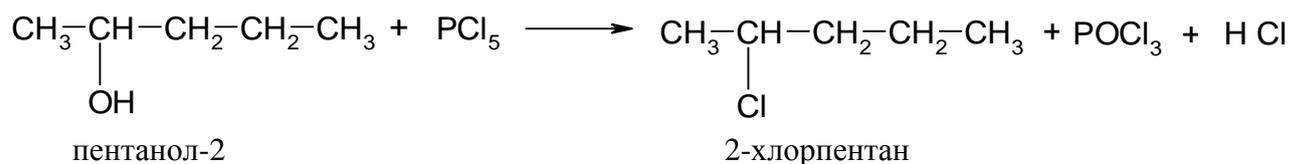
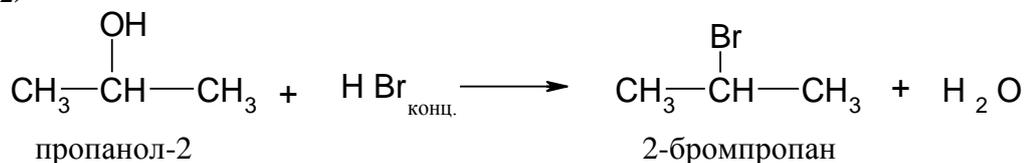


Легче всего этерификации подвергаются первичные спирты, труднее – вторичные и наиболее трудно этерифицируются третичные спирты. В названии сложного эфира по ИЮПАК номенклатуре спиртовый радикал указывают перед названием кислоты, заменяя в ней окончание –овая кислота на суффикс –оат.

Фенолы образуют сложные эфиры при взаимодействии с хлорангидридами или ангидридами карбоновых кислот:

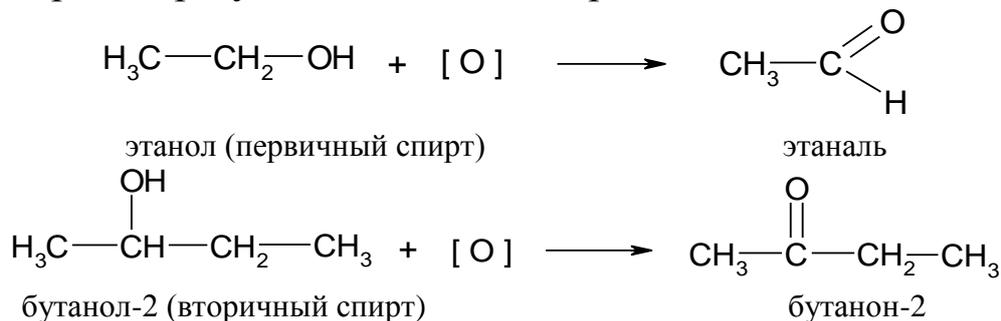


5. Замещение гидроксильной группы спиртов на галоген протекает либо под действием галогенводородных кислот, либо действием галогенидов фосфора (PCl_3 , PCl_5), а также тионилхлорида (SOCl_2):



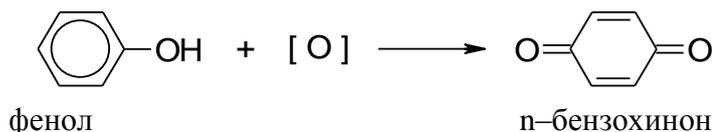
Фенолы в данные реакции не вступают из-за повышенной прочности связи углерода бензольного кольца и атома кислорода.

6. Окисление спиртов проводят либо хромовой смесью, либо раствором перманганата калия с серной кислотой. При этом первичные спирты образуют альдегиды, вторичные – кетоны.



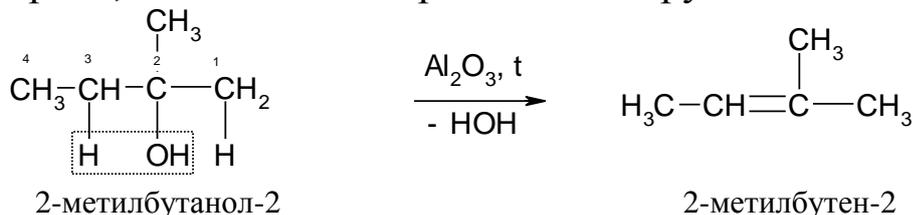
При окислении третичных спиртов сильными окислителями расщепляется углеродный скелет и образуется смесь кетонов и карбоновых кислот с меньшим числом углеродных атомов, чем в молекуле исходного спирта.

Окисление фенолов происходит уже кислородом воздуха, а окисление более сильными окислителями (хромовой смесью) приводит к образованию п-бензохинона.

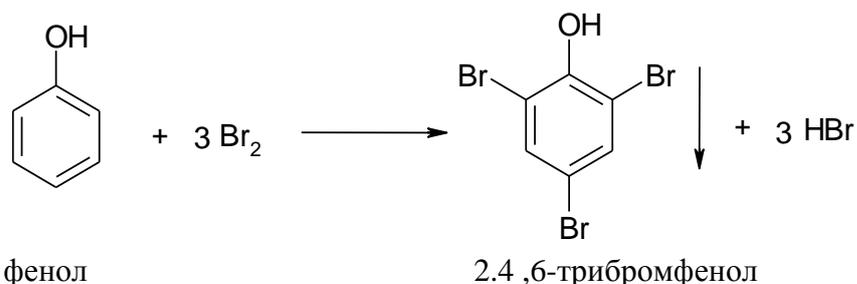


7. Реакции углеводородного радикала.

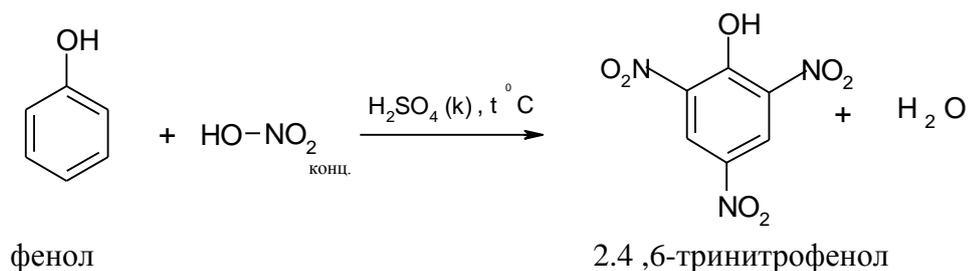
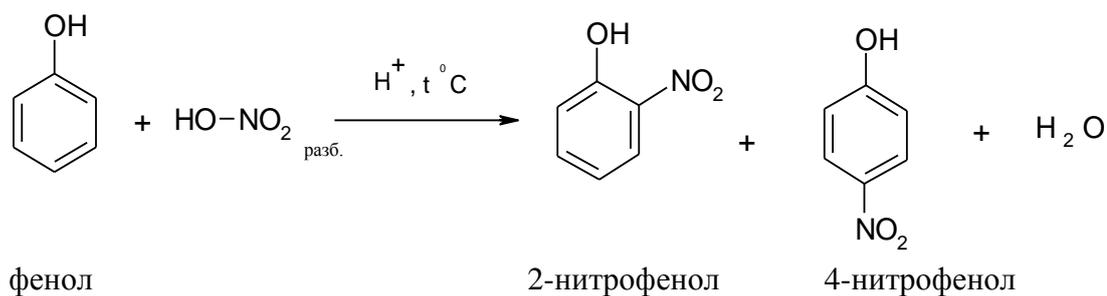
При нагревании спиртов над оксидом алюминия происходит отщепление молекулы воды (внутримолекулярная дегидратация) и образование алкенов. В случае вторичных и третичных спиртов отщепление воды протекает согласно эмпирическому правилу Зайцева: водород отщепляется от наименее гидрогенизированного атома углерода, соседнего с гидроксильной группой.



Фенолы легко вступают в реакции электрофильного замещения, благодаря активирующему действию гидроксильной группы ориентанта I рода. Например, при бромировании фенола образуется 2,4,6-трибромфенол, осадок белого цвета:

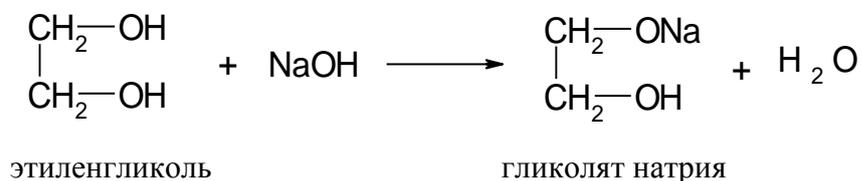


Нитрование фенола разбавленной азотной кислотой приводит к образованию смеси орто- и пара-фенолов, нитрование концентрированной азотной кислотой – к образованию 2,4,6-тринитрофенола (пикриновой кислоты):

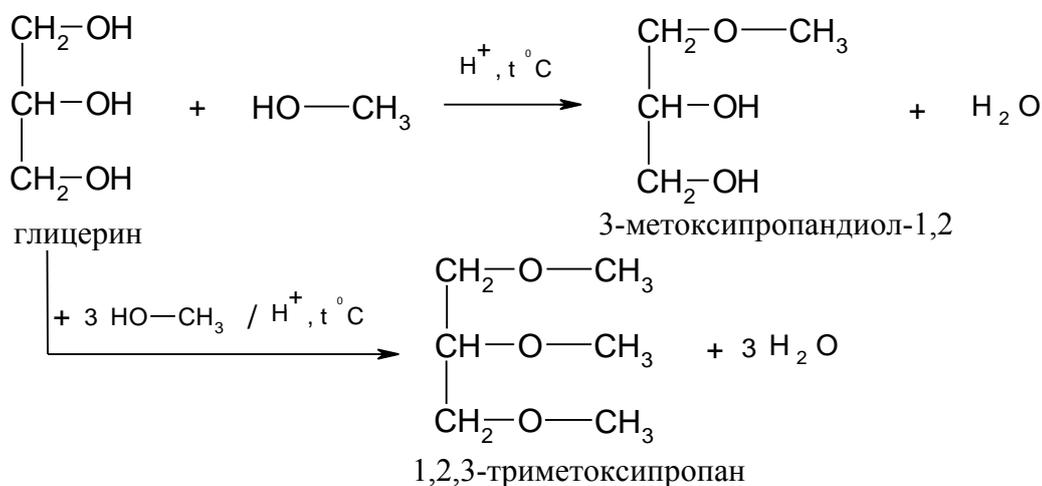


Пикриновая кислота ядовита. Соли пикриновой кислоты называются пикратами, некоторые из них являются сильными взрывчатыми веществами. Пикриновая кислота – первый искусственный краситель в истории человечества. Ее применили для окрашивания шелка в 1849 г (до этого времени использовали только природные красители).

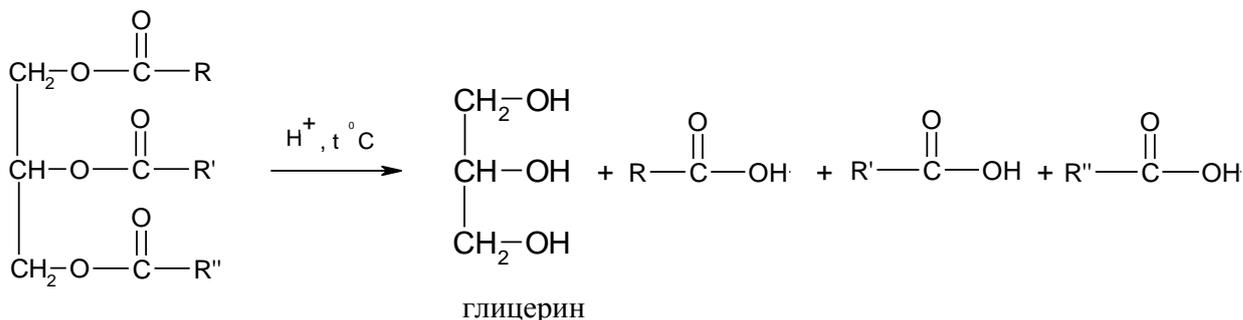
8. Химические свойства многоатомных спиртов во многом сходны с реакциями одноатомных спиртов (они вступают в реакции с активными металлами, кислотами, спиртами). Однако так как кислотность многоатомных спиртов выше чем у одноатомных, то многоатомные спирты реагируют со щелочами:



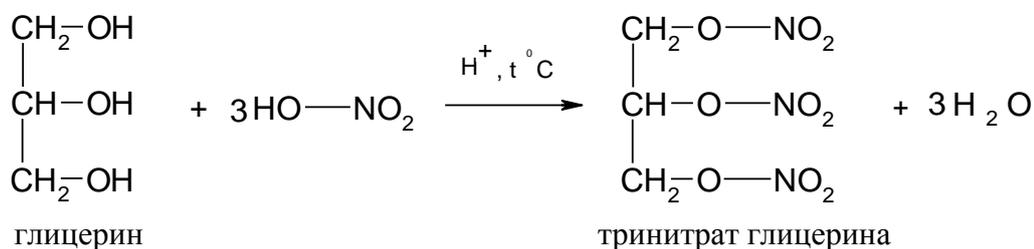
Другие реакции многоатомных спиртов могут проходить как с участием одной гидроксильной группы, так и нескольких, например как в реакции образования простого эфира:



Сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот широко распространены в природе (жиры и растительные масла), при их гидролизе образуется глицерин и смесь высших карбоновых кислот:



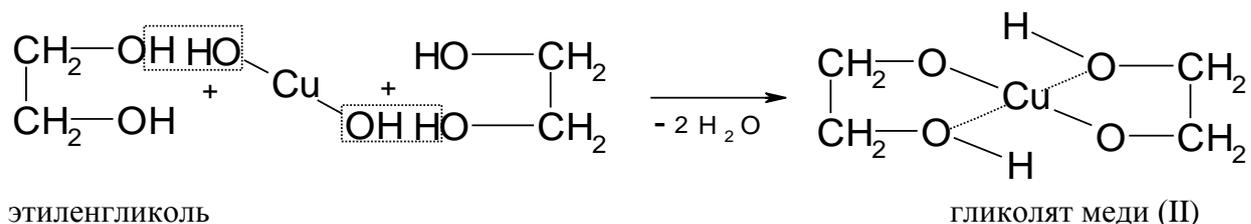
При реакции глицерина с азотной кислотой образуется глицеринтринитрат, больше известный под названием нитроглицерин:



На его основе производят динамит – одно из самых известных взрывчатых веществ, а в виде таблеток применяют в медицине при стенокардии.

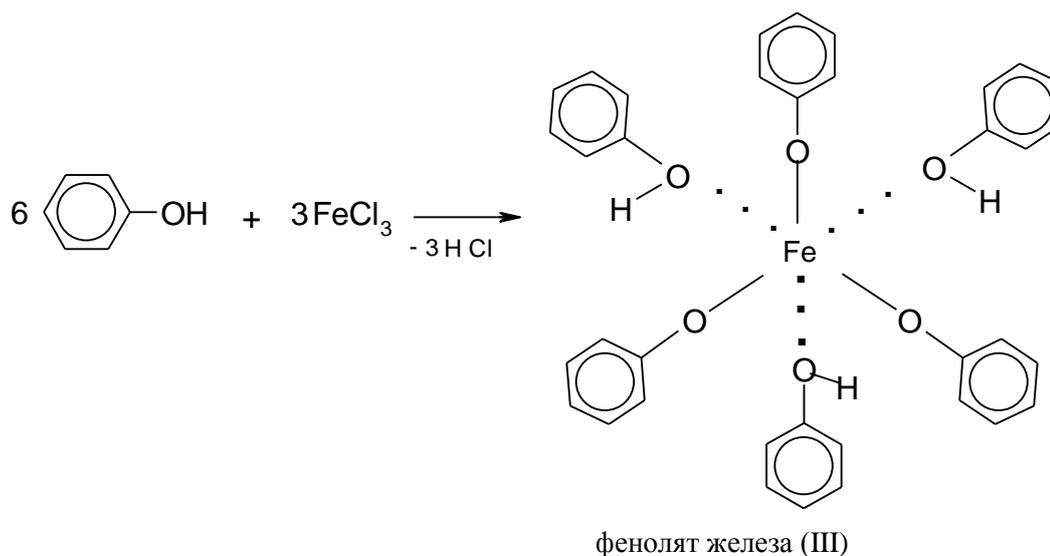
9. Цветные реакции. Одноатомные спирты цветных реакций не дают, многоатомные спирты с гидроксидом меди (II) образуют

комплексные (хелатные) соединения синего цвета. Соли двухатомных спиртов называют гликолятами, а трехатомных – глицератами.



Этиленгликоль — вязкая жидкость сладковатого вкуса. Сильный яд. Ценный продукт органического синтеза, в том числе для получения синтетических полиэфирных волокон, например, лавсана. В виде 50 % раствора применяется как антифриз – незамерзающая до $-37\text{ }^\circ\text{C}$ жидкость для охлаждения двигателей внутреннего сгорания.

Фенолы образуют окрашенные соединения с хлоридом железа (III): одноатомные фенолы – сине-фиолетовые соединения.



В дифенолах, в зависимости от строения, окраска образующегося комплексного хелатного соединения будет разной: черной – в случае пирокатехина, темно-фиолетовой – в случае, резорцина и коричнево-красной – в случае гидрохинона.

Фенолы используются в производстве пластмасс, красителей, инсектицидов, взрывчатых веществ, обладают бактерицидным действием и поэтому применяются в качестве дезинфицирующих средств. Однако его применение ограничено в связи с токсичностью.

Индивидуальные задания

Для своего варианта индивидуального задания:

- 1) получить двумя способами соединение;
- 2) осуществить реакции, описывающие его кислотно-основные свойства, а также реакции образования простого и сложного эфиров.

Все органические соединения должны быть названы, катализаторы указаны.

- Вариант 1. Пропанол-2.
- Вариант 2. Бензиловый спирт.
- Вариант 3. 2-метилпропанол-1.
- Вариант 4. 2-метилбутанол-2.
- Вариант 5. 2-метилпропанол-2.
- Вариант 6. Изопропиловый спирт.
- Вариант 7. Бутанол-2.
- Вариант 8. Пропанол-1.
- Вариант 9. Этанол.
- Вариант 10. Изобутиловый спирт.
- Вариант 11. Бутанол-1.
- Вариант 12. Втор.бутиловый спирт.
- Вариант 13. Трет.бутиловый спирт.
- Вариант 14. Метиэтилкарбинол.
- Вариант 15. Метанол.
- Вариант 16. Пентанол-1.

Варианты тестовых заданий

№ варианта	Номера вопросов								
	1	1	13	15	17	28	33	35	37
2	3	7	10	13	20	23	28	31	38
3	12	15	19	24	28	35	40	9	31
4	7	16	18	22	26	32	1	27	40
5	2	10	14	25	31	34	36	15	27
6	8	11	17	24	26	39	34	2	9
7	13	19	22	27	30	33	38	10	5
8	3	8	12	17	23	32	38	28	34
9	9	11	15	18	20	31	35	38	40
10	4	7	18	25	34	39	40	23	30
11	1	14	19	20	29	33	38	21	35
12	3	10	13	19	21	27	36	39	40
13	5	6	11	23	26	30	32	34	29
14	6	12	15	26	28	30	39	37	16
15	1	11	13	22	24	37	5	20	36
16	6	8	9	18	20	27	29	34	37

1. Пропанол-1 это:

- а) первичный спирт;
- б) вторичный спирт;
- в) трехатомный спирт.

2. По номенклатуре ИЮПАК на принадлежность данного соединения к спиртам указывает окончание:

- а) –ан;
- б) –ол;
- в) –он;
- г) –ен.

3. Функциональной группой спиртов является:
- а) – СНО;
 - б) – ОН;
 - в) – SH.
4. По количеству -ОН - групп спирты можно разделить на:
- а) одно- и многоосновные;
 - б) одно- и многоатомные.
5. Первичными спиртами называют такие спирты, в составе которых:
- а) имеется лишь одна гидроксильная группа;
 - б) гидроксильная группа связана с первичным атомом углерода.
6. Молекулы спиртов ассоциированы благодаря:
- а) водородной связи;
 - б) банановой связи;
 - в) донорно-акцепторной связи.
7. Гидролиз пропена при нагревании и в присутствии кислых катализаторов приводит к образованию:
- а) пропанола-1;
 - б) пропанона-2;
 - в) пропанола-2;
 - г) пропаналя.
8. Восстановление кетонов в присутствии катализатора – никеля, приводит к образованию:
- а) первичных спиртов;
 - б) двухатомных спиртов;
 - в) вторичных спиртов;
 - г) непредельных спиртов.
9. Можно сказать, что спирты обладают:
- а) кислотными свойствами;
 - б) основными свойствами;
 - в) кислотно-основными свойствами.
10. Кислотность спиртов в ряду метанол, этанол, пропанол:
- а) увеличивается;
 - б) снижается;
 - в) остается постоянной.
11. Пропанол-2 относится к:
- а) одноатомным спиртам;
 - б) многоатомным спиртам.

12. При дегидратации пентанола-2 образуется:
- а) пентен-1;
 - б) пентен-2;
 - в) пентанон-2.
13. Что образуется при окислении пропанола-2:
- а) диметилкетон;
 - б) метилэтилкетон;
 - в) ацетон;
 - г) пропанон-2.
14. При дегидратации бутанола-2 образуется:
- а) бутен-1;
 - б) бутин-1;
 - в) бутен-2;
 - г) бутин-2.
15. Бутилкарбинол по ИЮПАК номенклатуре называют:
- а) пентанол-1;
 - б) пентанол-3;
 - в) пентанол-2;
 - г) пентанон-2.
16. Для того чтобы различить два соединения: одно – этанол, другое – глицерин, рекомендуется использовать:
- а) бромную воду;
 - б) раствор гидроксида меди (II);
 - в) водный раствор перманганата калия;
 - г) металлический натрий.
17. В каких парах первое соединение обладает более сильными кислотными свойствами, чем второе:
- а) вода и метанол;
 - б) метанол и диметиловый эфир;
 - в) вода и фенол;
 - г) угольная кислота и фенол.
18. При взаимодействии каких пар веществ можно получить фенолят калия?
- а) фенол и калий;
 - б) фенол и гидроксид калия;
 - в) ацетат калия и фенол;
 - г) фенол и хлорид калия.
19. Укажите название соединения с наиболее сильными кислотными свойствами.

- а) метанол;
 - б) вода;
 - в) диметиловый эфир
 - г) фенол.
20. С какими веществами реагирует как фенол, так и бензол:
- а) бром;
 - б) натрий;
 - в) нитрующая смесь;
 - г) водный раствор гидроксида натрия.
21. Что образуется при окислении бутанола-2:
- а) метилэтилкетон;
 - б) диэтилкетон;
 - в) бутанон-2.
22. Для обнаружения фенола используется:
- а) хлороводород;
 - б) свежеприготовленный гидроксид Cu (II) ;
 - в) хлорид Fe (III) ;
 - г) бромная вода.
23. Кислотность спиртов в ряду метанол, этанол, пропанол:
- а) увеличивается;
 - б) снижается;
 - в) остается постоянной.
24. Можно сказать, что спирты обладают:
- а) кислотными свойствами;
 - б) основными свойствами;
 - в) амфотерными свойствами.
25. Укажите схемы реакций, в которых образуется фенол:
- а) фенолят калия + соляная кислота;
 - б) хлорбензол + NaOH ;
 - в) фенолят натрия + водный раствор CO_2 ;
 - г) фенолят натрия + серная разбавленная кислота.
26. В отличие от этанола фенол реагирует с :
- а) калием;
 - б) водным раствором KOH ;
 - в) хлороводородом;
 - г) гидросульфатом калия.
27. В каких парах соединения по отношению друг к другу являются гомологами?
- а) этандиол-1,2 и глицерин;

- б) фенол и мета-крезол;
 - в) бензол и фенол;
 - г) бутанол-2 и 2-метилбутанол-3.
28. В каких парах оба соединения являются изомерами по отношению друг к другу?
- а) этанол и диметиловый эфир;
 - б) пропанол-1 и изопропиловый спирт;
 - в) фенолят натрия и этилат натрия;
 - г) 2-метилпропанол-1 и 2-метилпропанол-2.
29. Восстановление альдегидов в присутствии катализатора – никеля, приводит к образованию:
- а) первичных спиртов;
 - б) вторичных спиртов;
 - в) двухатомных спиртов.
30. Гидролиз бутена-1 при нагревании и в присутствии кислых катализаторов приводит к образованию:
- а) бутанола-1;
 - б) бутанола-2;
 - в) бутаналя.
31. С помощью какого одного реактива можно различить растворы толуола, фенола и стирола?
- а) натрий;
 - б) бромная вода;
 - в) карбонат натрия;
 - г) гидроксид натрия.
32. Качественный реагент на многоатомные спирты это:
- а) раствор гидроксида меди (II);
 - б) бромная вода;
 - в) хлорид железа.
33. Фенолят натрия образуется при взаимодействии фенола с :
- а) натрием;
 - б) гидроксидом натрия;
 - в) нитратом натрия;
 - г) хлоридом натрия.
34. При помощи взаимодействия фенола с какими веществами замещению подвергаются атомы водорода в бензольном кольце?
- а) азотная кислота;
 - б) бромная вода;
 - в) гидроксид натрия;

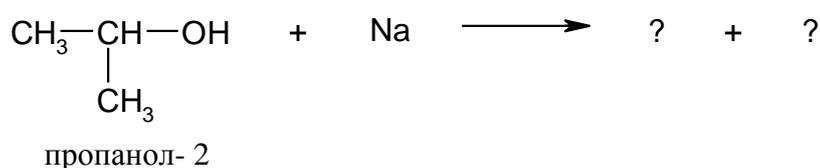
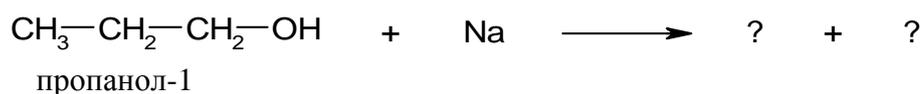
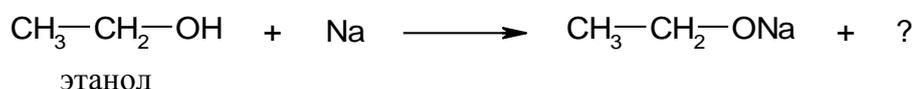
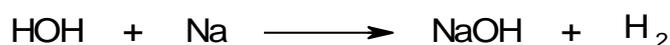
- г) калий.
35. Какое вещество наиболее энергично взаимодействует с натрием?
- а) фенол;
 - б) 2,4,6-тринитрофенол;
 - в) глицерин;
 - г) метанол;
36. Фенолы можно обнаружить при взаимодействии с:
- а) раствором гидроксида меди (II);
 - б) хлоридом железа;
 - в) бромной водой.
37. С какими веществами реагирует как фенол, так и бензол:
- а) бром;
 - б) нитрующая смесь;
 - в) натрий.
38. Укажите окраску хлорида железа с водным раствором фенола:
- а) малиновая;
 - б) зеленая;
 - в) коричневая;
 - г) фиолетовая.
39. Какие два органических вещества используются для получения фенола в промышленности?
- а) толуол;
 - б) бензол;
 - в) этилен;
 - г) пропилен.
40. Фенол в промышленности используют для получения:
- а) пластмасс;
 - б) лекарственных препаратов;
 - в) красителей;
 - г) этанола.

Лабораторная работа «Гидроксильные соединения (спирты и фенолы)»

Опыт 1. Получение алкоголятов

В четыре отдельные пробирки помещают по 6–8 капель воды, этилового, пропилового и изопропилового спиртов. В каждую, с соблюдением соответствующих мер предосторожности, быстро добавляют по одному кусочку (размером со спичечную головку) очищенного от оксидного слоя металлического натрия.

Отметьте в какой пробирке реакция идет наиболее интенсивно, а в какой наименее? Закончите уравнения реакций:

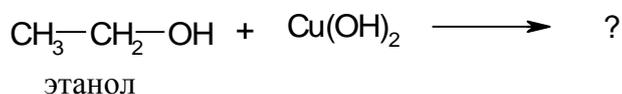


Напишите наблюдения и сделайте вывод о кислых свойствах спиртов и зависимости их от строения углеводородного радикала.

Опыт 2. Качественная реакция на многоатомные спирты

В две пробирки добавляют по 3–4 капли 10% водного раствора гидроксида натрия, 3–4 капли воды и 5–6 капель 3% раствора сульфата меди. К полученному осадку в пробирки отдельно прикапывают 4–5 капель глицерина и этанола.

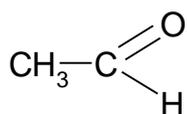
Какие изменения происходят в пробирках? Закончите уравнения реакций:



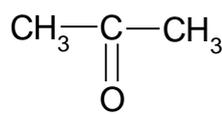
1.2 Карбонильные соединения (альдегиды и кетоны)

Карбонильными соединениями называются органические соединения, содержащие в своем составе одну или несколько карбонильных групп ($>C=O$). Классифицируют:

1. На альдегиды, если карбонильная группа связана с углеводородным радикалом и водородом, и кетоны, если карбонильная группа связана с двумя (одинаковыми или разными) углеводородными радикалами

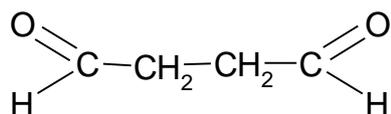


этаналь
(альдегид)

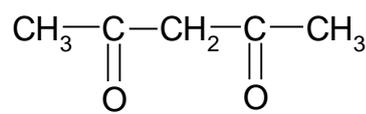


ацетон
(кетон)

2. По числу карбонильных групп находящихся в молекуле на моно-, ди-, три- и поликарбонильные соединения

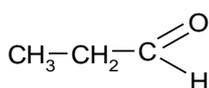


бутандиаль

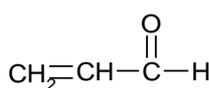


пентандион-2,4

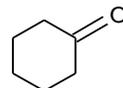
3. По характеру углеводородного радикала на насыщенные, ненасыщенные, циклические и ароматические карбонильные соединения



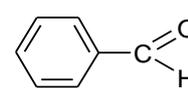
пропаналь



акриловый альдегид

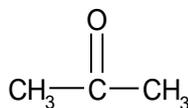


циклогексанон

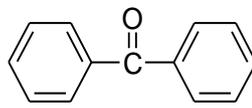


бензальдегид

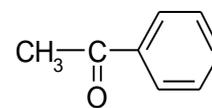
Номенклатура. Существуют тривиальные названия.



ацетон

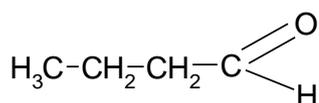


бензофенон

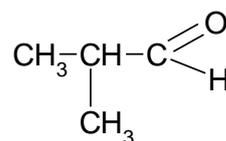


ацетофенон

Часто используют тривиальные названия альдегидов, происходящие от соответствующих тривиальных названий кислот, в которые альдегиды переходят при окислении. Например, альдегиды с четырьмя углеродными атомами называются масляными альдегидами:

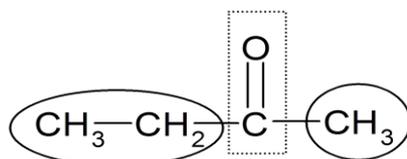


масляный альдегид



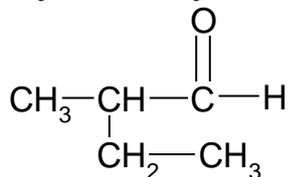
изомасляный альдегид

По радикально-функциональной номенклатуре названия кетонов, производят из названий радикалов, соединенных с карбонильной группой, добавляя окончание – кетон. Например:



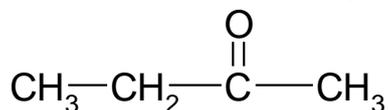
метилэтилкетон

По ИЮПАК номенклатуре альдегиды называют, выбирая в формуле наиболее длинную углеродную цепь с альдегидной группой. Нумерацию цепи начинают с альдегидного углерода, добавляя к названию соответствующего углеводорода суффикс – аль.



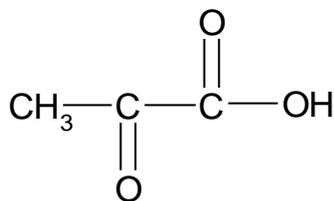
2-метилбутаналь

Названия кетонов производят от названий соответствующих углеводородов, добавляя к ним окончания –он. Нумерацию цепи начинают с того конца, к которому ближе оксо- группа.



бутанон-2 (метилэтилкетон)

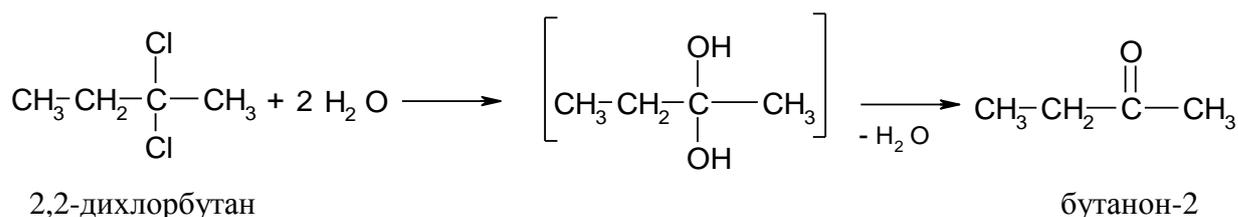
Если альдегидная группа не является старшей, то ее называют в приставке формил-, если кетонная группа не старшая — в приставке оксо-:



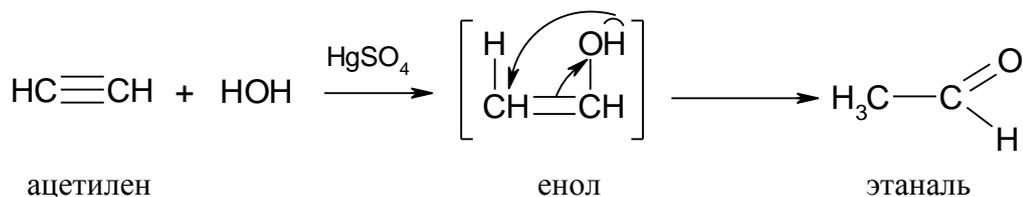
2-оксопропановая кислота (пировиноградная кислота)

Изомерия. Структурная изомерия алифатических альдегидов обусловлена только изомерией углеводородного радикала. Для кетонов возможна как изомерия углеродной цепи, так и изомерия положения карбонильной группы.

б) с «серединным» расположением атомов галогенов — кетон-нов:

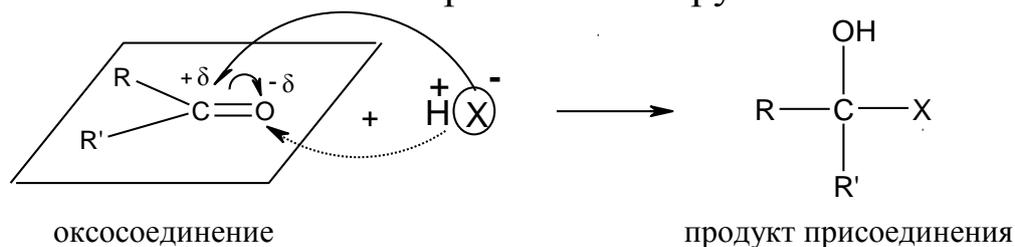


4. Гидратация алкинов в присутствии солей ртути (катализатор) сопровождается образованием оксоединений. При этом только ацетилен образует альдегид, все остальные алкины образуют кетоны:



Физические свойства. Оксоединения не способны образовывать водородные связи. Поэтому их температуры кипения значительно ниже, чем соответствующих спиртов. В обычных условиях только формальдегид находится в газообразном состоянии. Остальные оксоединения — жидкости или твердые вещества. Формальдегид имеет резкий неприятный запах, его 40 % водный раствор называется формалином. Средние гомологи ряда альдегидов обладают устойчивым характерным запахом. Высшие альдегиды обладают цветочными запахами и широко применяются в парфюмерии.

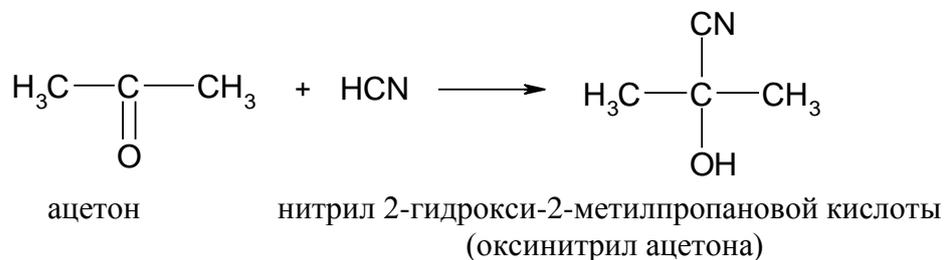
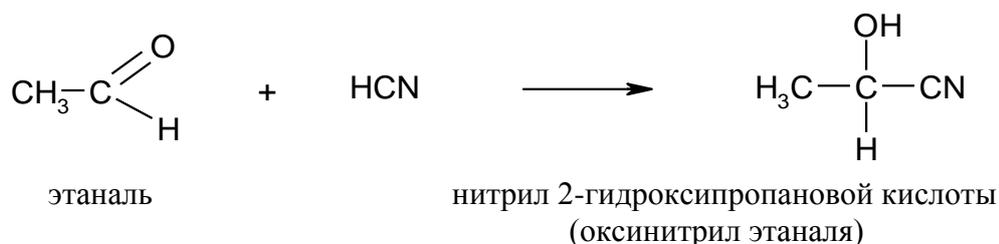
Химические свойства. Благодаря наличию в молекулах альдегидов карбонильной группы эти вещества очень активны в химических реакциях. В карбонильной группе кислород более электроотрицателен, чем углерод, поэтому π -электроны двойной связи смещены к кислороду. Эта связь значительно поляризована, чем и объясняется активность карбонильной группы.



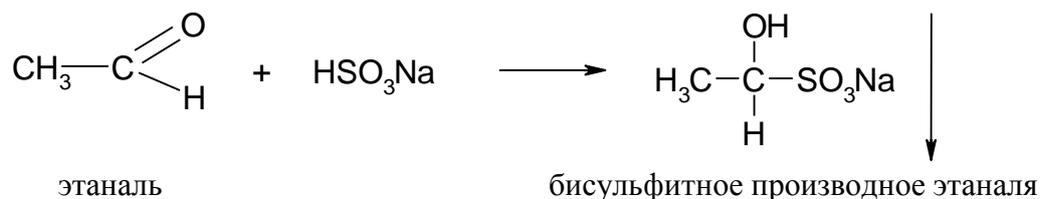
Реакция присоединения протекает тем легче, чем больше величина частичного положительного заряда (+δ) на карбонильном атоме углерода. На величину заряда оказывают влияние углеводородные радикалы, так как алкильные радикалы являются электронодоторами и снижают +δ на карбонильном атоме углерода, то алифатические альдегиды практически всегда более активны в реакциях нуклеофильного присоединения, чем алифатические кетоны, имеющие два углеводородных радикала.

Наиболее типичными для карбонильных соединений будут реакции нуклеофильного присоединения, полимеризации и замещения атома кислорода.

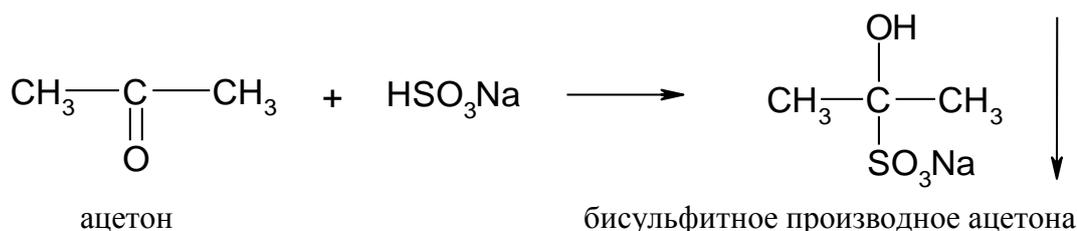
1. Присоединение синильной кислоты. Альдегиды и кетоны присоединяют к карбонильной группе синильную кислоту, при этом образуются так называемые α-оксинитрилы.



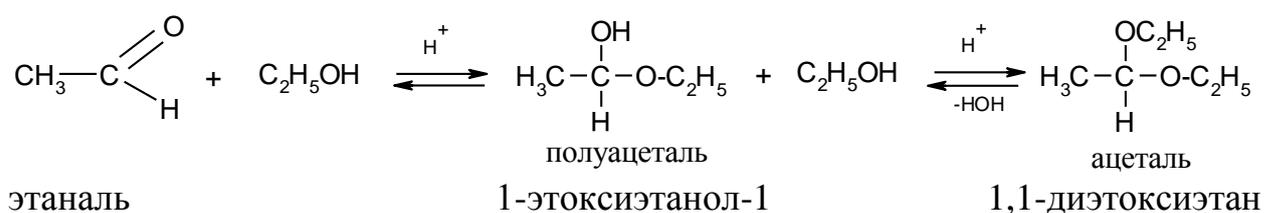
2. Бисульфитная реакция. Альдегиды присоединяют молекулу бисульфита натрия NaHSO_3 , образуя кристаллические бисульфитные производные:



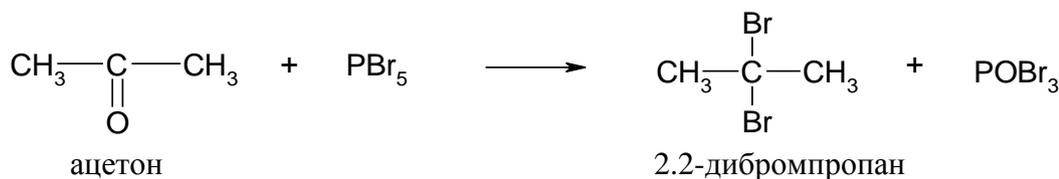
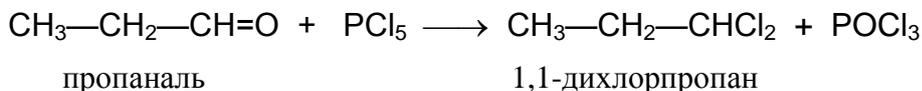
Кетоны также дают эту реакцию, но не все, преимущественно лишь те, у которых при карбонильной группе есть хотя бы одна метильная группа.



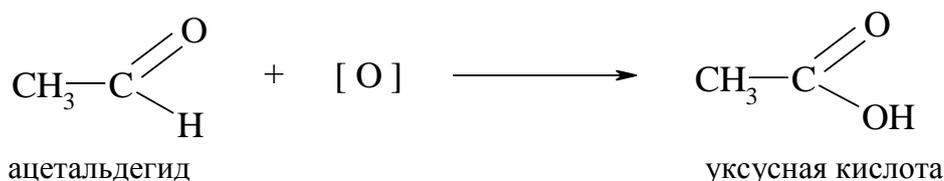
3. Спирты вступая в реакцию с альдегидами в кислой среде образуют полуацетали, а при взаимодействии со второй молекулой – ацетали. Кетоны в данных условиях со спиртами не реагируют.



4. Реакции замещения кислорода карбонильной группы. При действии PCl_5 или PBr_5 на альдегиды или кетоны кислород карбонильной группы замещается двумя атомами галогена.

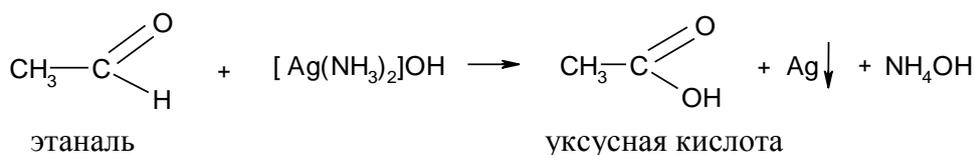


5. Реакции окисления. Альдегиды и кетоны различно относятся к действию окислителей. Альдегиды окисляются очень легко в карбоновые кислоты с таким же, как в исходном альдегиде, числом углеродных атомов:

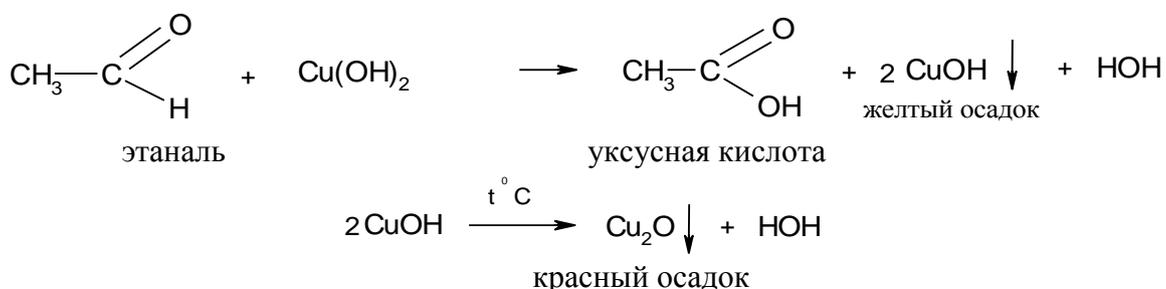


Окисление альдегидов можно проводить такими мягкими окислителями как оксид серебра и гидроксид меди (II). При этом альдегид окисляется в соответствующую кислоту, а катион серебра

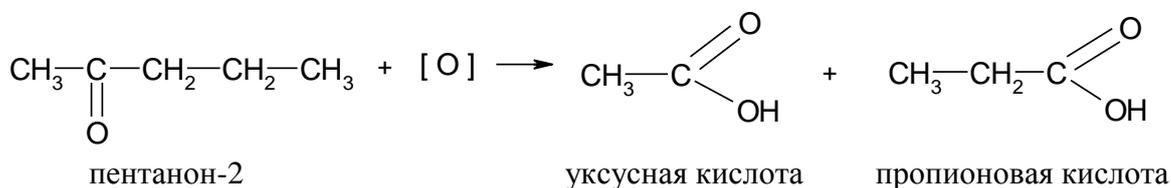
восстанавливается в металлическое серебро, которое дает блестящий налет на стенках пробирки — «серебряное зеркало».



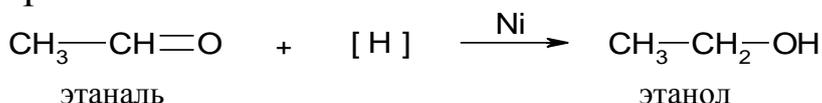
При окислении альдегида гидроксидом меди (II), имеющий светло-голубой цвет, восстанавливается в гидроксид меди(I) желтого цвета. Этот процесс протекает при комнатной температуре. Если подогреть испытуемый раствор, то гидроксид меди(I) желтого цвета превращается в оксид меди(I) красного цвета. Данные реакции используют как качественные для обнаружения альдегидной группы.

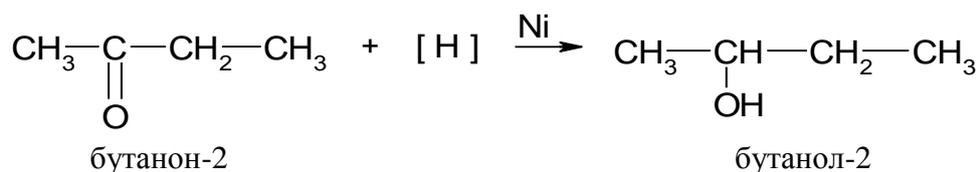


Кетоны окисляются значительно труднее, поэтому они не окисляются слабыми окислителями. Под действием сильных окислителей они распадаются: разрывается углеродная цепь около карбонильной группы со стороны наименее гидрогенизированного атома углерода (правило Попова-Вагнера), в результате образуются кислоты с меньшим числом углеродных атомов:

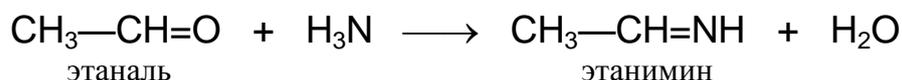


6. Восстановление альдегидов и кетонов (присоединение водорода). Альдегиды восстанавливаются в первичные, а кетоны — во вторичные спирты.

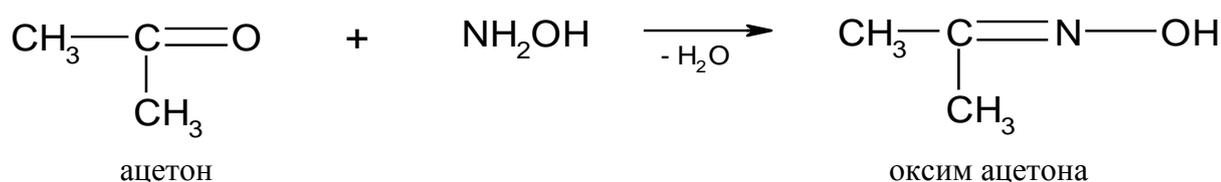
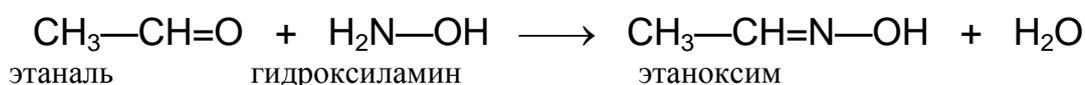




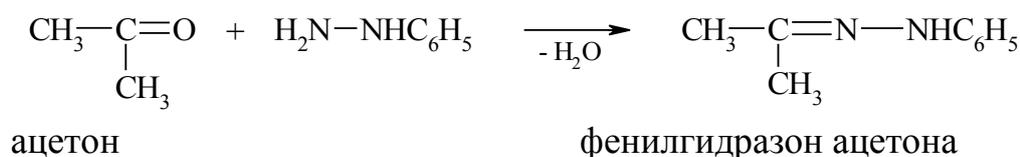
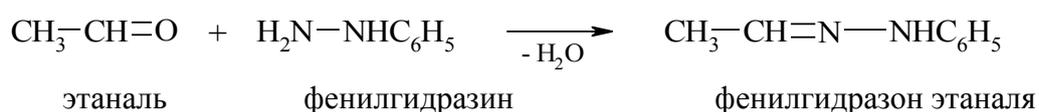
7. Реакция с аммиаком приводит к образованию иминов и протекает лишь с альдегидами, кетоны в реакцию не вступают.



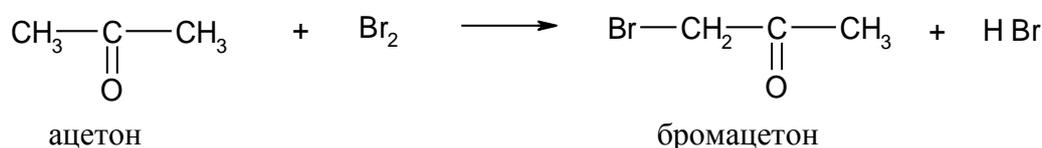
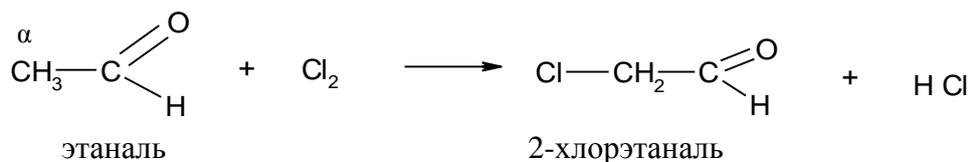
8. Реакция с гидроксиламином. Альдегиды и кетоны реагируют с гидроксиламином с образованием оксимов.



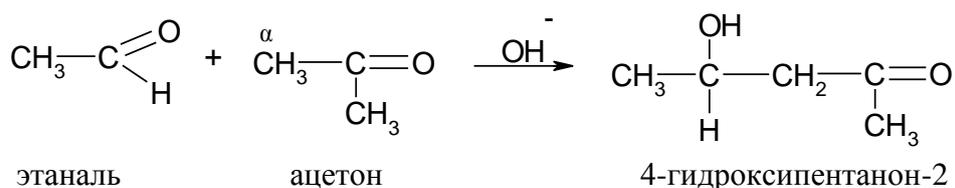
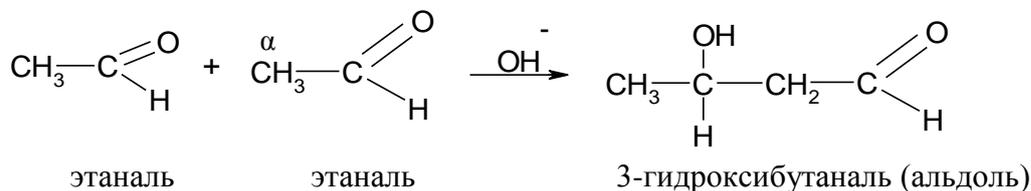
9. Реакция с фенилгидразином протекает с выделением воды и образованием фенилгидразонов альдегидов и кетонов:



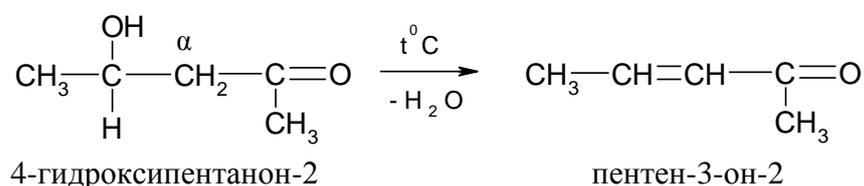
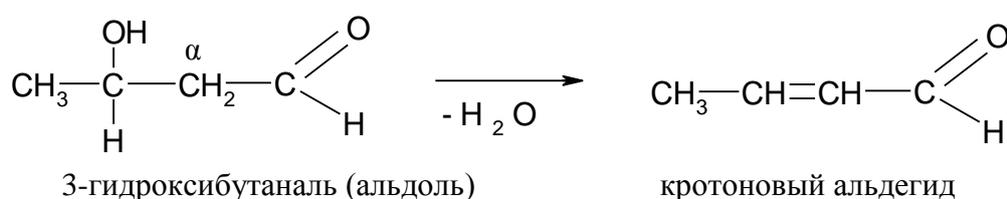
10. Замещение водорода в радикале на галоген происходит у α -углеродного атома.



11. Альдольная и кротоновая конденсация. Конденсация карбонильных соединений приводящая к веществам типа альдоля, называется реакцией альдольной конденсацией. Гомологи уксусного альдегида вступают альдольную конденсацию всегда за счет водорода в α -положении.

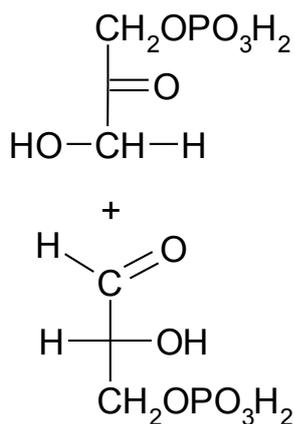


Реакция может протекать дальше с отщеплением воды за счет подвижного водорода в α -положении к карбонильной группе и гидроксила при β -углеродном атоме. Из уксусного альдегида, таким образом, получается кротоновый альдегид, от названия которого конденсация молекул карбонильных соединений, протекающая с выделением воды и образованием непредельных карбонильных соединений, получила название кротоновой конденсации.

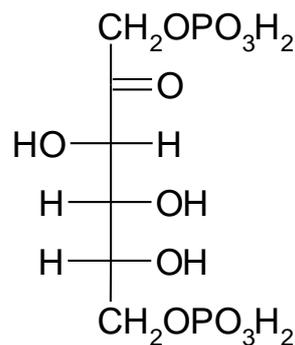


Альдольно-кротоновая конденсация и обратная ей ретроальдольная реакция происходят во многих биохимических процессах. Например, одной из реакций фотосинтеза является конденсация фосфорных эфиров глициринового альдегида и изомерного ему дигидроксиацетона. А в процессе расщепления углеводов, гликолизе, происходит обратная реакция – ретроальдольное расщепление.

фосфат дигидроксиацетона

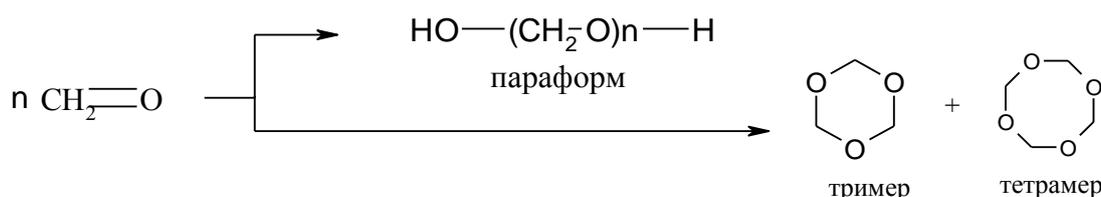


3-фосфат глициринового альдегида

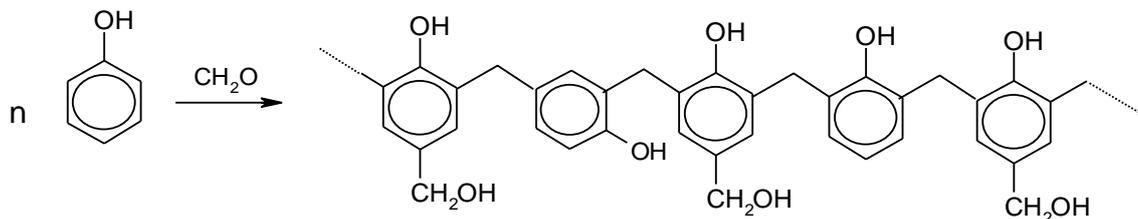


1,6-дифосфат фруктозы

12. Полимеризация альдегидов. Альдегиды склонны к полимеризации. Реакция идет с разрывом двойных связей альдегидных групп, причем атомы карбонильной кислорода одной молекулы альдегида соединяются с атомами карбонильного углерода другой молекулы. Так, например, формальдегид полимеризуется по схеме:



13. Поликонденсация формальдегида с фенолом приводит к образованию очень прочных, устойчивых к действию высоких температур фенолформальдегидных смол (бакелитов). Сначала из формальдегида и фенола образуется линейный смолообразный полимер — новолачная смола.



Новолачную смолу смешивают с различными наполнителями (асбест, древесные опилки, сажа) или пропитывают ею волокнистые материалы (ткани, бумагу, картон), а затем подвергают термической обработке в процессе формования изделия. Образующийся полимер называют терморезистивным, он не размягчается и не плавится при нагревании, не растворяется в органических растворителях, обладает по сравнению с линейными полимерами большей термической устойчивостью.

Индивидуальные задания

Для своего варианта индивидуального задания:

- 1) получить соединение любым известным способом;
- 2) провести его реакции:
 - с синильной кислотой,
 - с метабисульфитом натрия,
 - с этанолом,
 - с гидразином,
 - окисления,
 - восстановления,
 - альдольной конденсации.

Все органические соединения должны быть названы, катализаторы указаны.

Вариант 1. Пропионовый альдегид.

Вариант 2. Масляный альдегид.

Вариант 3. Валериановый альдегид.

Вариант 4. 2-метилпропаналь.

Вариант 5. 3-метилбутаналь.

Вариант 6. Капроновый альдегид.

Вариант 7. Метилфенилкетон.

Вариант 8. Этилпропилуксусный альдегид.

Вариант 9. 3-метилгексаналь.

Вариант 10. Диэтилкетон.

Вариант 11. 3-метилпентаналь.

Вариант 12. Диэтилуксусный альдегид.

Вариант 13. 2-метилбутаналь.

Вариант 14. Метилэтилкетон.

Вариант 15. Ацетальдегид.

Вариант 16. Диметилкетон.

Варианты тестовых заданий

№ варианта	Номера вопросов								
	1	1	13	15	17	28	33	35	37
2	3	7	10	13	20	23	28	31	38
3	12	15	19	24	28	35	40	9	31
4	7	16	18	22	26	32	1	27	40
5	2	10	14	25	31	34	36	15	27
6	8	11	17	24	26	39	34	2	9
7	13	19	22	27	30	33	38	10	5
8	3	8	12	17	23	32	38	28	34
9	9	11	15	18	20	31	35	38	40
10	4	7	18	25	34	39	40	23	30
11	1	14	19	20	29	33	38	21	35
12	3	10	13	19	21	27	36	39	40
13	5	6	11	23	26	30	32	34	29
14	6	12	15	26	28	30	39	37	16
15	1	11	13	22	24	37	5	20	36
16	6	8	9	18	20	27	29	34	37

1. На принадлежность соединения к альдегидам по номенклатуре ИЮПАК указывает окончание:

- а) –аль;
- б) –ен;
- в) –ол;
- г) –ан.

2. Укажите название соединения состава C_4H_8O , которое при восстановлении образует 2-метилпропанол-1, а при окислении – 2-метилпропановую кислоту:

- а) 2-метилпропаналь;

- б) этилацетат;
 - в) 2-метилбутаналь.
3. Окислением какого спирта получается диэтилкетон:
- а) этандиола;
 - б) изопентанола;
 - в) пентанола–2;
 - г) пентанола–3.
4. Какая кислота образуется при окислении капронового альдегида:
- а) пентановая кислота;
 - б) гексановая кислота;
 - в) бутановая кислота;
 - г) гептановая кислота.
5. Какое соединение получается при каталитическом дегидрировании первичного пропилового спирта?
- а) диметилкетон;
 - б) пропаналь;
 - в) ацетон;
 - г) пропионовая кислота.
6. В результате реакции пропионового альдегида с аммиаком образуется:
- а) оксим пропаналя;
 - б) имин пропаналя;
 - в) гидразон пропаналя;
 - г) семикарбазон пропаналя.
7. Получить ацетон из пропина возможно, используя реакцию:
- а) окисления;
 - б) гидратации;
 - в) гидрогенизации;
 - г) восстановления.
8. В результате реакции между альдегидом и пятихлористым фосфором образуется производное:
- а) полигалогензамещенное;
 - б) вицинальное дигалогензамещенное;
 - в) моногалогензамещенное;
 - г) геминальное дигалогензамещенное.

9. В результате реакции диметилкетона с гидросиламином образуется:

- а) гидразон ацетона;
- б) гидразон диметилкетона;
- в) оксим ацетона;
- г) имин диметилкетона.

10. В каком ряду альдегиды перечислены в порядке возрастания активности альдегидной группы?

- а) этаналь - метаналь – трихлорэтаналь;
- б) метаналь - трихлорэтаналь – этаналь;
- в) трихлорэтаналь - метаналь – этаналь;
- г) этаналь- трихлорэтаналь- метаналь.

11. Какие из веществ реагируют друг с другом:

- а) уксусный альдегид и соляная кислота;
- б) этилметилкетон и аммиачный раствор гидроксида серебра;
- в) валериановый альдегид и аммиачный раствор гидроксида серебра;
- г) пропанон и аммиачный раствор монохлорида меди (II).

12. В реакциях с какими веществами при соответствующих условиях этаналь превращается в уксусную кислоту?

- а) пероксид водорода;
- б) перманганат калия;
- в) водород.

13. При восстановлении бензальдегида получается:

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

14. Этаналь можно получить:

- а) дегидрированием этанола;
- б) окислением этанола кислородом в присутствии катализатора;
- в) взаимодействием этилена с водой;
- г) взаимодействием ацетилена с водой.

15. Какой спирт образуется при восстановлении 3-метилбутанала?

- а) третичный бутиловый;
 - б) 2-метилбутанол-1;
 - в) 3-метилбутанол-1;
 - г) 2-метилбутанол-4.
16. Чтобы превратить альдегид в карбоновую кислоту, нужно ввести его в реакцию с:
- а) водородом;
 - б) раствором перманганата калия;
 - в) восстановителем.
17. При окислении какого вещества образуется бензальдегид?
- а) фенол;
 - б) бензиловый спирт;
 - в) 1,4-диоксибензол.
18. Какое вещество является изомером 2-метилпропаналя?
- а) бутанол-1;
 - б) бутаналь;
 - в) валериановый альдегид;
 - г) пентаналь.
19. Охарактеризуйте строение карбонильной группы:
- а) связь ковалентная полярная;
 - б) электронная плотность смещена к атому углерода;
 - в) электронная плотность смещена к атому кислорода.
20. При взаимодействии предельных альдегидов с водородом образуются:
- а) карбоновые кислоты;
 - б) вторичные спирты;
 - в) первичные спирты;
 - г) простые эфиры.
21. С какими веществами реагирует хлоруксусный альдегид?
- а) вода;
 - б) перманганат калия;
 - в) оксид меди (II).
22. С какими веществами реагирует акролеин (пропеналь)?
- а) бромная вода;
 - б) бромоводород;

- в) гидроксид меди (II) при нагревании;
- г) водород.

23. Какое соединение образуется при полном гидрировании пропеналя?

- а) пропановая кислота;
- б) пропан;
- в) пропаналь;
- г) пропанол-1.

24. При взаимодействии какого вещества с фенолом образуется продукт, используемый для получения пластмасс?

- а) гидроксид натрия;
- б) этанол;
- в) азотная кислота;
- г) метаналь.

25. Какие соединения могут образоваться при окислении этанала в различных условиях?

- а) этановая кислота;
- б) этанол;
- в) углекислый газ.

26. Какие из перечисленных веществ являются между собой гомологами?

- а) масляный альдегид;
- б) бутанол-2;
- в) 2-хлорбутанол-2;
- г) пентаналь.

27. С какими веществами реагирует муравьиный альдегид?

- а) фенолом;
- б) водой;
- в) кислородом;
- г) водородом.

28. Как изменяется активность альдегидной группы с повышением положительного заряда на атоме углерода карбонильной группы?

- а) уменьшается;
- б) не изменяется;

в) возрастает.

29. Укажите формулу соединения, которое с наименьшей скоростью вступает в реакции присоединения:

- а) диметилкетон;
- б) ацетальдегид;
- в) формальдегид.

30. Какие виды изомерии не возможны для предельных альдегидов?

- а) положение альдегидной группы;
- б) углеродного скелета;
- в) геометрическая цис-, транс-изомерия.

31. Пентаналь подвергли монобромированию в мягких условиях. При этом преимущественно образуется:

- а) 3-бромпентаналь;
- б) 4- бромпентаналь;
- в) 5- бромпентаналь;
- г) 2- бромпентаналь.

32. Какое соединение образуется при полном гидрировании пропеналя:

- а) пропан;
- б) пропаналь;
- в) пропанол-1.

33. Укажите название соединения, которое при восстановлении образует 2-метилпропанол-1:

- а) диэтиловый эфир;
- б) этилацетат;
- в) 2-метилбутаналь;
- г) 2-метилпропаналь.

34. Какие соединения могут образоваться при окислении этанала в различных условиях?

- а) этанол;
- б) этановая кислота;
- в) углекислый газ;
- г) вода.

35. При взаимодействии предельных альдегидов с водородом образуются:
- а) карбоновые кислоты;
 - б) первичные спирты;
 - в) вторичные спирты.
36. Как изменяется активность альдегидной группы с повышением положительного заряда на атоме углерода карбонильной группы?
- а) уменьшается;
 - б) не изменяется;
 - в) возрастает.
37. Укажите формулу соединения, которое с наименьшей скоростью вступает в реакции присоединения:
- а) диметилкетон;
 - б) ацетальдегид;
 - в) формальдегид;
 - г) трихлоруксусный альдегид.
38. С какими веществами реагирует муравьиный альдегид?
- а) фенолом;
 - б) кислородом;
 - в) азотной кислотой.
39. Чтобы превратить альдегид в карбоновую кислоту, нужно ввести его в реакцию с:
- а) восстановителем;
 - б) окислителем;
 - в) водородом;
 - г) раствором перманганата калия.
40. Какие соединения могут образоваться при окислении этанала в различных условиях?
- а) этанол;
 - б) этановая кислота;
 - в) углекислый газ;
 - г) вода.

Лабораторная работа «Карбонильные соединения (альдегиды и кетоны)»

Опыт 1. Синтез уксусного альдегида

В пробирку помещают кипелку, 3-4 микропаточки бихромата калия, 1–1,5 мл воды и осторожно, по стенкам пробирки, при периодическом встряхивании, прибавляют по каплям равный объем концентрированной серной кислоты. Реакционную смесь осторожно нагревают в пламени спиртовки до начала кипения.

Изменяется ли окраска и запах раствора? Закончите уравнение реакции:

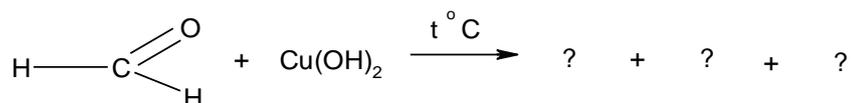
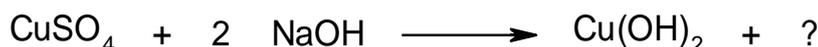


Напишите наблюдения и сделайте вывод о способах получения альдегидов.

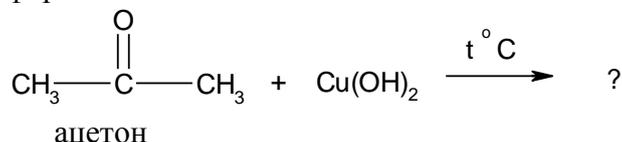
Опыт 2. Восстановление гидроксида меди альдегидами

В две пробирки помещают 5–6 капель 5 % водного раствора гидроксида натрия, 5–6 капель 5 % водного раствора сульфата меди. К образовавшимся осадкам отдельно добавляют по 4–5 капель ацетона и формалина. Содержимое пробирок тщательно перемешивают и нагревают.

Изменяется ли окраска растворов? Закончите уравнения реакций:



формалин

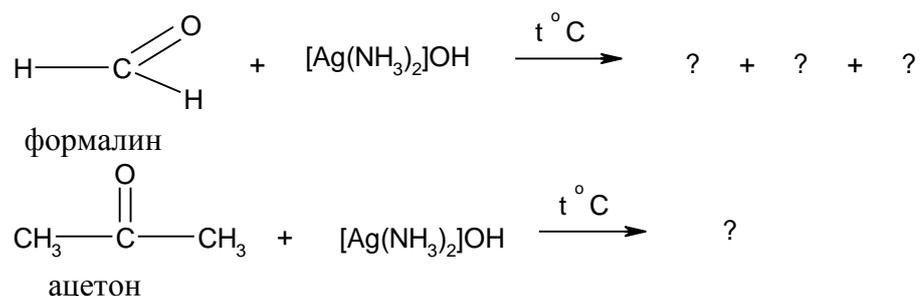


Напишите наблюдения и сделайте вывод о реакционной способности карбонильных соединений к действию слабых окислителей и возможности использования реакции для качественного определения альдегидов.

Опыт 2. Восстановление ионов серебра альдегидами
(реакция серебряного зеркала)

В две пробирки помещают по 4–5 капель раствора нитрата серебра и по 1 капле 10 % раствора гидроксида натрия. К осадку прибавляют водный раствор аммиака до полного растворения и образования бесцветного раствора. Затем в одну пробирку прибавляют 4–5 капель водного раствора формалина, в другую — 5–6 капель ацетона. Пробирки помещают в нагретую до 60 °С водяную баню.

Меняется ли окраска растворов? Закончите уравнения реакций:

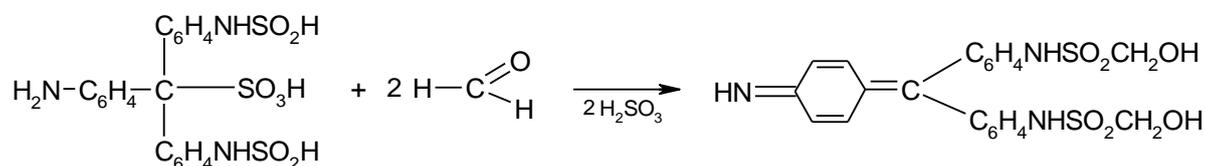


Напишите наблюдения и сделайте вывод о действии слабых окислителей на карбонильные соединения и о возможности использования реакции для качественного определения альдегидов.

Опыт 3. Реакция с фуксинсернистой кислотой (проба Шиффа)

В две пробирки добавляют по 4–5 капель фуксинсернистой кислоты, затем в одну помещают 3–4 капли ацетона, а в другую – столько же формалина.

В какой пробирке реакция идет более интенсивно? Напишите уравнение реакции:



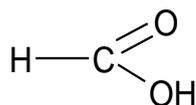
Напишите наблюдения и сделайте вывод о возможности использования пробы Шиффа для качественного определения карбонильных соединений.

1.3 Карбоновые кислоты

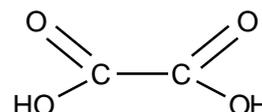
Карбоновыми кислотами называют производные углеводов, в молекулах которых содержится одна или несколько карбоксильных групп $-\text{COOH}$.

Классифицируют:

1. По числу карбоксильных групп, находящихся в молекуле на монокарбоновые (одноосновные) и дикарбоновые (двухосновные) кислоты.

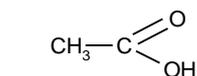


муравьиная кислота

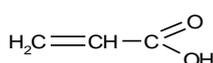


щавелевая кислота

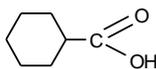
2. По характеру углеводородного радикала на алифатические (предельные и непредельные), ациклические, ароматические и гетероциклические.



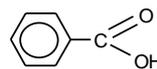
уксусная
кислота



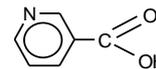
акриловая
кислота



циклогексановая
кислота



бензойная
кислота



никотиновая
кислота

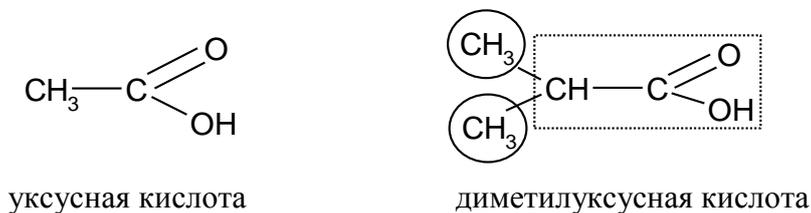
Номенклатура. Для многих карбоновых кислот широко используются тривиальные названия, чаще всего связанные с источником получения: муравьиная, уксусная, масляная, щавелевая и другие (таблица 1).

Таблица 1 — Названия некоторых карбоновых кислот, солей и эфиров

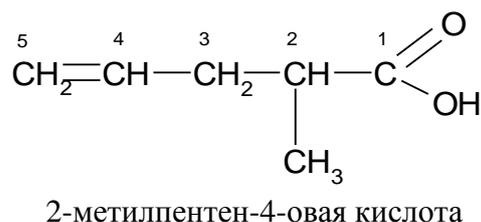
Название			Формула кислоты
кислоты		соли (эфира)	
тривиальное	ИЮПАК		
1	2	3	4
Муравьиная	Метановая	Формиат	HCOOH
Уксусная	Этановая	Ацетат	CH_3COOH
Пропионовая	Пропановая	Пропионат	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
Масляная	Бутановая	Бутират	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Валериановая	Пентановая	Валерат	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
Капроновая	Гексановая	Гексаноат	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
Лауриновая	Додекановая	Лаурат	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Миристиновая	Тетрадекановая	Миристат	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Пальмитиновая	Гексадекановая	Пальмитат	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Стеариновая	Октадекановая	Стеарат	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Щавелевая	Этандиовая	Оксалат	$\text{HOOC}-\text{COOH}$
Малоновая	Пропандиовая	Малонат	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

1	2	3	4
Янтарная	Бутандиовая	Сукцинат	HOOC-(CH ₂) ₂ -COOH
Глутаровая	Пентадиовая	Глутират	HOOC-(CH ₂) ₃ -COOH
Адипиновая	Гександиовая	Адипинат	HOOC-(CH ₂) ₄ -COOH
Акриловая	Пропеновая	Акрилат	CH ₂ =CH-COOH
Метакриловая	Метилпропеновая	Метакрилат	CH ₂ =C(CH ₃)-COOH
Пропиоловая	Пропиновая	Пропиоат	CH≡C-COOH
Олеиновая	Октадецен-9-овая	Олеат	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Линолевая	Октадекадиен-9,12-овая	Линолеат	CH ₃ (CH ₂) ₃ (CH ₂ -CH=CH) ₂ (CH ₂) ₇ COOH
Линоленовая	Октадекатриен-9,12,15-овая	Линоленат	CH ₃ (CH ₂ -CH=CH) ₃ (CH ₂) ₇ COOH
Арахидоновая	Эйкозатетраен-5,8,11,14-овая	Арахидонат	CH ₃ (CH ₂) ₄ (CH ₂ -CH=CH) ₄ (CH ₂) ₂ COOH
Фумаровая	Транс-бутендиовая	Фумарат	HOOC-CH=CH-COOH
Малеиновая	Цис-бутендиовая	Малеинат	HOOC-CH=CH-COOH
Бензойная	Бензолкарбоновая	Бензоат	C ₆ H ₅ COOH
Фталевая	1,2-бензолдикарбоновая	Фталат	o -HOOC-C ₆ H ₄ -COOH
Терефталевая	1,4-бензолдикарбоновая	Терефталат	p -HOOC-C ₆ H ₄ -COOH
Изофталева	1,3-бензолдикарбоновая	Изофталат	m -HOOC-C ₆ H ₄ -COOH

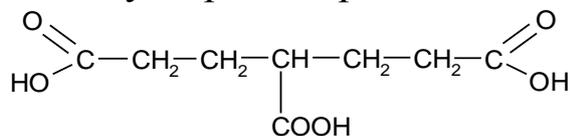
Рациональная номенклатура рассматривает карбоновые кислоты как производные уксусной кислоты, образованные замещением атомов водорода в ее метильной группе углеводородными радикалами. Пропионовая кислота может быть названа метилуксусной, масляная – этилуксусная, изомасляная – диметилуксусной:



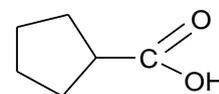
Номенклатура ИЮПАК для кислот до C₅ включительно также отдает предпочтение их тривиальным названиям. Все остальные алифатические карбоновые кислоты называют прибавлением суффикса —овая кислота к названию родоначального углеводорода с тем же числом атомов углерода. Нумерация всегда начинается от атома углерода карбоксильной группы. Поэтому в названиях кислот цифру 1, относящуюся к карбоксильному углероду, не указывают. Например:



Для кислот, содержащих более двух карбоксильных групп, где атом углерода карбоксильной группы не может быть включенным в нумерацию цепи или цикла, к названию углеводорода добавляют окончание «карбоновая кислота», не включая при этом в нумерацию цепи атом углерода карбоксильной группы.

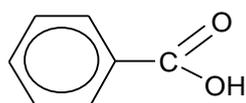


1,3,5-пентантрикарбоновая кислота

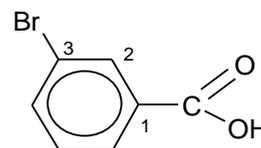


циклопентанкарбоновая кислота

Для первого представителя ароматических кислот $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ правилами ИЮПАК сохранено название бензойная кислота. Поэтому замещенные ароматические монокрбоновые кислоты называют, используя бензойную кислоту в качестве родоначальной структуры:

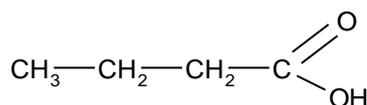


бензойная кислота

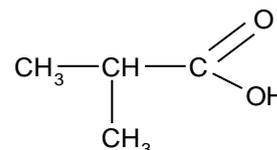


3-бромбензойная кислота

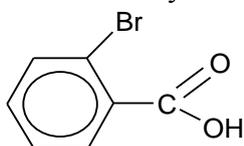
Изомерия карбоновых кислот может быть связана со строением углеродного скелета (бутановая и 2-метилпропановая кислоты), а также взаимным расположением заместителя и карбоксильной группы (три изомера бромбензойной кислоты):



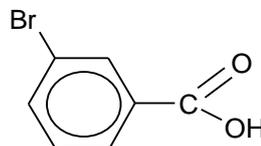
бутановая кислота



2-метилпропановая кислота



2-бромбензойная кислота



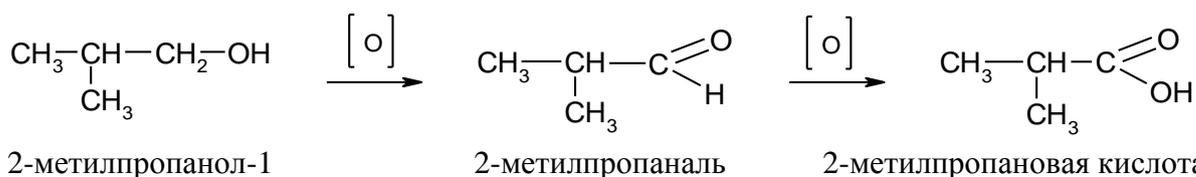
3-бромбензойная кислота



4-бромбензойная кислота

Способы получения

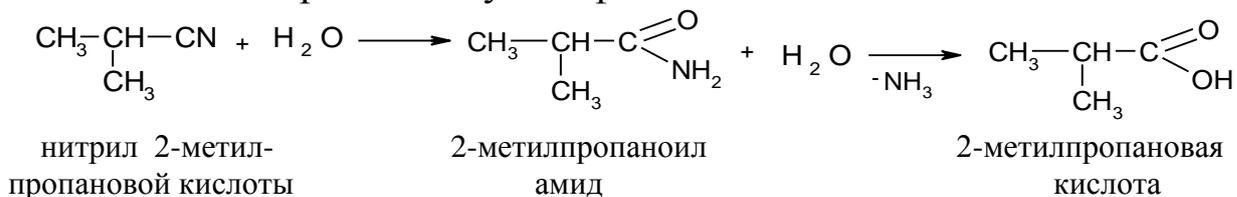
1. Окисление первичных спиртов и альдегидов. Первичные спирты и альдегиды легко окисляются, образуя карбоновые кислоты с тем же числом углеродных атомов, при этом спирт окисляется в альдегид, а последний – в кислоту:



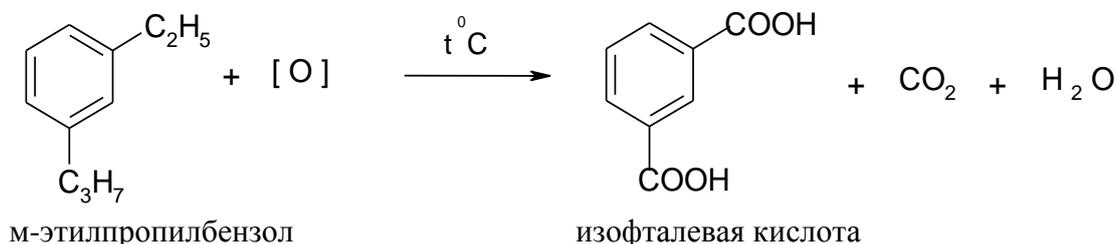
2. Гидролиз тригалогенпроизводных. При нагревании с растворами щелочей галогенпроизводных, в которых три атома галогена находятся на одном и том же атоме углерода, получаются карбоновые кислоты.



3. Гидролиз нитрилов. Алкил- и арилнитрилы гидролизуются в кислой или щелочной среде с образованием карбоновых кислот. Исходные нитрилы можно получить, например, из алкилгалогенидов с помощью реакций нуклеофильного замещения.



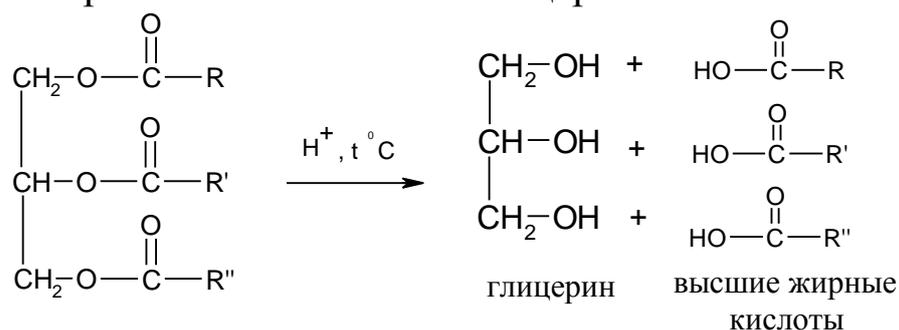
4. Окисление гомологов аренов. Боковые цепи гомологов бензола окисляются в карбоксильную группу, в качестве окислителей используются перманганат калия, бихромат калия, азотная кислота и другие окислители.



5. Гидролиз функциональных производных карбоновых кислот в кислой или щелочной среде также приводит к соответствующим карбоновым кислотам.

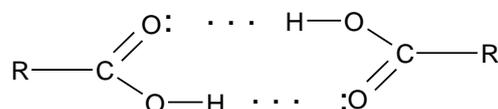
Для получения карбоновых кислот часто используют сложные эфиры RCOOR' , амиды RCONH_2 и другие производные, которые синтезируют не из карбоновых кислот, а другими путями, или же если эти вещества являются доступными природными соединениями.

ми. Например, из природных сложных эфиров — жиров — получают высшие карбоновые кислоты и глицерин.



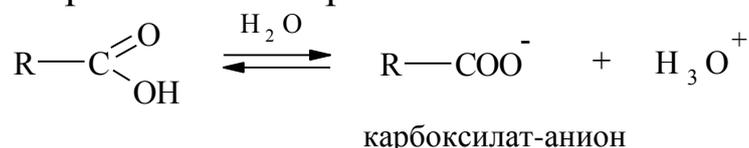
Физические свойства. Первые три представителя предельных одноосновных кислот — жидкости с острым характерным запахом. Они смешиваются с водой во всех отношениях. Высшие алифатические и ароматические кислоты — твердые, не растворимые в воде вещества. В органических растворителях (спирт, эфир) большинство кислот растворяются хорошо.

Температуры кипения (плавления) кислот закономерно возрастают по мере увеличения числа углеродных атомов и они выше температур кипения (плавления) соответствующих спиртов и альдегидов. Установлено, что молекулы кислот ассоциированы за счет водородных связей, поэтому в газовой фазе и в неполярных растворителях кислоты существуют в виде димеров:

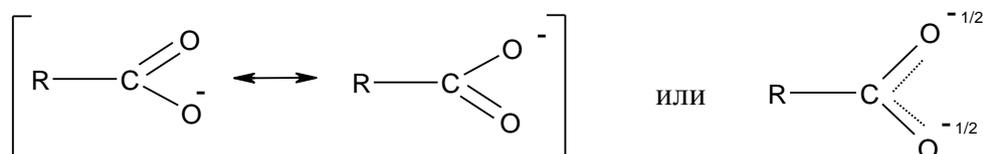


Химические свойства карбоновых кислот обусловлены подвижностью атома водорода в карбоксиле, способности гидроксильной группы карбоксила замещаться различными атомами и реакциями связанного с карбоксилем углеводородного радикала.

1. Кислотные свойства. В водном растворе карбоновые кислоты диссоциируют с образованием карбоксилат-аниона:

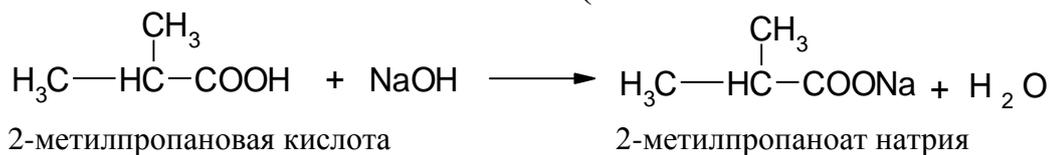


Сила карбоновых кислот зависит от стабильности образующегося аниона. В карбоксилат-анионе отрицательный заряд равномерно распределен между двумя атомами кислорода.

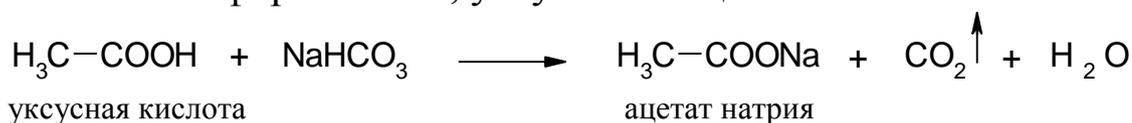


На устойчивость образующегося карбоксилат-аниона, а следовательно и на силу карбоновых кислот оказывает влияние строение углеводородного радикала. Электронодонорные заместители (например, углеводородные радикалы) снижают устойчивость карбоксилат-аниона и силу кислоты, электроноакцепторные (нитро-группа, галогены) — повышают ее.

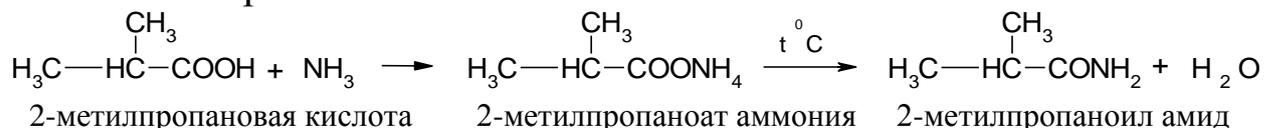
2. Реакция солеобразования протекает при взаимодействии карбоновых кислот с основаниями (солями более слабых кислот).



В названии солей, а также эфиров карбоновых кислот окончание –овая кислота меняют на суффикс –оат. Соли муравьиной кислоты называют формиатами, уксусной – ацетатами.



3. Образование амидов происходит при нагревании аммониевых солей карбоновых кислот.

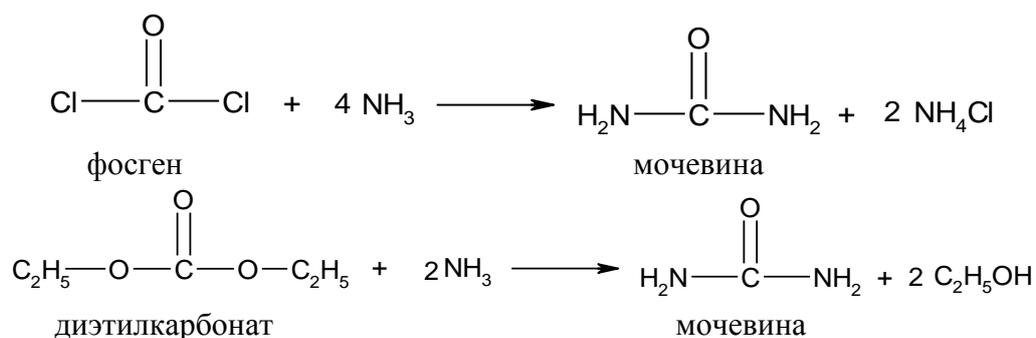


В названии амидов и галогенангидридов карбоновых кислот окончание –овая кислота меняют на суффикс –оил.

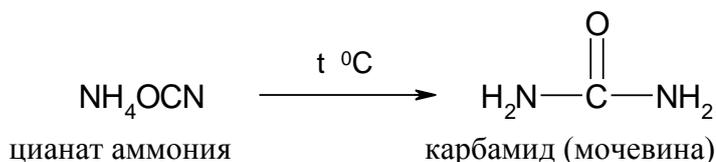
Амиды широко распространены в природе, амидные группировки входят в состав пептидов и белков. Амиды – твердые вещества, лишь амид муравьиной кислоты (формамид) HCONH_2 жидкость. Легко гидролизуются при нагревании с водой, особенно в присутствии минеральных кислот или оснований, при этом образуется кислота и выделяется аммиак.

Мочевина (диамид угольной кислоты) – один из главных конечных продуктов метаболизма азота у животных, в моче человека присутствует в количестве 25–30 г в сутки. Это твердое кристаллическое вещество с т. пл. 133°C , очень хорошо растворимое в воде, растворимое в этаноле, но нерастворимое в неполярных растворителях, таких как бензол, эфир или хлороформ.

Мочевина получается при взаимодействии аммиака с соответствующим ацилхлоридом или сложным эфиром:

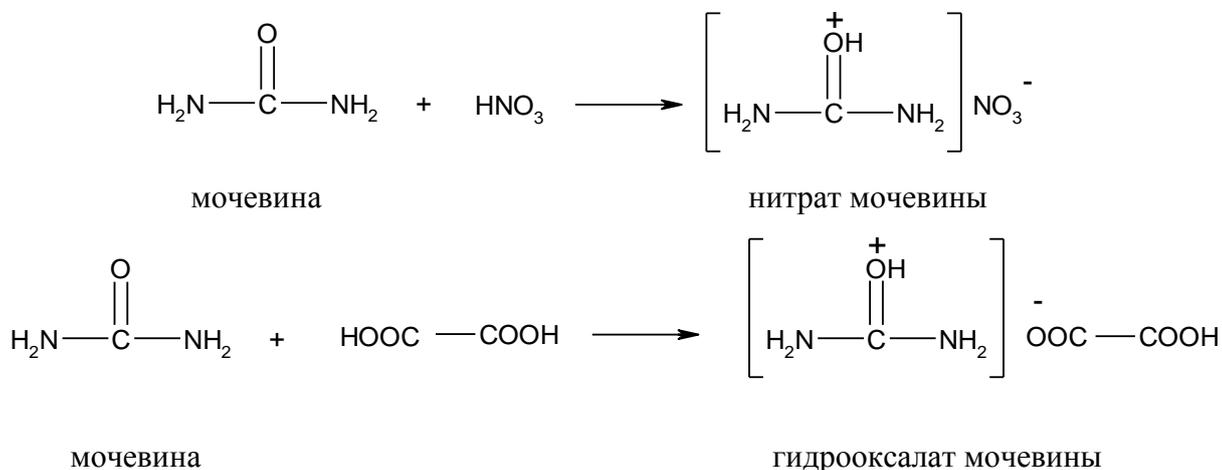


Синтез мочевины считается первым синтезом органического вещества в мире, он был осуществлен в 1828 году немецким химиком Ф. Вёлером, который синтезировал мочевины из неорганического вещества:

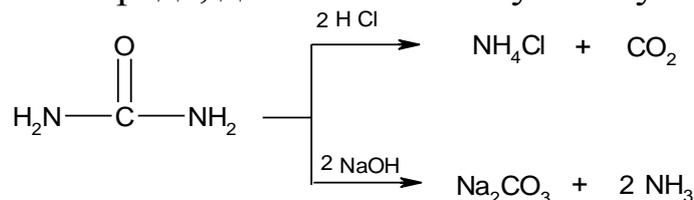


Сейчас синтез мочевины методом термической изомеризации цианата аммония имеет только историческое значение.

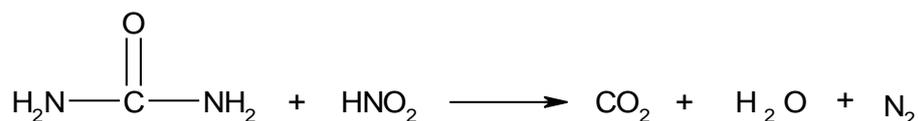
3.1 Мочевина — слабое основание (рКа мочевины равно 0,18). Известны ограниченно растворимые соли мочевины с азотной и щавелевой кислотой, содержащие кислород-протонированный катион.



3.2 Мочевина, так же как и другие амиды, гидролизуется и в кислой, и в щелочной среде, давая аммиак и угольную кислоту:



3.3 Мочевина реагирует с азотистой кислотой подобно первичным амидам, с выделением азота:

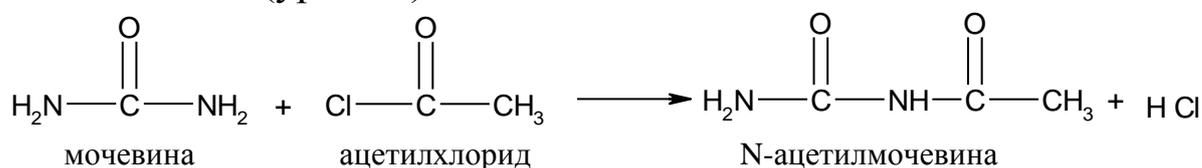


3.4 Мочевина окисляется до азота под действием гипогалогени-
ТОВ:

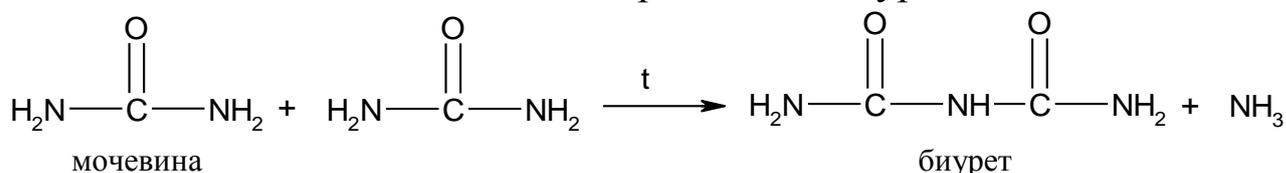


Реакция используется для количественного определения моче-
вины (А.П. Бородин, 1875): измеряют объем азота, выделившегося
при смешивании пробы образца (например, мочи) с избытком ги-
побромита калия.

3.5 Мочевина реагирует с ацилирующими агентами, давая N-
ацилмочевины (уреиды):

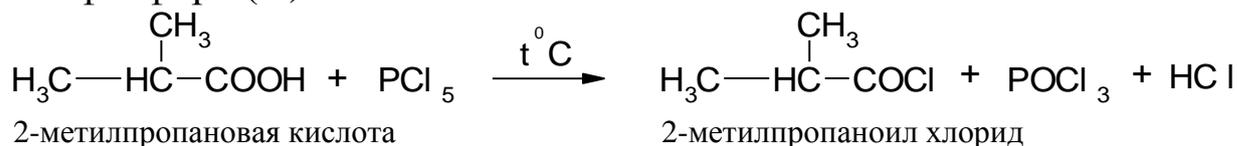


3.6 При нагревании мочевины до температуры 150-160 °С про-
исходит отщепление аммиака и образование биурета:

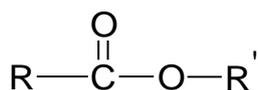


Мочевину широко применяют в сельском хозяйстве как высо-
кокачественное удобрение и как кормовую добавку, источник
небелкового азота. Некоторые производные мочевины являются
гербицидами.

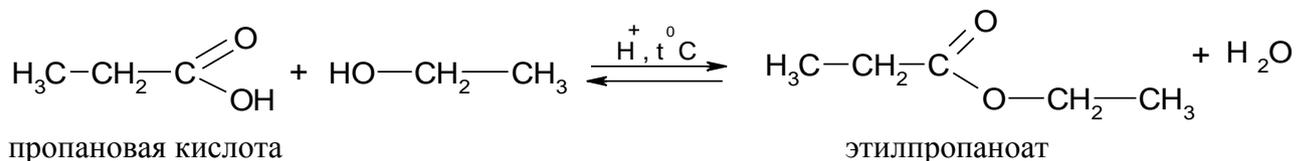
4. Образование галогенангидридов происходит при действии на
карбоновые кислоты тионилхлорида SOCl₂, хлоридов фосфора (III)
или фосфора (V).



5. Образование сложного эфира. Сложными эфирами называют
производные карбоновых кислот, образовавшиеся в результате за-
мещения гидроксильной группы в карбоксиле кислоты на остаток
спирта -OR'. Общая формула сложных эфиров:

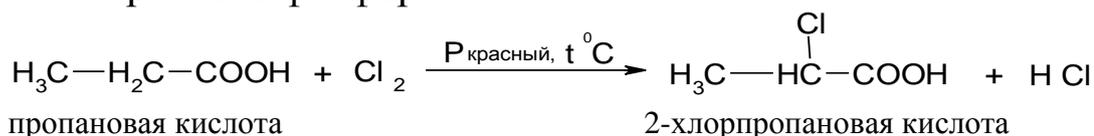


Сложные эфиры могут быть получены путем реакции этерификации — при непосредственном взаимодействии кислоты со спиртом. Реакция этерификации обратимый процесс и для того чтобы сдвинуть равновесие вправо, необходимо удалять воду из реакционной смеси.

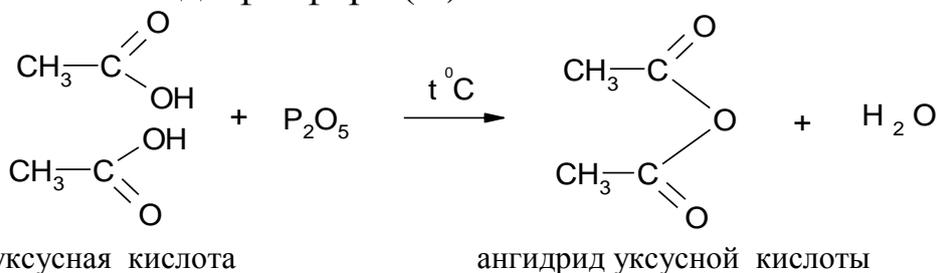


Сложные эфиры при гидролизе распадаются на спирт и кислоту, им характерно образование всех производных карбоновых кислот.

6. Галогенирование алифатических карбоновых кислот в присутствии красного фосфора

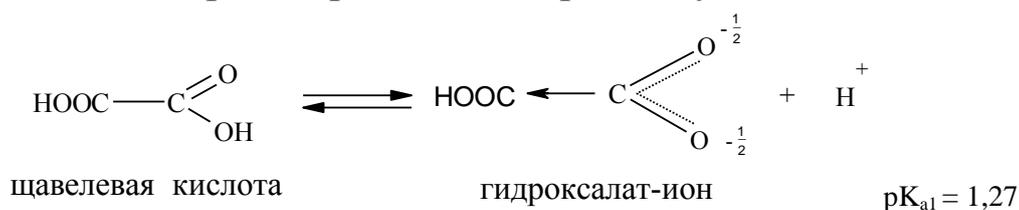


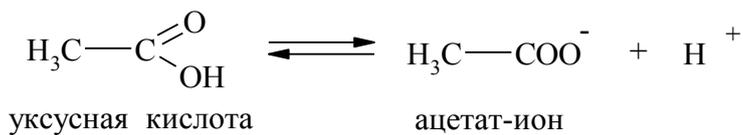
7. Образование ангидрида происходит при действии на карбоновые кислоты оксида фосфора (V)



8. Особенности химического поведения дикарбоновых кислот

8.1 Кислотность дикарбоновых кислот выше монокрбоновых кислот, что объясняется сильным электроноакцепторным действием второй карбоксильной группы, стабилизирующей карбоксилат-анион после отрыва протона на первой ступени диссоциации.

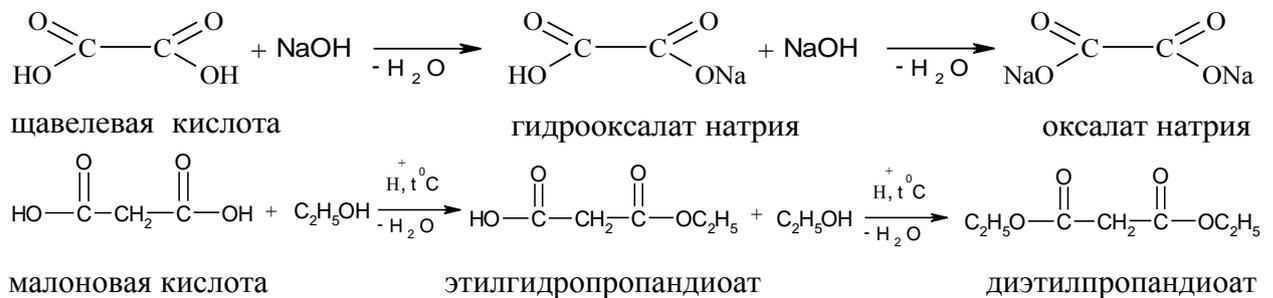




$$pK_a = 4,76$$

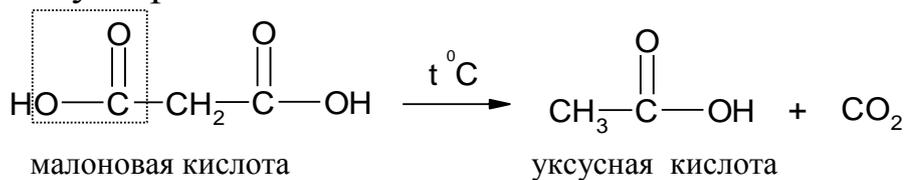
Отрыв протона от второй карбоксильной группы происходит значительно труднее вследствие нестабильности двухзарядного аниона, поэтому по второй ступени диссоциации кислотность дикарбоновых кислот низкая (для щавелевой кислоты $pK_{a2} = 4,27$).

8.2 Дикарбоновые кислоты в реакциях образования производных карбоновых кислот (солей, амидов, ангидридов, сложных эфиров и галогенангидридов) ведут себя как двухосновные и образуют два ряда производных — кислые (с одним молем) и средние (с двумя молями) действующего вещества.

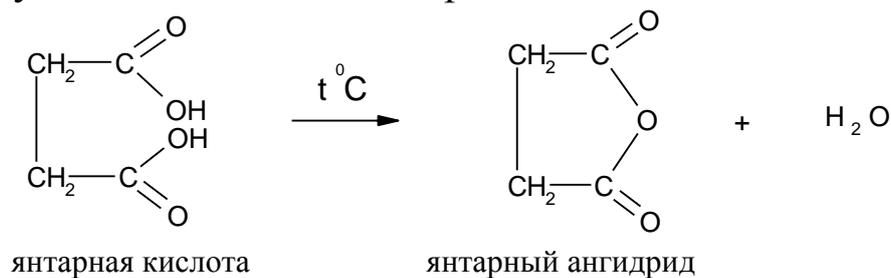


8.3 Поведение дикарбоновых кислот при нагревании зависит от строения кислоты:

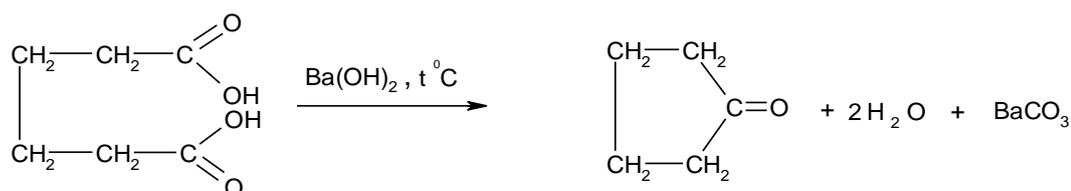
а) щавелевая и малоновая кислоты, а также гомологи малоновой кислоты при нагревании декарбоксилируются (теряют молекулу углекислого газа) и образуют монокарбоновые кислоты с укороченной углеродной цепью



б) янтарная и глутаровая кислоты при нагревании теряют воду и образуют циклические ангидриды



в) адипиновая кислота при нагревании образует циклический кетон

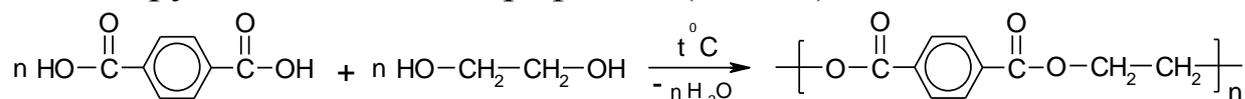


адипиновая кислота

циклопентанон

8.4 Поликонденсация дикарбоновых кислот приводит к образованием синтетических волокон:

а) из терефталевой кислоты и этиленгликоля при 250—300 °С синтезируют полиэтилентерефталат (лавсан).



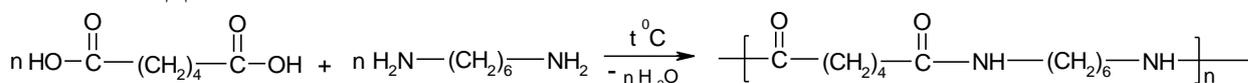
терефталевая кислота

этиленгликоль

лавсан

Волокно, изготовленное из лавсана (другие названия этого полиэфира - терилен, дакрон), обладает хорошей прочностью, термостойкостью, устойчиво к действию разбавленных кислот и щелочей.

б) из адипиновой кислоты и гексаметилендиамина получают полиамидное волокно нейлон.



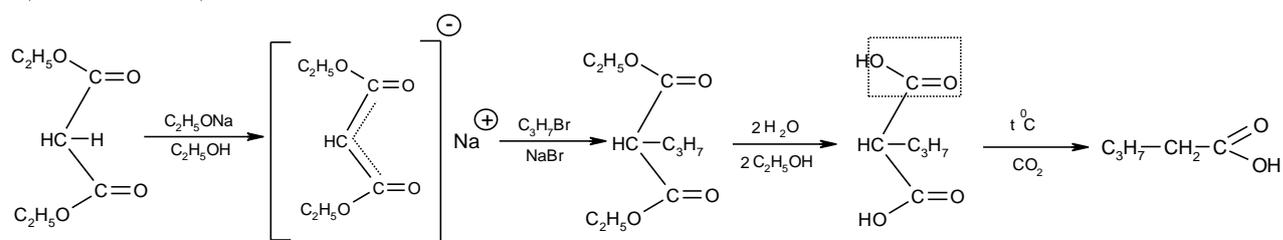
адипиновая кислота

гексаметилендиамин

нейлон

Нейлон и другие полиамидные волокна характеризуются высокой прочностью и устойчивостью к истиранию. Недостатками их являются высокая электризуемость и неустойчивость при нагревании.

8.5 Синтезы на основе малоновой кислоты. В малоновой кислоте водородные атомы метиленовой группы очень подвижны. С участием этих атомов малоновая кислота вступает в различные реакции замещения.



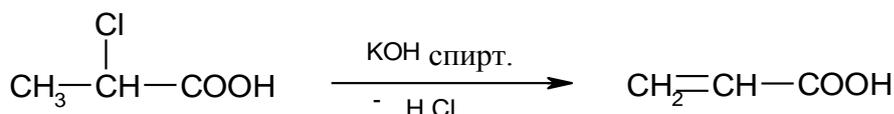
Синтез на основе малонового эфира является одним из лучших способов получения карбоновых кислот.

1.3.1 Непредельные карбоновые кислоты

Непредельные карбоновые кислоты — органические соединения, содержащие в своем составе помимо карбоксильной группы одну или несколько кратных (двойных или тройных) связей.

Способы получения

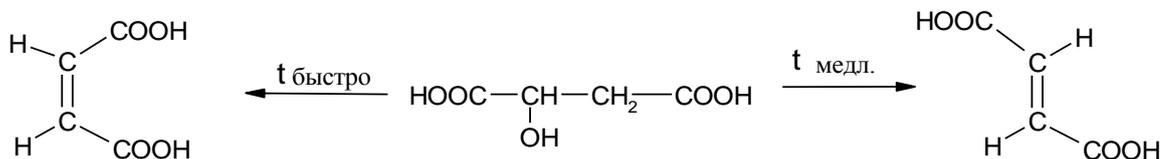
1. Дегидрогалогенирование галогенпроизводных карбоновых кислот



2-хлорпропановая кислота

акриловая кислота

2. Дегидратация оксикислот. Например, дегидратацией яблочной (оксиянтарной) кислоты получают фумаровую или малеиновую кислоты. При медленном осторожном нагревании образуется фумаровая кислота (*транс* – изомер), при быстром — малеиновая кислота (*цис* – изомер):



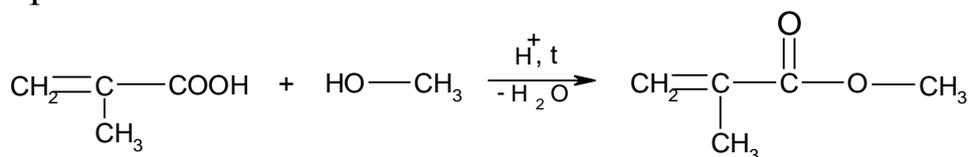
малеиновая кислота

яблочная кислота

фумаровая кислота

Химические свойства

1. Непредельные карбоновые кислоты способны образовывать соли, амиды, ангидриды, галогенангидриды и сложные эфиры, как и другие карбоновые кислоты.

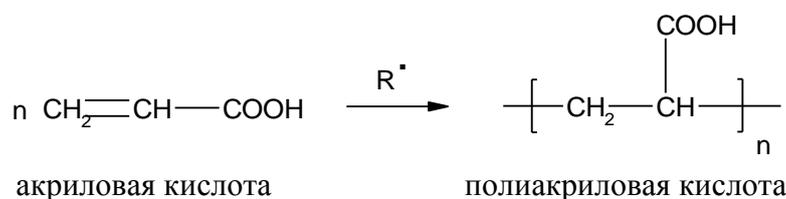


метакриловая кислота

метилметакрилат

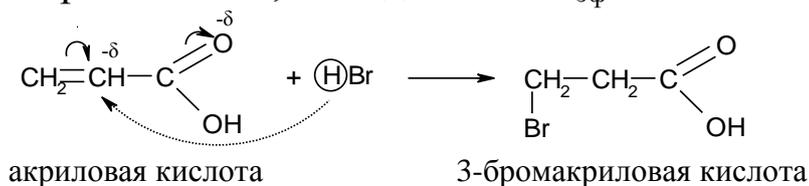
Вместе с тем наличие кратной связи обуславливает некоторые особенности химического поведения непредельных кислот.

2. Так, непредельные карбоновые кислоты вступают в реакции полимеризации под действием радикальных катализаторов.

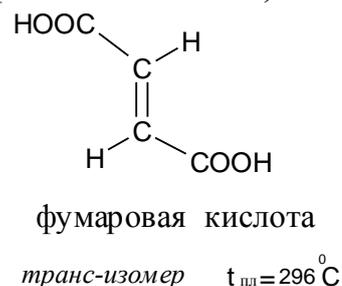
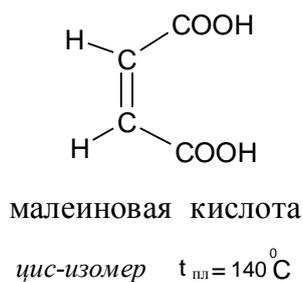


Полимеры на основе акриловой кислоты — полиакриловая кислота, полиакриламид, полиакрилонитрил, полиметилакрилат, полиметилметакрилат — имеют большое практическое значение. Используются как противокислители и дисперсанты для систем циркуляционной воды, в целлюлозно-бумажной промышленности, производстве красок, керамики, красителей, в ткацкой промышленности.

3. Непредельные карбоновые кислоты вступают в реакции присоединения по кратной связи. При этом на протекание реакции оказывает влияние карбоксильная группа. Например, в реакции акриловой кислоты с бромистоводородной кислотой происходит нарушение правила Марковникова, вследствие $-\text{M}_{\text{эф}}$ атома кислорода:

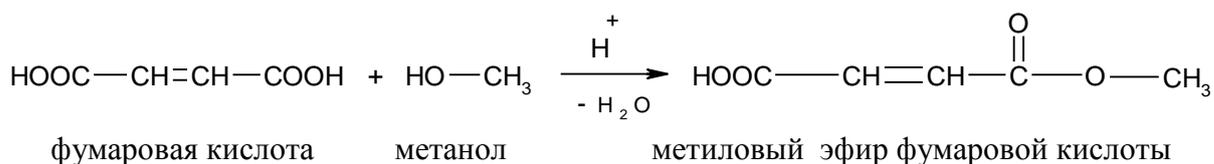


4. Реакции непредельных дикарбоновых кислот. Бутендиовая кислота $\text{HOOCCH}=\text{CHCOOH}$ — простейшая ненасыщенная дикарбоновая кислота. Существует в виде стереоизомеров: *цис*-изомера (малеиновой кислоты) и *транс*-изомера (фумаровой кислоты).

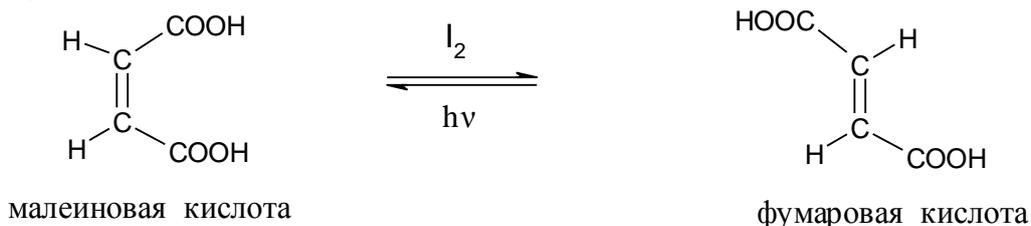


Такое расположение атомов делает невозможным свободное вращение вокруг упомянутой оси без разрыва связей. Этот вид изомерии называют пространственной или геометрической.

Геометрические изомеры отличаются не только физическими константами, но и химическими свойствами. Обе кислоты способны образовывать соли, сложные эфиры, амиды и некоторые другие производные.



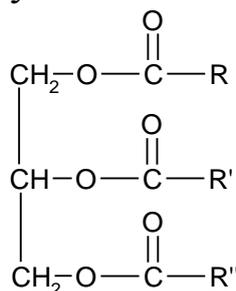
В присутствии следов иода (особенно на свету), следов азотистой кислоты и даже просто на свету неустойчивая малеиновая кислота превращается в фумаровую. Однако под действием ультрафиолетовых лучей фумаровая кислота может превращаться в малеиновую.



Малеиновая кислота в природе не найдена. Малеиновый ангидрид и малеиновая кислота используются в производстве полиэфирных смол, стеклопластиков, лакокрасочных материалов. Фумаровая кислота широко распространена в природе, содержится в грибах, лишайниках и высших растениях. Фумаровая кислота участвует в биохимических процессах, а также как и малеиновая, используется для получения пластических масс и лакокрасочных материалов. Благодаря своему кислому вкусу применяется в качестве вкусовой добавки к пищевым продуктам.

1.3.2 Жиры

Жиры – сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот, так называемые глицериды. В большинстве случаев в состав жиров входят полные эфиры глицерина, образовавшиеся в результате этерификации всех трех его гидроксильных групп и называемые триглицеридами, поэтому строение жиров может быть выражено следующей общей формулой:



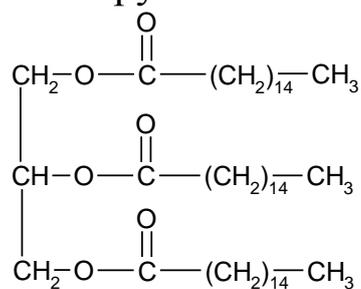
В общей формуле R, R' и R'' являются алкильными радикалами высших жирных кислот. Природные жиры животного и растительного происхождения – это смеси сложных эфиров, чаще всего включающие остатки разных кислот.

Классификация. Жиры являются важнейшей составной частью пищи человека и животных наряду с углеводами и белковыми веществами.

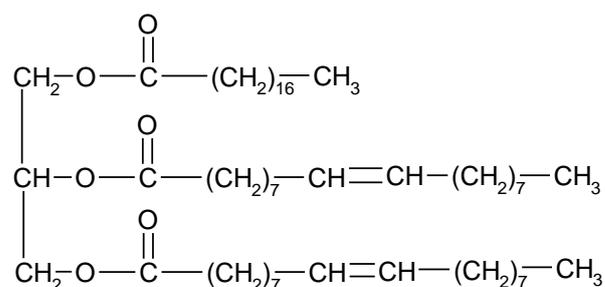
По происхождению жиры подразделяют на животные и растительные. Животные жиры выделяются из жировых тканей различных животных, из молока. Они содержат в своем составе преимущественно остатки насыщенных карбоновых кислот (чаще всего стеариновую и пальмитиновую кислоты) и сравнительно небольшое количество олеиновой кислоты. Поэтому в большинстве своем они являются твердыми или мажеобразными веществами (говяжье, баранье или свиное сало).

Растительные жиры обычно называют маслами. Их выделяют из семян и мякоти плодов различных растений. Они отличаются высоким содержанием олеиновой и других непредельных карбоновых кислот.

Номенклатура. Согласно тривиальной номенклатуре, жиры называют добавляя окончание –ин к названию кислоты и приставку показывающую количество проэтерифицированных гидроксильных групп.



трипальмитин



диолеилстеарин

Из жиров выделено несколько десятков разнообразных предельных и непредельных кислот, почти все они содержат неразветвленные цепи углеродных атомов, число которых, как правило, четное и колеблется от 4 до 26.

Из предельных высших жирных кислот в жирах чаще всего встречаются:

пальмитиновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$

стеариновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$

Из непредельных высших кислот наиболее важны:

олеиновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

линолевая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

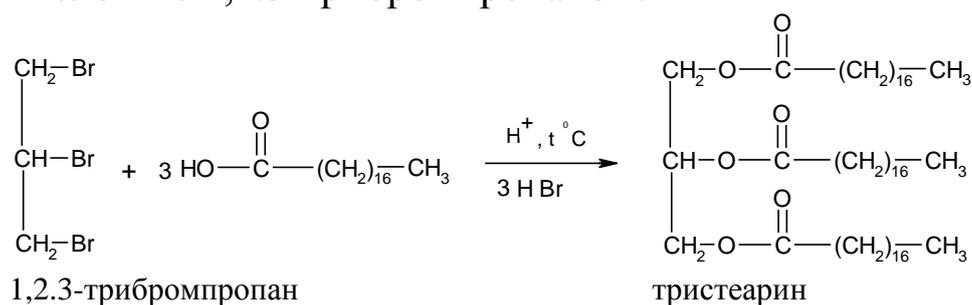
линоленовая $\text{CH}_3(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

Наличие в растительных маслах непредельных полиненасыщенных кислот придает им особую пищевую ценность. Ненасыщенные кислоты, в отличие от насыщенных, не синтезируются в организме, и человек должен получать их с пищей, главным образом с растительными маслами. Линолевая и линоленовая кислоты являются незаменимыми для человека и должны поступать в пищу в количестве не менее 5 г в сутки (растительное масло, жирная рыба, биодобавки).

Способы получения

Впервые жироподобное вещество было синтезировано в 1854 году французским химиком М. Бертло.

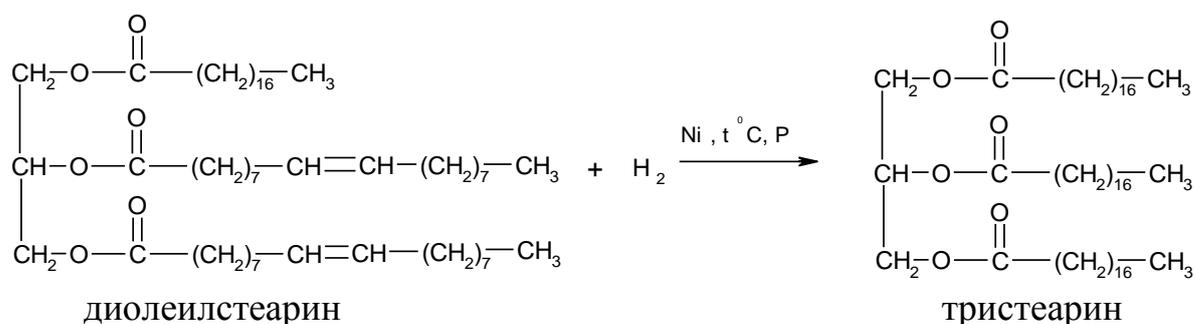
Одним из первых синтетических триглицерид в 1859 году был получен Ш. А. Вюрцем при нагревании серебряной соли стеариновой кислоты с 1,2,3-трибромпропаном:



В природе же глиcerиды получают в живых растительных или животных организмах в результате сложных биохимических реакций с участием соответствующих ферментов.

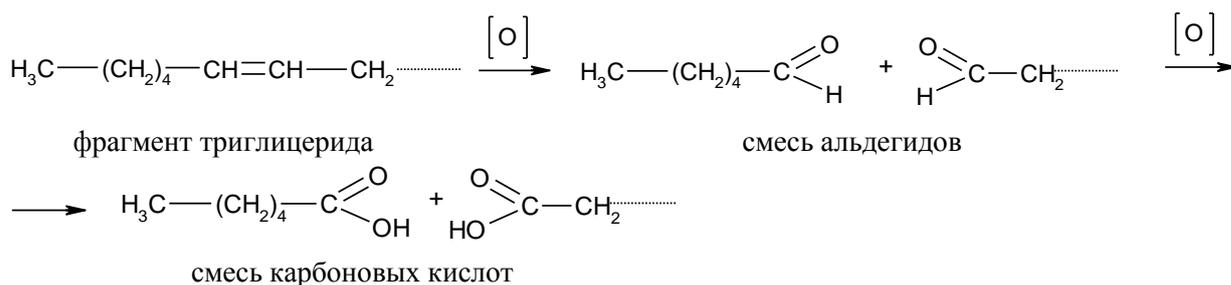
Физические свойства

При комнатной температуре жиры – твердые, мазеобразные или жидкие вещества. Как любая смесь веществ, они не имеют четкой температуры плавления. Консистенция жиров зависит от их состава: чем больше содержание остатков насыщенных кислот в триацилглицеридах, тем выше температура застывания жира (обычно температуры застывания жиров на несколько градусов ниже температур плавления). Если в триацилглицеридах преобладают остатки ненасыщенных кислот, то жир имеет жидкую консистенцию. К ним относится большинство растительных жиров (масел). Таким образом, по консистенции жира можно ориентировочно судить о кислотном составе триацилглицеридов.



Таким путем из жидких жиров (например, из многих масел растительного происхождения) получают твердые жиры, используемые как в производстве мыла, так и для пищевых целей. Примером может служить получение маргарина, который по энергетической ценности близок к сливочному маслу.

3. Триацилглицериды, содержащие остатки ненасыщенных кислот, способны окисляться кислородом воздуха по двойной связи и приводит к образованию альдегидов и карбоновых кислот с более короткой цепью. Появление таких веществ ухудшает органолептические свойства жиров.



Склонность некоторых растительных масел (льняного, конопляного, хлопкового) на воздухе, особенно в тонких слоях, окисляться и высыхать образуя пленки, используют для приготовления олиф – технических масел для разведения масляных красок. Для этого натуральные масла, богатые полиненасыщенными кислотами, варят и вводят в них в качестве добавок, ускоряющих высыхание, сиккативы (оксиды свинца, соли марганца).

Индивидуальные задания

Для своего варианта индивидуального задания:

- 1) получить двумя известными способами кислоту;
- 2) провести реакции образования из данной кислоты
 - соли;
 - амида;
 - ангидрида;
 - галогенангидрида;
 - сложного эфира.

Все органические соединения должны быть названы, катализаторы указаны.

Вариант 1. Пропионовая кислота.

Вариант 2. Масляная кислота.

Вариант 3. Валериановая кислота.

Вариант 4. Капроновая кислота.

Вариант 5. Изомасляная кислота.

Вариант 6. Изовалериановая кислота.

Вариант 7. Олеиновая кислота.

Вариант 8. Бензойная кислота.

Вариант 9. Акриловая кислота.

Вариант 10. Янтарная кислота.

Вариант 11. Малоновая кислота.

Вариант 12. Стеариновая кислота.

Вариант 13. Капроновая кислота.

Вариант 14. Лауриновая кислота.

Вариант 15. Пальмитиновая кислота.

Вариант 16. Метакриловая кислота.

Варианты тестовых заданий

№ варианта	Номера вопросов								
	1	1	13	15	17	28	33	35	37
2	3	7	10	13	20	23	28	31	38
3	12	15	19	24	28	35	40	9	31
4	7	16	18	22	26	32	1	27	40
5	2	10	14	25	31	34	36	15	27
6	8	11	17	24	26	39	34	2	9
7	13	19	22	27	30	33	38	10	5
8	3	8	12	17	23	32	38	28	34
9	9	11	15	18	20	31	35	38	40
10	4	7	18	25	34	39	40	23	30
11	1	14	19	20	29	33	38	21	35
12	3	10	13	19	21	27	36	39	40
13	5	6	11	23	26	30	32	34	29
14	6	12	15	26	28	30	39	37	16
15	1	11	13	22	24	37	5	20	36
16	6	8	9	18	20	27	29	34	37

1. Какие виды изомерии возможны для непредельных одноосновных карбоновых кислот:

- а) цис-, транс-изомерия;
- б) положения карбоксильной группы;
- в) углеродного скелета.

2. Валериановой кислоте изомерен:

- а) пропилформиат;
- б) этилацетат;
- в) бутилформиат;
- г) бутилацетат.

3. Метилэтилуксусная кислота по ИЮПАК номенклатуре называется:
- а) 2-этилпропионовая;
 - б) 2-этилпропановая;
 - в) 2-метилпропионовая;
 - г) 2-метилбутановая.
4. Диметилуксусная кислота по ИЮПАК номенклатуре называется:
- а) 2-этилпропановая;
 - б) 2-метилпропионовая;
 - в) 2-метилбутановая.
5. Какие виды изомерии возможны для предельных одноосновных карбоновых кислот:
- а) цис-, транс-изомерия;
 - б) положения карбоксильной группы;
 - в) углеродного скелета.
6. Укажите названия изомера масляной кислоты:
- а) валериановая кислота;
 - б) пентановая кислота;
 - в) 2-метилпропановая кислота;
 - г) щавелевая кислота.
7. Какие кислоты будут более сильные, чем уксусная:
- а) хлоруксусная;
 - б) соляная;
 - в) угольная;
 - г) муравьиная.
8. С какими соединениями реагирует уксусная кислота в обычных условиях:
- а) перманганат калия;
 - б) карбонат натрия;
 - в) гидрокарбонат калия;
 - г) метанол.
9. В молекуле какого вещества содержится наиболее подвижный атом водорода:
- а) вода;
 - б) этаналь;
 - в) метанол;
 - г) метановая кислота.
10. С какими веществами реагирует метановая кислота:
- а) метанол;

- б) алюминий;
 - в) карбонат натрия;
 - г) аммиачный раствор оксида серебра(1).
11. В отличие от других монокарбоновых кислот предельного ряда муравьиная кислота:
- а) реагирует с натрием;
 - б) легко подвергается внутримолекулярной дегидратации;
 - в) легко окисляется;
 - г) представляет собой по строению альдегидокислоту.
12. С какими веществами реагирует пропановая кислота:
- а) аммиак;
 - б) бромная вода;
 - в) бромоводород.
13. Охарактеризуйте физические свойства уксусной кислоты:
- а) жидкость при комнатной температуре;
 - б) плохо смешивается с водой;
 - в) обладает едким запахом.
14. Как по ИЮПАК номенклатуре называется капроновая кислота:
- а) бутановая;
 - б) пентановая;
 - в) гексановая;
 - г) 2-метилбутановая.
15. Назовите по ИЮПАК номенклатуре триметилуксусную кислоту:
- а) изовалериановая кислота;
 - б) валериановая кислота;
 - в) 1,1-диметилпропановая кислота;
 - г) 2,2-диметилпропановая кислота.
16. С какими веществами реагирует бутаноат натрия:
- а) этан;
 - б) гидроксид натрия;
 - в) соляная кислота.
17. В отличие от других кислот предельного ряда муравьиная кислота:
- а) реагирует с натрием;
 - б) реагирует с аммиачным раствором гидроксида серебра;
 - в) легко окисляется.
18. Какие кислоты могут образовывать кислые соли:
- а) масляная;
 - б) щавелевая;
 - в) муравьиная;

- г) угольная.
19. С какими веществами реагирует пропенвая кислота:
- а) бромная вода;
 - б) бромоводород;
 - в) аммиак;
 - г) водород.
20. Какая карбоновая кислота дает реакцию "серебряного зеркала":
- а) этанол;
 - б) трихлоруксусная;
 - в) щавелевая;
 - г) муравьиная.
21. Какие кислоты будут более слабые, чем уксусная:
- а) угольная;
 - б) хлоруксусная;
 - в) муравьиная.
22. В реакции какого типа могут вступать непредельные карбоновые кислоты:
- а) окисления;
 - б) полимеризации;
 - в) присоединения;
 - г) этерификации.
23. Укажите названия изомера масляной кислоты:
- а) 2-метилпропановая кислота;
 - б) щавелевая кислота;
 - в) пентановая кислота.
24. При взаимодействии акриловой кислоты с бромной водой:
- а) выпадет осадок;
 - б) обесцветится раствор;
 - в) выделится газ.
25. Учитывая электронодонорный характер алкильных радикалов, укажите, какая из кислот самая слабая:
- а) пентановая;
 - б) 2-метилбутановая;
 - в) 2,2-диметилпропановая;
 - г) 3-метилбутановая.
26. Капроновая кислота при взаимодействии с гидрокарбонатом натрия образует:
- а) амид;
 - б) ангидрид;

- в) соль;
 - г) эфир.
27. Какие вещества реагируют с водородом:
- а) линолевая кислота;
 - б) этанол;
 - в) пропаналь;
 - г) пропан.
28. При взаимодействии изомасляной кислоты с этанолом образуется:
- а) изопропилацетат;
 - б) этил-2-метилпропаноат;
 - в) этилпропаноат.
29. Укажите названия изомеров этилацетата:
- а) изопропилформиат;
 - б) бутановая кислота;
 - в) бутаналь;
 - г) метилпропионат.
30. С какими веществами реагирует молочная кислота:
- а) этанол;
 - б) бромоводород;
 - в) аммиак;
 - г) гидроксид калия.
31. Какие кислоты обесцвечивают бромную воду:
- а) акриловая;
 - б) стеариновая;
 - в) олеиновая;
 - г) метакриловая.
32. С помощью какого одного реактива можно различить растворы глицерина, пропаналя и этановой кислоты:
- а) бромная вода;
 - б) карбонат калия;
 - в) гидроксид меди (2);
 - г) азотная кислота.
33. Какая кислота получается при окислении изобутилового спирта:
- а) бутановая;
 - б) масляная;
 - в) валериановая;
 - г) 2-метилпропановая.
34. Уксусную кислоту можно получить:
- а) взаимодействием ацетата натрия с водным раствором CO_2 ;

- б) взаимодействием ацетата натрия с серной кислотой;
 - в) окислением этанола;
 - г) восстановлением ацетальдегида.
35. Какие кислоты могут входить в состав жиров:
- а) только высшие карбоновые;
 - б) в основном высшие предельные и непредельные карбоновые кислоты;
 - в) бутановая кислота;
 - г) неорганические кислородсодержащие.
36. В состав твердых при комнатной температуре жиров входят:
- а) главным образом остатки высших непредельных карбоновых кислот;
 - б) главным образом остатки высших предельных карбоновых кислот;
 - в) главным образом остатки пальмитиновой и стеариновой кислот;
 - г) в основном остатки олеиновой и линолевой кислот.
37. Остатки какого спирта входят в состав жидких жиров:
- а) этандиола;
 - б) пропантриола - 1,2,3;
 - в) глицерина;
 - г) этанола.
38. Мыло можно получить взаимодействием:
- а) пальмитиновой кислоты и гидроксида калия;
 - б) стеариновой кислоты и гидрокарбоната натрия;
 - в) гексановой кислоты и гидроксида калия;
 - г) стеариновой кислоты и гидроксида кальция.
39. Какой реагент переводит жидкие жиры в твердые:
- а) бром;
 - б) водород;
 - в) раствор KMnO_4 ;
 - г) раствор KOH .
40. С какой целью в промышленности производят кислотный или щелочной гидролиз жиров:
- а) для получения этиленгликоля;
 - б) для получения глицерина;
 - в) для получения высших карбоновых кислот;
 - г) для получения мыла.

Лабораторная работа «Карбоновые кислоты»

Опыт 1. Определение кислотных свойств карбоновых кислот

На полоску универсальной индикаторной бумаги последовательно наносят растворы кислот: муравьиной, уксусной, трихлоруксусной и щавелевой. Сравнивая окраску индикатора с эталонной цветной шкалой, определяют примерное значение рН исследованных кислот.

Напишите наблюдения и сделайте вывод о зависимости кислых свойств карбоновых кислот от строения радикала.

Опыт 2. Качественные реакции с бикарбонатом натрия и ацетатом свинца

В две пробирки отдельно помещают по 4-5 капель 5% растворов уксусной и щавелевой кислот. Добавляют в пробирку с уксусной кислотой 2-3 капли 5% раствора бикарбоната натрия, а в пробирку со щавелевой кислотой – 3-4 капли ацетата свинца.

Какие изменения произошли в пробирках? Закончите уравнения реакций:



уксусная кислота



щавелевая кислота

Напишите наблюдения и сделайте вывод о возможности использования реакций для качественного определения карбоновых кислот.

Опыт 3. Отношение карбоновых кислот к воздействию окислителей

В четыре пробирки отдельно помещают по 4-5 капель 5 % водных растворов муравьиной, уксусной, щавелевой и молочной кислот. Во все пробирки добавляют по 1 капле 1 % раствора серной кислоты и по 3-4 капли 5 % раствора перманганата калия. Содержимое пробирок интенсивно перемешивают и оставляют в штативе на несколько минут.

Меняется ли окраска растворов в пробирке? Закончите уравнения реакций:



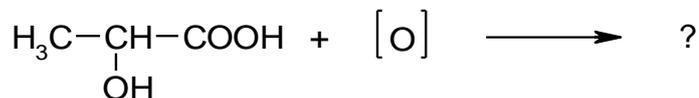
муравьиная кислота



уксусная кислота



щавелевая кислота



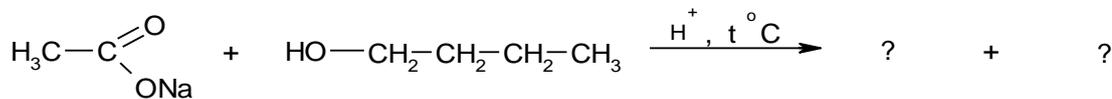
молочная кислота

Напишите наблюдения и сделайте вывод об отношении карбоновых кислот к воздействию окислителей.

Опыт 4. Образование сложного эфира (реакция этерификации)

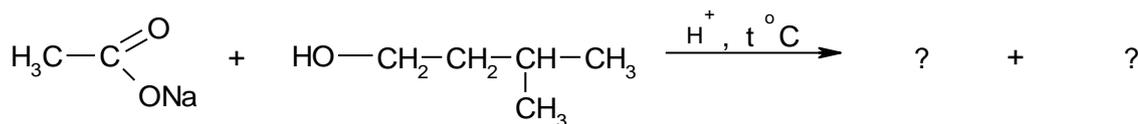
В две сухие пробирки помещают по 4-5 микролопаточек ацетата натрия и добавляют в одну пробирку 5-6 капель бутилового спирта, а в другую — 5-6 капель изоамилового спирта. Содержимое пробирок тщательно перемешивают и добавляют в каждую по 2 капли концентрированной серной кислоты. Полученные смеси, периодически встряхивая, осторожно нагревают в пламени спиртовки до начала кипения.

Закончите уравнения реакций:



ацетат натрия

бутанол-1



ацетат натрия

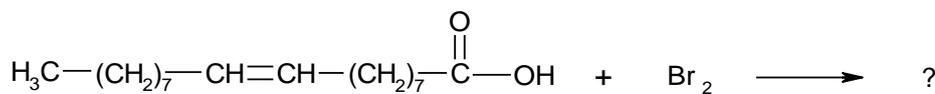
3-метилбутанол-1

Напишите наблюдения и сделайте вывод о способе получения сложного эфира.

Опыт 5. Доказательство ненасыщенности олеиновой кислоты

В пробирку помещают 2 капли бромной воды, добавляют 3-4 капли олеиновой кислоты и 5-6 капель дистиллированной воды.

Как изменяется окраска раствора? Закончите уравнение реакции:



олеиновая кислота

Напишите наблюдения и сделайте вывод о ненасыщенности олеиновой кислоты.

1.4 Углеводы (сахара)

Углеводами называют группу природных веществ, близких по химическим свойствам к полигидроксиальдегидам или полигидроксикетонам, т. е. многоатомным альдегидо- или кетоспиртам.

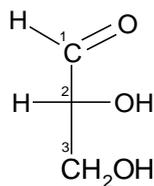
Углеводы широко распространены в природе, составляя до 80% сухой массы растений, входят в состав нуклеиновых кислот, которые осуществляют хранение и передачу наследственной (генетической) информации и биосинтез белка, являются одним из трех основных компонентов питания.

По способности к гидролизу углеводы делятся на две группы: простые – моносахариды (монозы) и сложные – полисахариды (полиозы). Моносахариды не гидролизуются с образованием более простых углеводов. Полисахариды можно рассматривать как продукт поликонденсации моноз. Полиозы делят на сахароподобные (олигосахариды) и несахароподобные полисахариды.

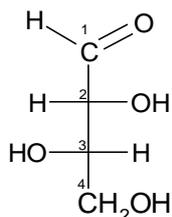
1.4.1 Моносахариды (монозы)

Моносахариды – это гетерофункциональные соединения, содержащие в своем составе оксогруппу (альдегидную или кетонную) и несколько гидроксильных групп, т.е. по своему составу это полигидроксиальдегиды либо полигидроксикетоны.

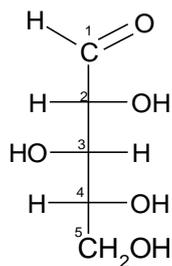
Моносахариды по количеству атомов углерода, входящих в их состав, делят на триозы (соединение содержит 3 атома углерода), тетрозы (C_4), пентозы (C_5), гексозы (C_6). В природе наиболее распространены пентозы и гексозы. Молекулы моносахаридов записывают в виде проекционных формул Фишера, располагая углеродную цепь вертикально, так чтобы наверху находился первый атом углерода, на пересечении вертикальной и горизонтальной линий находится углеродный атом, но не пишется:



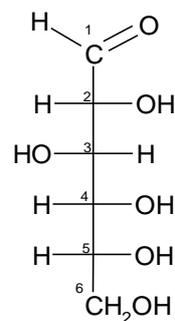
триоза



тетроза

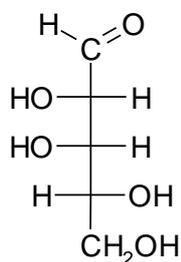


пентоза

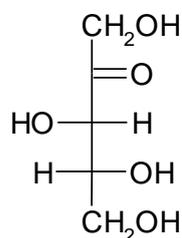


гексоза

По карбонильной группе, входящей в их состав, моносахариды, делят на альдозы и кетозы:

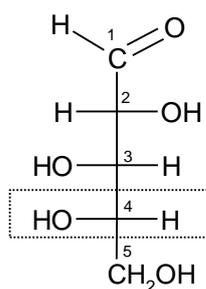


альдопентоза

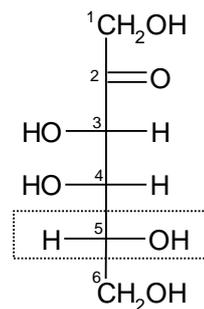


кетопентоза

По расположению предпоследнего гидроксила относительно цепи, монозы делят на D- и L- ряды. Если предпоследний гидроксил находится справа от цепи, то соединение относят к D - ряду, если слева — к L- ряду (по предложению М.А. Розанова, 1906 г).



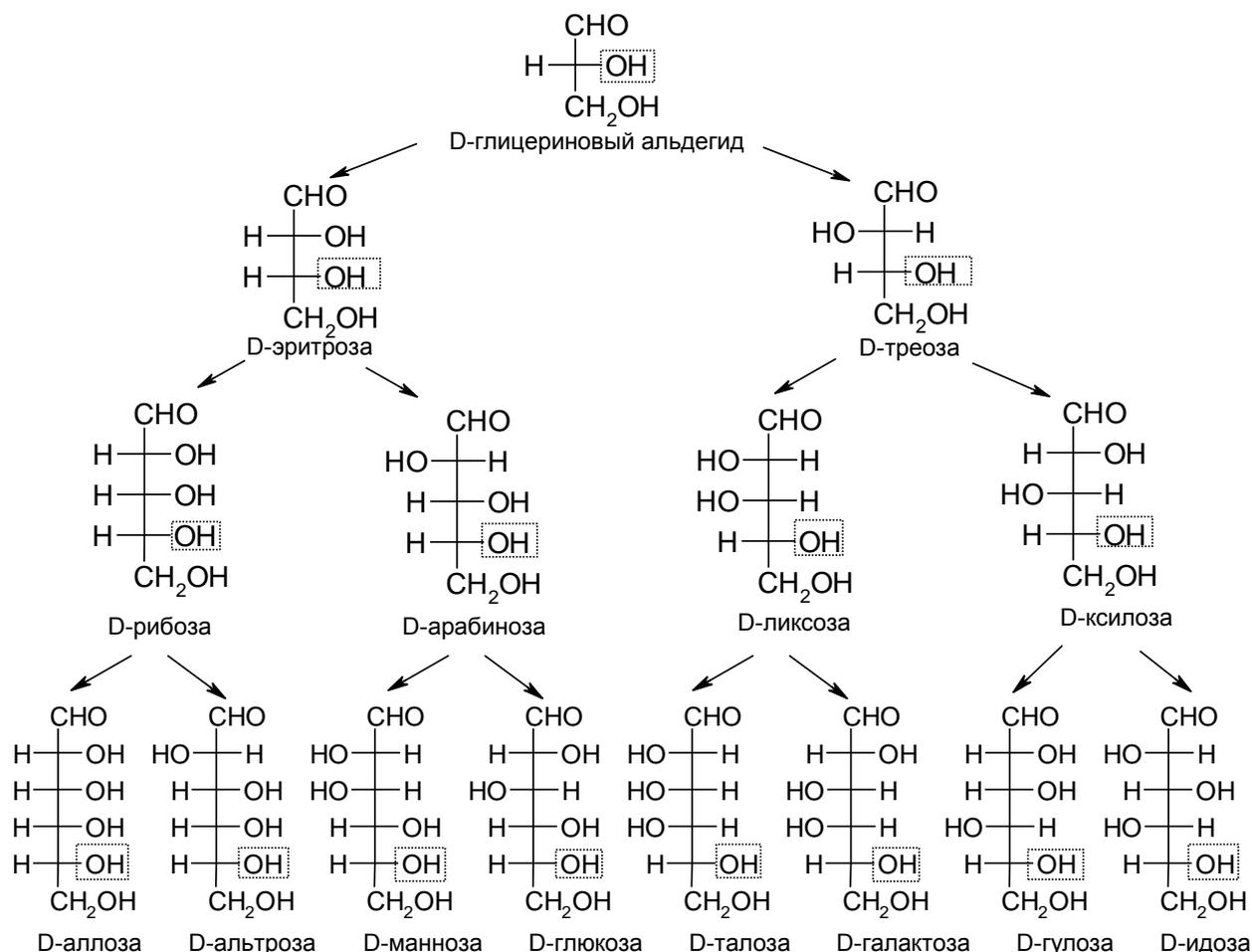
L -альдопентоза



D - кетогексоза

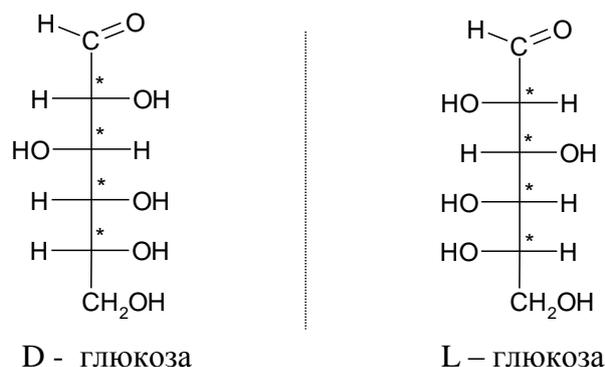
Следует отметить, что знак вращения плоскости поляризации не связан с принадлежностью к стереохимическому ряду, а определяется экспериментально. Большинство природных моносахаридов принадлежит к D-ряду:

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ D-РЯД САХАРОВ



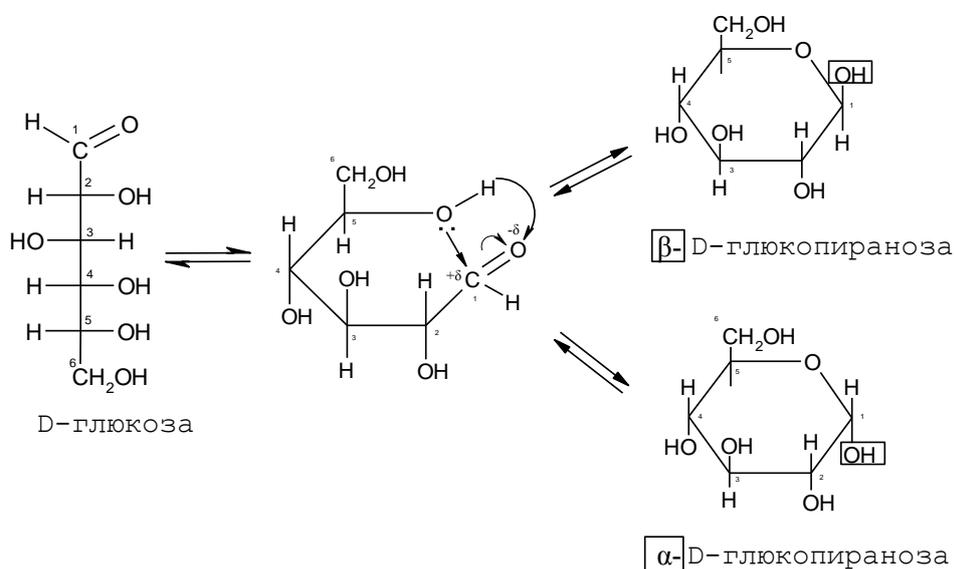
Моносахариды содержат в молекуле несколько асимметрических атомов углерода (центров хиральности), и поэтому одной и той же структурной формуле соответствуют несколько стереоизомеров (энантиомеров и диастереомеров). При этом если соединения относятся друг к другу как предмет и несовместимое с ним зеркальное отражение, то их называют энантиомерами, если не относятся – диастереомерами.

Например, в альдопентозах три асимметрических атома углерода, а в альдогексозах – четыре (в формуле они отмечены звездочками). Так как между числом асимметрических атомов углерода (n) и числом оптических изомеров (N) существует зависимость $N = 2^n$, то количество изомеров для глюкозы будет равно $N = 2^4 = 16$, из них 8 изомеров D – ряда и 8 изомеров L – ряда. Ниже приведены формулы энантиомеров – D-глюкозы и L-глюкозы:

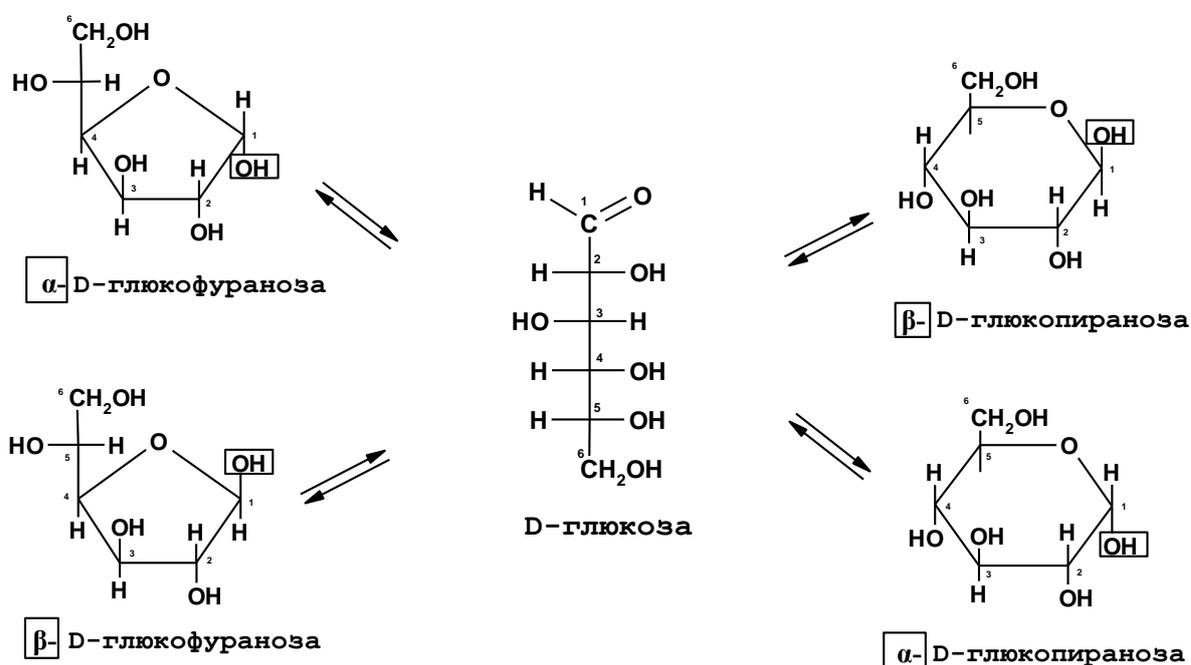


Однако ряд свойств моносахаридов не согласуется с проекционной формой записи Фишера. Так, если D-глюкозу (с Т.пл. = 146 °С) растворить в воде, то первоначальное значение угла вращения плоскополяризованного света +112, но постепенно значение уменьшается до +52,5. Если кристаллы D-глюкозы (с Т.пл. = 50 °С) растворить в воде, то удельное вращение постепенно увеличится от +19 до тех же +52,5. Это явление получило название мутаротации. Мутаротация – изменение угла вращения свежеприготовленных растворов сахаров. Кроме изменения величины оптического вращения во времени, по-особому ведет себя одна из многих гидроксильных групп.

Возможность циклизации моносахаридов обусловлена двумя факторами. Во-первых, цепи из пяти и более атомов углерода могут принимать клешневидную конформацию, в результате чего оказываются сближенными карбонильная группа при С-1 и гидроксильные группы при С-4 или при С-5. Во-вторых, взаимодействие гидроксильной и карбонильной групп, приводящее к полуацеталю, протекает в случае моносахаридов внутримолекулярно. Продуктом такого превращения является циклический полуацеталь:



В результате циклизации образуются устойчивые пяти- и шестичленные циклы. Хеуорс для удобства написания их предложил рассматривать как производные фурана (5) и пирана (6) и называть, соответственно, фураноза и пираноза. При этом атомы находящиеся справа от цепи (по Фишеру) располагаются под плоскостью кольца, а слева — над плоскостью. Пара диастереомеров, различающихся положением полуацетальных гидроксильных групп называется аномерами. Аномер, у которого гидроксил находится под циклом называют α -аномером, над плоскостью цикла — β -аномер. Для кетоз также характерна циклизация за счет оксогруппы при С-2 и гидроксильных групп при С-5 или при С-6, приводящая к полуацеталам:



Циклические и открытая формы моносахаридов находятся в растворе в динамическом (таутомерном) равновесии. Процесс взаимопревращения циклических и открытой форм друг в друга называется цикло-цепной таутомерией. В равновесном состоянии таутомерные формы находятся не в равных количествах, а с преобладанием энергетически более устойчивых изомеров. Так, D-глюкоза в водном растворе находится в основном в пиранозной форме (36 % α -D-глюкопиранозы и 64 % β -D-глюкопиранозы). Открытая и фуранозные формы присутствуют в следовых количествах, но важно отметить, что взаимные переходы циклических форм друг в друга осуществляются через открытую форму моносахарида.

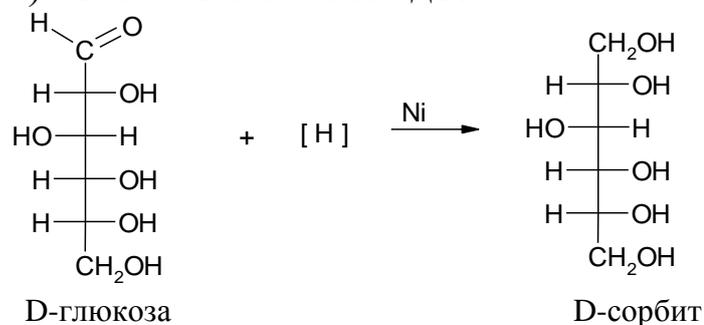
Физические свойства. Моносахариды — кристаллические вещества, часто сладкие на вкус, хорошо растворимые в воде и плохо в органических растворителях, оптически активны.

Химические свойства. Для моносахаридов характерны реакции как карбонильных соединений, как многоатомных спиртов, а также специфические реакции моноз.

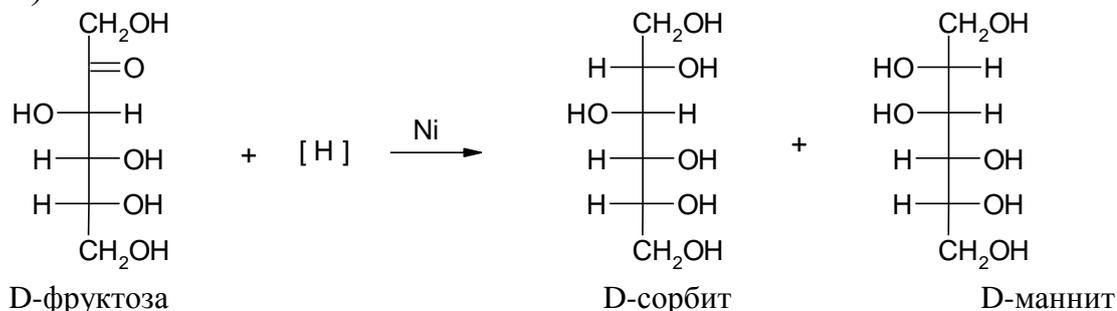
I. Реакции по карбонильной группе

1. Реакции восстановления приводят к образованию многоатомных спиртов (сахарных спиртов). Сахарные спирты — сладкие кристаллические вещества, часто используемые как сахарозаменители (сорбит, ксилит). Кроме того сорбит является промежуточным продуктом в промышленном получении аскорбиновой кислоты (витамина С) из D-глюкозы.

а) восстановление альдоз

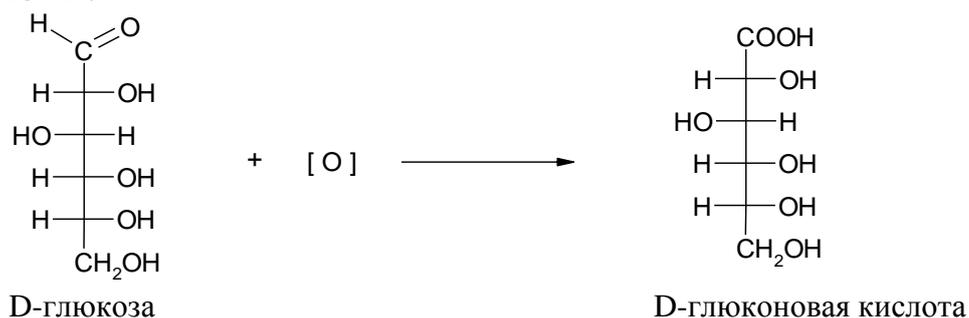


б) восстановление кетоз

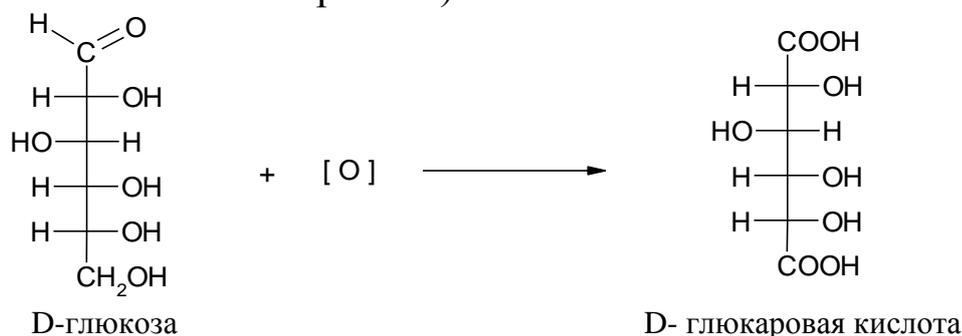


2. Реакции окисления

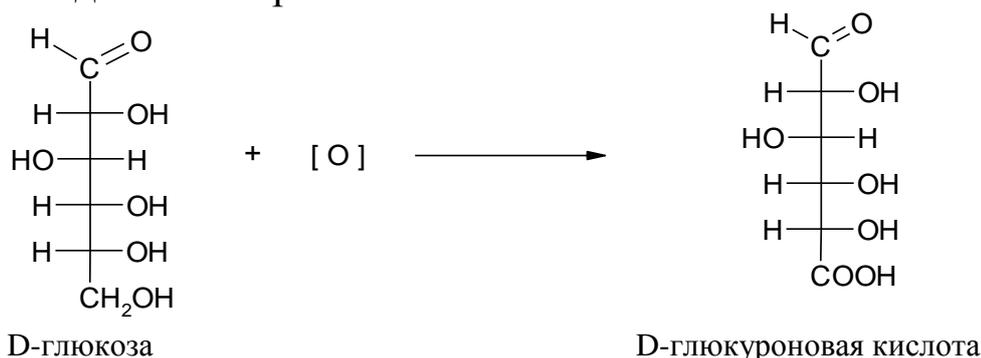
а) слабыми окислителями (например, бромом в водной среде) можно окислить альдегидную группу в карбоксильную, не затрагивая других групп. При этом получают гликоновые (альдоновые) кислоты.



б) сильными окислителями (азотной кислотой при нагревании) концевые группы альдоз (альдегидная и спиртовая) одновременно окисляются в карбоксильные группы, образуя гликарвые кислоты (называемые также сахарными).

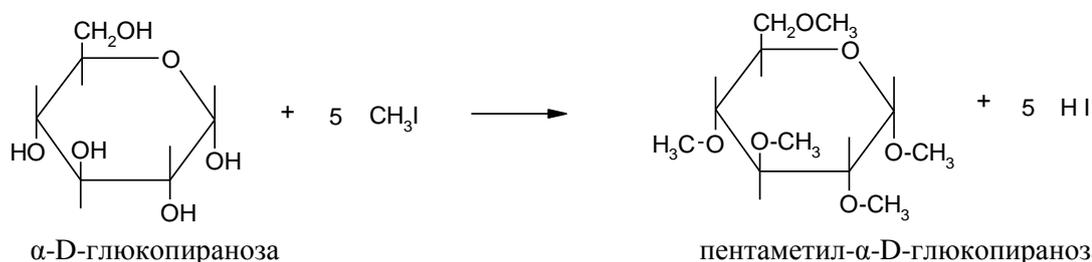


в) ферментативное окисление приводит к окислению концевой спиртовой группы (не затрагивая альдегидной группы) и образованию уроновых кислот. Уроновые кислоты выполняют в организме важную функцию: они образуют с лекарственными веществами, их метаболитами, токсичными веществами водорастворимые соединения и выводят их из организма с мочой.

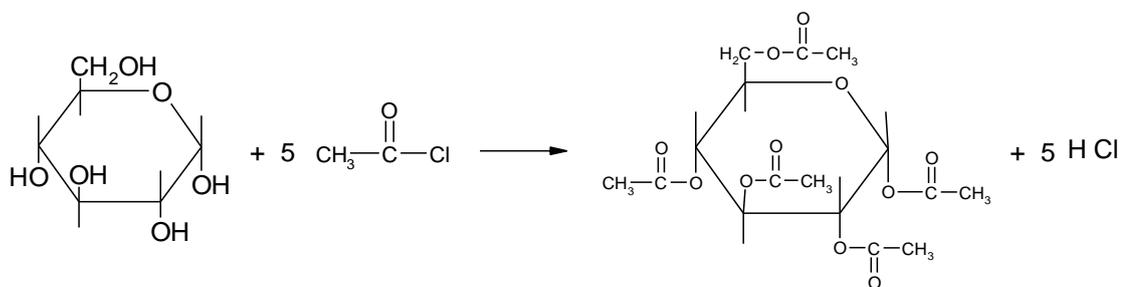


II. Реакции по спиртовым гидроксилам

1. Реакция алкилирования галогеналканами или диметилсульфатом $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$ приводит к образованию простого эфира гликозида.



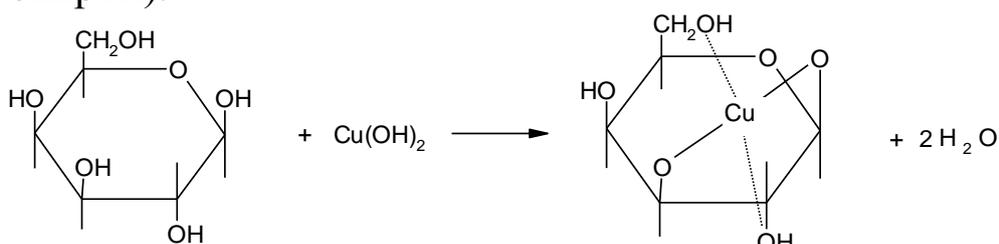
2. Реакция ацилирования моносахарида ацетилхлоридом (или уксусным ангидридом) протекает также с участием всех гидроксильных групп, при этом образуется сложный эфир.



α -D-глюкопираноза

пентаацетил- α -D-глюкопираноза

3. Моносахариды с гидроксидом меди (II) образуют хелатные соединения меди синего цвета (качественная реакция на многоатомные спирты).

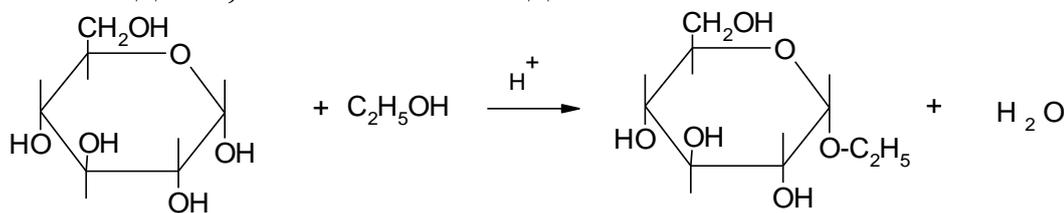


β -D-галактопираноза

галактат меди (II)

III. Реакции с участием полуацетального гидроксила

1. Реакция углеводов со спиртами (фенолами) протекает только по полуацетальному гидроксилу. Полученные соединения называют гликозидами, а связь гликозидной.

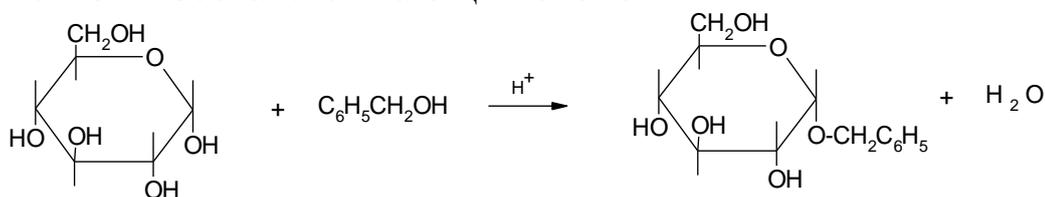


α -D-глюкопираноза

этил- α -D-глюкопиранозид

Молекулу гликозида формально можно представить состоящей из двух частей: углеводной и агликоновой. Гликозиды, образованные с OH-содержащими агликонами, называют O-гликозидами. В свою очередь гликозиды, образованные с NH-содержащими соединениями (например, аминами) называют N-гликозидами. К ним принадлежат нуклеозиды, имеющие важное значение в химии нуклеиновых кислот.

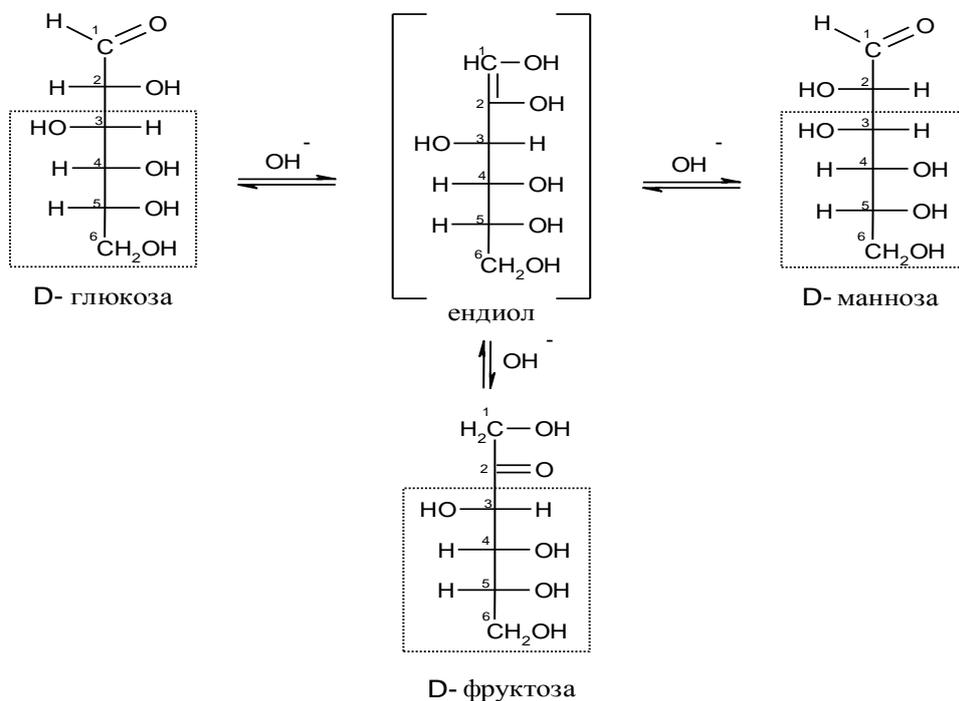
Гликозиды из-за отсутствия полуацетального гидроксила, не способны к таутомерии в водных растворах, не мутаротируют и не проявляют восстанавливающих свойств.



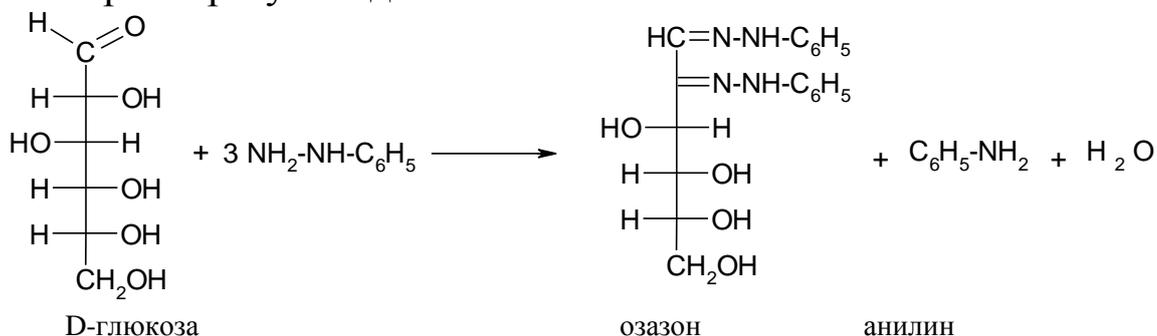
α -D-глюкопираноза

бензил- α -D-глюкопиранозид

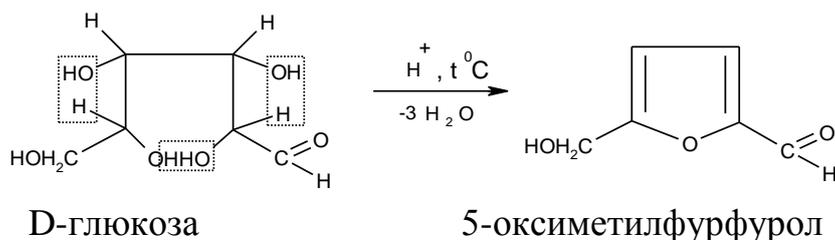
2. Эпимеризация моноз протекает в слабощелочной среде. Эпимеры — диастереомеры, отличающиеся конфигурацией только одного асимметрического атома углерода.



3. Реакция с фенилгидразином протекает с образованием озаона, эпимеры образуют один и тот же озаон.



4. Циклизация моноз в кислой среде (реакция Селиванова) протекает легче с кетозами, чем с альдозами. Так фруктоза с реактивом Селиванова образует вишнево-красное окрашивание, а глюкоза — бледно-розовое.



Фурфурол и 5-оксиметилфурфурол могут быть использованы для получения твердых смол по реакции с фенолом и ацетоном, или с мочевиной. Такие смолы используются в производстве стекловолокна, некоторых деталей самолетов, и автомобильных тормозов.

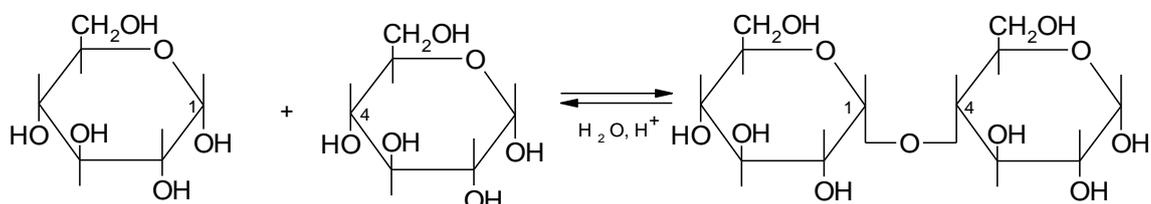
1.4.2 Дисахариды (биозы)

Природные дисахариды (биозы) состоят из двух одинаковых или разных моносахаридных остатков и представляют собой О-гликозиды (полные ацетали), в которых один из моносахаридных остатков выполняет роль агликона. С ацетальной природой связана способность дисахаридов гидролизоваться в кислой (но не в щелочной) среде с образованием моносахаридов.

Дисахариды делят на восстанавливающие и невосстанавливающие. Дисахариды, в молекулах которых сохраняется полуацетальный гидроксил (мальтоза, лактоза, целлобиоза), в растворах мутаротируют, вступают в реакции, характерные для альдегидной группы, в частности в реакцию «серебряного зеркала». Такие дисахариды называются восстанавливающими.

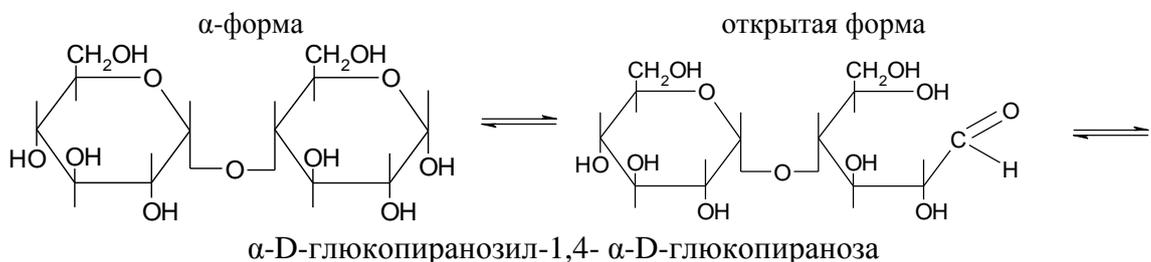
Невосстанавливающие дисахариды (трегалоза, сахароза) не способны к таутомерии, т.к. эфирная связь между моносахаридами образована с участием обоих полуацетальных гидроксильных групп.

Мальтоза (солодовый сахар) — восстанавливающий дисахарид, при гидролизе распадается до глюкозы, дает все реакции по карбонильной группе. Реакция образования мальтозы:

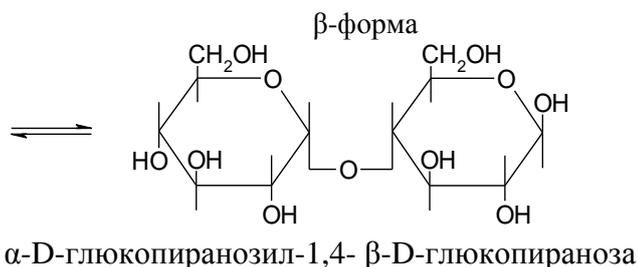


α-D-глюкопираноза α-D-глюкопираноза α-D-глюкопиранозил-1,4- α-D-глюкопираноза

Раствор мальтозы — способен к мутаротации:

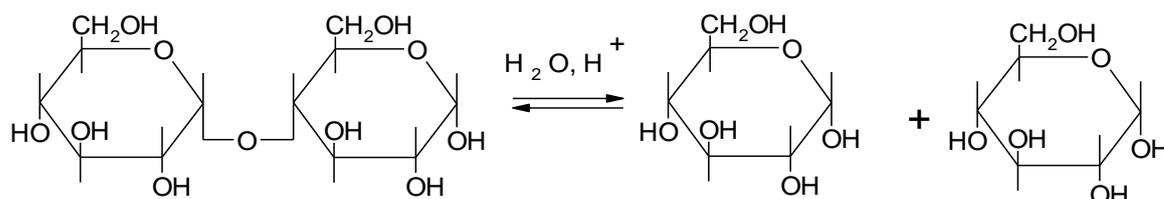


α-D-глюкопиранозил-1,4- α-D-глюкопираноза



α-D-глюкопиранозил-1,4- β-D-глюкопираноза

Дисахариды при гидролизе образуют два исходных (одинаковых или разных) моносахарида. Гидролиз мальтозы:

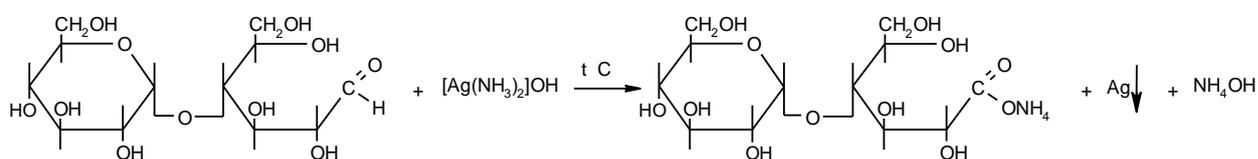


α -D-глюкопиранозил-1,4- α -D-глюкопираноза

α -D-глюкопираноза

Мальтоза вступает в реакции по карбонильной группе (реакцию окисления, восстановления, с фенилгидразином), а также как многоатомный спирт (реакции алкилирования и ацилирования).

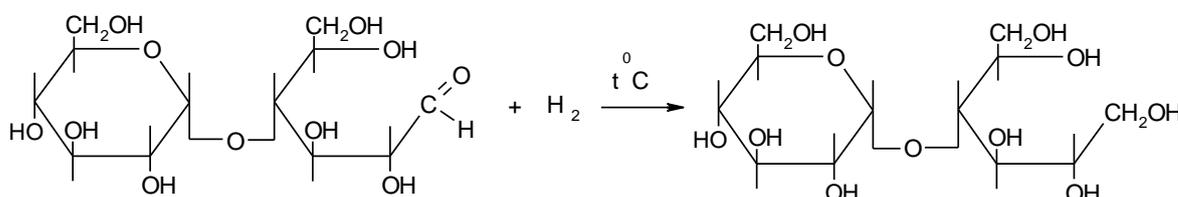
1. Реакция окисления



мальтоза

аммонийная соль мальтобионовой кислоты

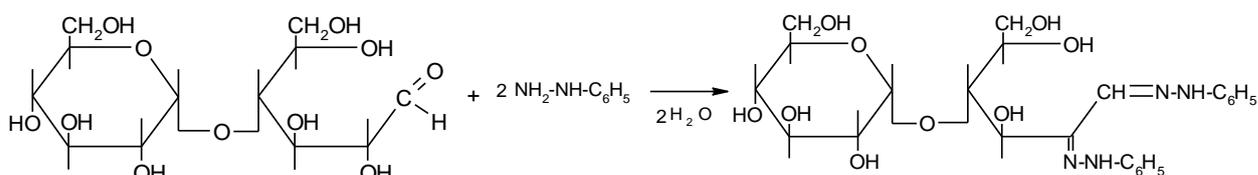
2. Реакция восстановления



мальтоза

мальтид

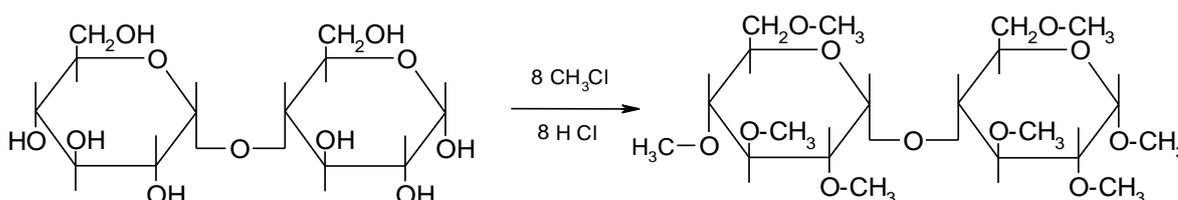
3. Реакция с фенилгидразином



мальтоза

озазон мальтозы

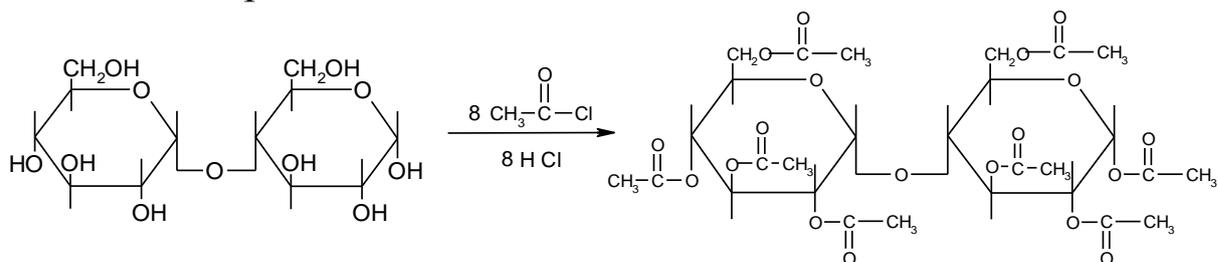
4. Алкилирование



α -D-глюкопиранозил-1,4-
- α -D-глюкопираноза

октаметил- α -D-глюкопиранозил-1,4-
- α -D-глюкопиранозы

5. Ацилирование

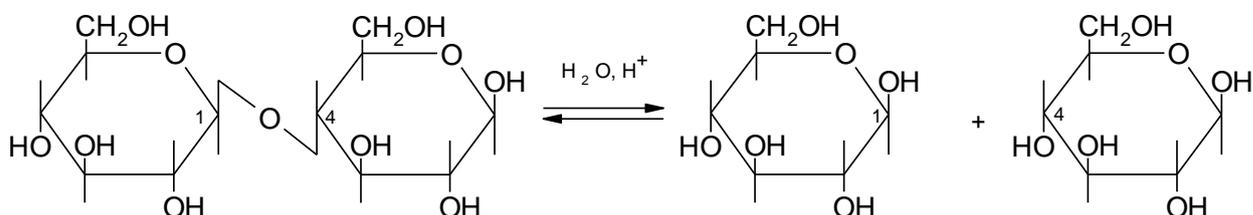


α -D-глюкопиранозил-1,4-
- α -D-глюкопираноза

октаацетил- α -D-глюкопиранозил-1,4-
- α -D-глюкопиранозы

Целлобиоза также является восстанавливающим дисахаридом, содержит полуацетальный гидроксил и может вступать в реакции по карбонильной группе.

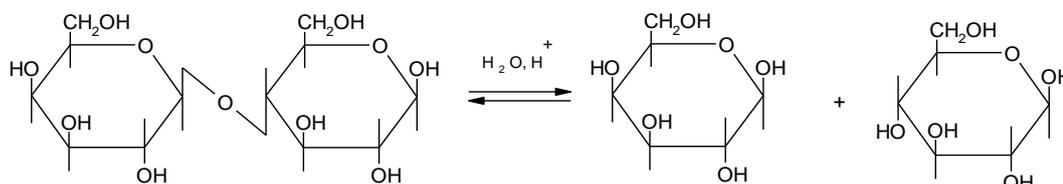
Гидролиз целлобиозы:



β -D-глюкопиранозил-1,4- β -D-глюкопираноза

β -D-глюкопираноза

Лактоза (молочный сахар) содержится в молоке (4—5 %) и получается в сыроваренной промышленности из молочной сыворотки после отделения творога. Лактоза построена из остатков D-галактопиранозы и D-глюкопиранозы, связанных (1→4)-гликозидной связью. Участвующий в образовании этой связи аномерный атом углерода D-галактопиранозы имеет β -конфигурацию. Растворы лактозы мутаротируют и дают положительные пробы с реактивами Толленса или Фелинга.



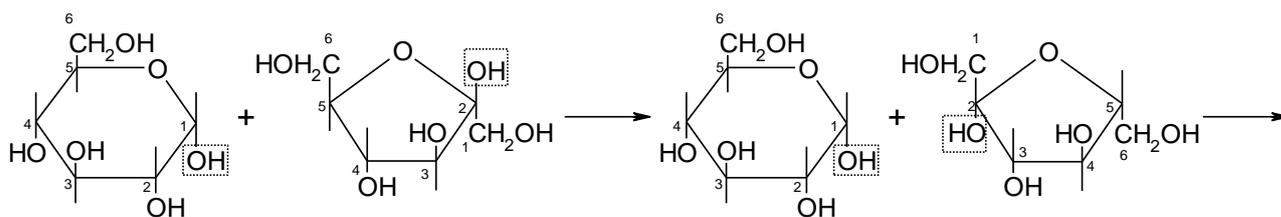
β -D-галактопиранозил-1,4- β -D-глюкопираноза

β -D-галактопираноза

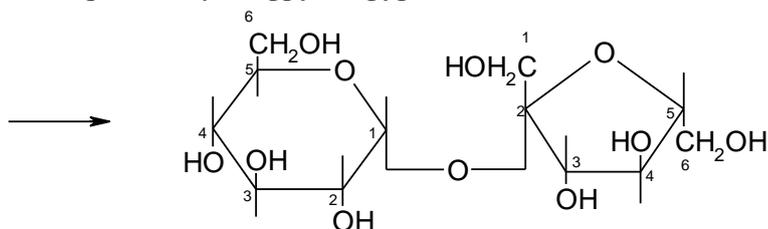
β -D-глюкопираноза

Невосстанавливающие дисахариды. Сахароза — природный дисахарид, выделяемый из растительного сырья, чаще всего из тростника и свеклы, поэтому его и называют тростниковым или свекловичным сахаром. Сахароза является невосстанавливающим дисахаридом, не содержит полуацетального гидроксила, не может открыть альдегидную группу и не восстанавливает металлы (серебро, медь) из растворов их солей. Сахароза построена из остатков α -

D-глюкопиранозы и β-D-фруктофуранозы, связанных (1→2)-гликозидной связью.

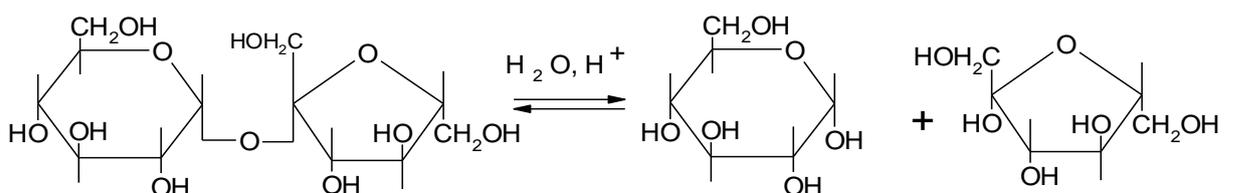


α-D-глюкопираноза β-D-фруктофураноза



α-D-глюкопиранозил-1,2-β-D-фруктофуранозид (сахароза)

Гидролиз сахарозы:



α-D-глюкопиранозил-1,2-β-D-фруктофуранозид

α-D-глюкопираноза

β-D-фруктофураноза

Гидролиз сахарозы сопровождается расщеплением гликозид-гликозидной связи, образованием свободных D-глюкозы и D-фруктозы и обращением направления угла вращения — инверсией.

1.4.3 Полисахариды (полиозы)

Полисахариды – высокомолекулярные полимерные углеводы, построенные из большого числа остатков моноз, соединенных между собой гликозид-гликозидной связью. Число остатков моносахаридов в молекулах полиоз может колебаться от сотен до тысяч и десятков тысяч.

Если полисахариды состоят из остатков только одного моносахарида их относят к гомополисахаридам, разных — гетерополисахаридам. К гомополисахаридам относятся многие полисахариды растительного (крахмал, целлюлоза, пектиновые вещества), животного (гликоген, хитин) и бактериального (декстраны) происхождения.

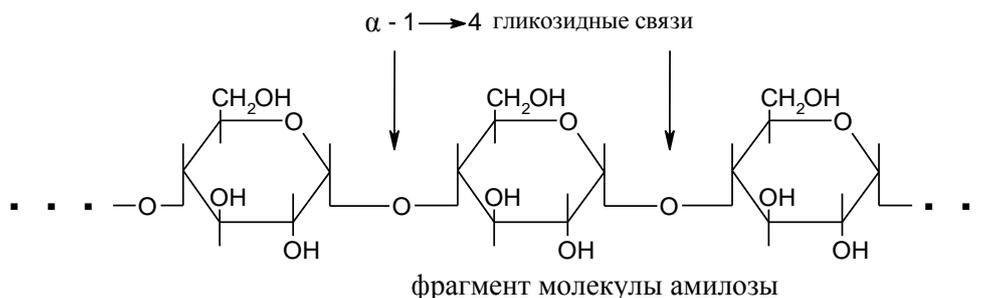
Гетерополисахариды, к числу которых относятся многие животные и бактериальные полисахариды, изучены меньше, однако они играют важную биологическую роль. Гетерополисахариды в организме связаны с белками и образуют сложные надмолекулярные комплексы.

Полисахариды имеют большую молекулярную массу. Им присущ характерный для высокомолекулярных веществ более высокий уровень структурной организации макромолекул. Наряду с первичной структурой, т. е. определенной последовательностью мономерных остатков, важную роль играет вторичная структура, определяемая пространственным расположением макромолекулярной цепи.

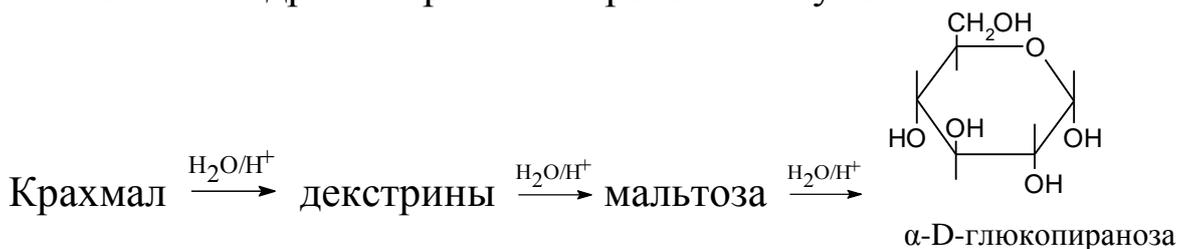
Полисахаридные цепи могут быть разветвленными или неразветвленными (линейными).

Полисахариды – бесцветные, аморфные вещества, большинство которых не растворимо в воде; они выполняют роль конструкционного материала клеток растительных организмов (целлюлоза). Водорастворимые же полиозы являются запасными веществами (крахмал, гликоген) в растительных и животных организмах. Способны к цикло-цепной таутомерии.

Крахмал – природный полисахарид, запасное питательное вещество растений. В состав крахмала входят два полисахарида – амилоза и амилопектин. Амилоза хорошо растворима в горячей воде, с йодом дает синее окрашивание, содержание в растениях колеблется от 10 – 30 %. Амилоза имеет линейное строение, в состав входит 200-1000 остатков α -D-глюкопиранозы, связанной α -1 \rightarrow 4 – гликозидной связью. В состав амилопектина также входят молекулы α -D-глюкопиранозы, но соединены они не только α -1,4 – гликозидной связью, но и α -1 \rightarrow 6 – гликозидной связью, что приводит к разветвлению молекулы. Амилопектин в горячей воде набухает, образуя вязкий коллоидный раствор — клейстер. Содержание амилопектина в крахмале составляет от 70 – 90 %.



Кислотный гидролиз крахмала протекает ступенчато по схеме:



Животные организмы запасают глюкозу в виде животного крахмала – гликогена, откладывающегося в основном в печени и в мышцах, его молекулы сильно разветвлены. В животных организмах этот полисахарид является структурным и функциональным аналогом растительного крахмала. По строению подобен амилопектину, но имеет еще большее разветвление цепей. Обычно между точками разветвления содержатся 10–12 глюкозных звеньев, иногда даже 6. Условно можно сказать, что разветвленность макромолекулы гликогена вдвое больше, чем амилопектина. Сильное разветвление способствует выполнению гликогеном энергетической функции, так как только при наличии большого числа концевых остатков можно обеспечить быстрое отщепление нужного количества молекул глюкозы.

Молекулярная масса гликогена необычайно велика. Измерения у гликогена, выделенного с предосторожностями во избежание расщепления макромолекулы, показали, что она равна 100 млн. Такой размер макромолекул содействует выполнению функции резервного углевода. Так, макромолекула гликогена из-за большого размера не проходит через мембрану и остается внутри клетки, пока не возникнет потребность в энергии.

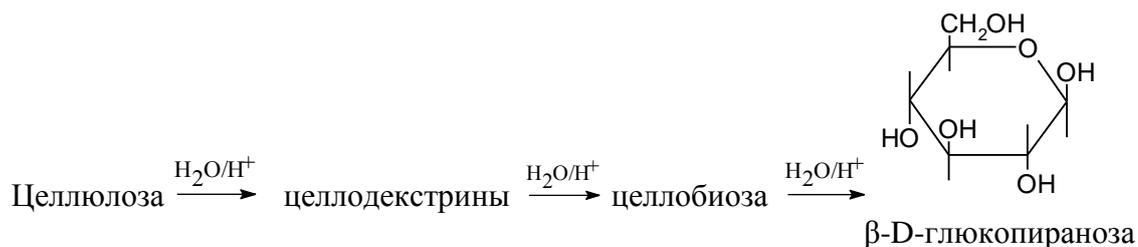
Гидролиз гликогена в кислой среде протекает очень легко с количественным выходом глюкозы. Это используется в анализе тканей на содержание гликогена: горячей щелочью из тканей извлекают гликоген, осаждают его спиртом, гидролизуют в кислой среде и определяют количество образовавшейся глюкозы.

Целлюлоза (клетчатка) в чистом виде известна в виде хлопка (вата) и фильтровальной бумаги. Много (до 50 %) клетчатки содержится в древесине. Целлюлоза самое распространенное органическое соединение на нашей планете.

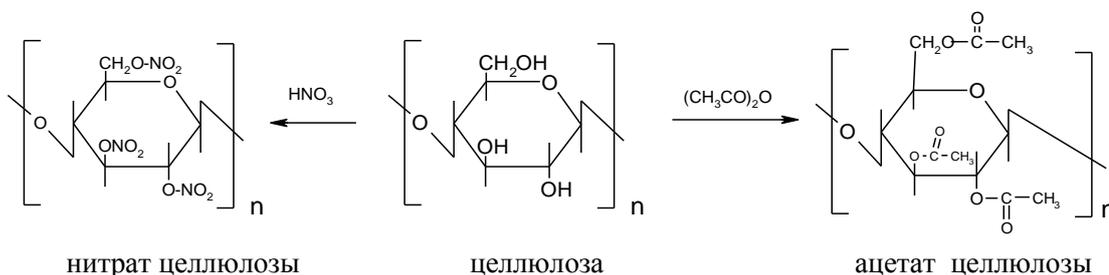
С химической точки зрения целлюлозные волокна построены из остатков β-D-глюкопиранозы, с помощью β-гликозидных связей, макромолекула целлюлозы линейна.



Кислотный гидролиз целлюлозы протекает ступенчато по схеме:



Эфиры целлюлозы. На каждое звено остатка глюкозы в клетчатке приходится три спиртовых гидроксила, которые под воздействием концентрированной азотной кислоты или уксусного ангидрида превращаются в соответствующие нитраты и ацетаты:



Нитраты целлюлозы в зависимости от содержания в них азота используются для изготовления бездымного пороха, взрывчатки – пироксилина (до 13 % азота) или нитролаков и нитроэмалей на основе коллоксилина (до 11 % азота). Сложные эфиры целлюлозы и уксусной кислоты (ацетаты) применяют для получения ацетатного волокна и в производстве пластмасс, из них получают фото- и киноплёнку.

Индивидуальные задания

Для своего варианта индивидуального задания написать:

- 1) энантиомер, диастереомер;
- 2) цикло-цепную таутомерию;
- 3) реакции:
 - окисления
 - восстановления
 - с метанолом
 - алкилирования;
- 4) образование восстанавливающего и невосстанавливающего дисахаридов.

Все органические соединения должны быть названы.

- Вариант 1. D-галактоза.
- Вариант 2. D-галактоза.
- Вариант 3. D-идоза.
- Вариант 4. D-гулоза.
- Вариант 5. D-манноза.
- Вариант 6. D-альтроза.
- Вариант 7. D-аллоза.
- Вариант 8. D-ликсоза.
- Вариант 9. D-ксилоза.
- Вариант 10. D-арабиноза.
- Вариант 11. D-рибоза.
- Вариант 12. L-аллоза.
- Вариант 13. L-манноза.
- Вариант 14. L-альтроза.
- Вариант 15. L-гулоза.
- Вариант 16. L-идоза.

Варианты тестовых заданий

№ варианта	Номера вопросов								
1	1	13	15	17	28	33	35	37	40
2	3	7	10	13	20	23	28	31	38
3	12	15	19	24	28	35	40	9	31
4	7	16	18	22	26	32	1	27	40
5	2	10	14	25	31	34	36	15	27
6	8	11	17	24	26	39	34	2	9
7	13	19	22	27	30	33	38	10	5
8	3	8	12	17	23	32	38	28	34
9	9	11	15	18	20	31	35	38	40
10	4	7	18	25	34	39	40	23	30
11	1	14	19	20	29	33	38	21	35
12	3	10	13	19	21	27	36	39	40
13	5	6	11	23	26	30	32	34	29
14	6	12	15	26	28	30	39	37	16
15	1	11	13	22	24	37	5	20	36
16	6	8	9	18	20	27	29	34	37

1. Моносахариды существуют как:

- а) в открытой (оксоформе);
- б) в циклической форме;
- в) оба ответа не верны.

2. Укажите справедливые утверждения:

- а) монозы-наиболее простая группа углеводов;
- б) в природе наиболее распространено два вида моноз-пентозы и гексозы;
- в) монозы представляют собой полигидроксикарбонильные соединения;

- г) моносахариды существуют как в открытой (оксоформе), так и циклической форме.
3. Реакция с каким соединением (соединениями) может использоваться для доказательства того, что глюкоза - многоатомный спирт:
- а) гидроксид меди при комнатной температуре;
 - б) аммиачный раствор оксида серебра (2) при нагревании;
 - в) уксусная кислота;
 - г) фуксинсернистая кислота.
4. Каким одним реактивом можно распознать разные пробирки, содержащие глюкозу и уксусную кислоту:
- а) водород;
 - б) гидроксид меди (2);
 - в) карбонат натрия.
5. В какое органическое соединение превращается глюкоза при окислении бромной водой:
- а) шестиатомный спирт;
 - б) глюконовую кислоту;
 - в) молочную кислоту;
 - г) сахарозу.
6. Какие моносахариды относятся к типу альдопентоз:
- а) глюкоза;
 - б) рибоза;
 - в) дезоксирибоза;
 - г) рибит.
7. α -D-глюкопираноза может образоваться в результате реакций
- а) гидролиза крахмала
 - б) гидролиза клетчатки
 - в) фотосинтеза из воды и углекислого газа
 - г) гидролиза гликогена
8. С какими веществами реагирует 2-дезоксирибоза:
- а) аммиачный раствор оксида серебра (1) при нагревании;
 - б) гидроксид меди (2) при комнатной температуре;
 - в) уксусная кислота;
 - г) этанол.
9. D-рибоза и 2-дезоксирибоза различаются между собой:

- а) значением молярной массы;
- б) числом атомов кислорода в молекуле;
- в) циклическую форму образует только рибоза;
- г) числом гидроксильных групп.

10. Какое вещество образуется при восстановлении альдегидной группы глюкозы:

- а) пятиатомный спирт;
- б) шестиатомный спирт;
- в) кетоспирт.

11. С какими веществами реагирует соединение, полученное при восстановлении альдегидной группы глюкозы:

- а) уксусная кислота;
- б) аммиачный раствор оксида серебра (1);
- в) гидроксид меди (2);
- г) этанол.

12. Охарактеризуйте строение и свойства фруктозы:

- а) изомер глюкозы;
- б) реагирует со спиртами;
- в) с гидроксидом меди при комнатной температуре образуется ярко-синий раствор;
- г) по строению является кетоспиртом.

13. С какими соединениями реагирует глюкоза:

- а) кислород;
- б) гидроксид меди (2) при комнатной температуре;
- в) аммиачный раствор оксида серебра (1) при нагревании;
- г) уксусная кислота.

14. α - и β - формы глюкозы различаются между собой:

- а) молярной массой;
- б) числом гидроксильных групп в молекуле;
- в) взаимным расположением гидроксильных групп у первого атома углерода;
- г) числом атомов углерода в цикле.

15. В какое органическое соединение превращается глюкоза при окислении бромной водой:

- а) глюконовую кислоту;
- б) молочную кислоту;

в) шестиатомный спирт.

16. В какой группе все соединения дают реакцию "серебряного зеркала":

- а) метаналь, глюкоза, уксусная кислота;
- б) метановая кислота, рибоза, глицерин;
- в) дезоксирибоза, глюкоза, формальдегид;
- г) этанол, этаналь, муравьиная кислота.

17. Каким одним реактивом можно различить разные пробирки, содержащие растворы ацетальдегида и глюкозы:

- а) карбонат натрия;
- б) аммиачный раствор оксида серебра (1) при нагревании;
- в) гидроксид меди (2);
- г) лакмус;

18. Какая функциональная группа присутствует в циклической форме глюкозы:

- а) гидроксильная;
- б) альдегидная;
- в) карбоксильная;
- г) карбонильная.

19. Какие функциональные группы присутствуют в открытой форме молекулы фруктозы:

- а) кетонная;
- б) альдегидная;
- в) гидроксильная;
- г) карбоксильная.

20. Глюкоза образует сложные эфиры, реагируя:

- а) со спиртами;
- б) гидроксид меди (2) при комнатной температуре;
- в) с карбоновыми кислотами;
- г) с водородом.

21. Какая функциональная группа входит в состав всех четырех молекул моносахаридов (глюкозы, фруктозы, рибозы и 2-дезоксирибозы), находящихся в циклической форме:

- а) кетонная;
- б) альдегидная;

- в) карбоксильная;
- г) гидроксильная.

22. Чтобы превратить глюкозу в шестиатомный спирт, ее нужно ввести в реакцию с:

- а) уксусной кислотой;
- б) аммиачным раствором серебра (1);
- в) этанолом;
- г) водородом.

23. Какая функциональная группа присутствует в молекулах глюкозы как в открытой, так и в циклической форме:

- а) альдегидная;
- б) гидроксильная;
- в) кетонная;
- г) карбоксильная.

24. При переходе молекулы глюкозы из открытой (альдегидной) формы в циклическую:

- а) изменяется число гидроксильных групп в молекуле;
- б) исчезает альдегидная группа;
- в) изменяется относительная молекулярная масса глюкозы;
- г) появляется возможность существования двух форм глюкозы.

25. В отличие от альдегидов глюкоза (в открытой форме) не реагирует с:

- а) водородом;
- б) аммиачным раствором оксида серебра (1);
- в) функсинсернистой кислотой;
- г) свежесожденным гидроксидом меди (2) при нагревании.

26. С какими соединениями реагирует аммиачный раствор оксида Ag (1):

- а) α -D-глюкопиранозой;
- б) 2-дезоксирибозой;
- в) рибозой;
- г) сахарозой.

27. При восстановлении альдегидной группы дезоксирибозы образуется:
- а) альдегидоспирт;
 - б) спиртокислота ;
 - в) четырехатомный спирт;
 - г) пятиатомный спирт.
28. Какие углеводы являются дисахаридами:
- а) гликоген;
 - б) лактоза;
 - в) мальтоза;
 - г) сахароза.
29. Какие углеводы могут подвергаться гидролизу:
- а) мальтоза;
 - б) лактоза;
 - в) фруктоза;
 - г) рибоза.
30. Конечным продуктом гидролиза целлюлозы является:
- а) фруктоза;
 - б) α -глюкоза;
 - в) β -глюкоза;
 - г) мальтоза.
31. Какой дисахарид при гидролизе образует только α -D-глюкопиранозу:
- а) сахароза;
 - б) лактоза;
 - в) мальтоза.
32. Продуктами гидролиза сахарозы являются:
- а) глюкоза и галактоза;
 - б) галактоза и фруктоза;
 - в) глюкоза и фруктоза;
 - г) рибоза и фруктоза.
33. Какое вещество образуется при взаимодействии целлюлозы с азотной кислотой:
- а) сложный эфир;
 - б) нитроэфир;
 - в) простой эфир.

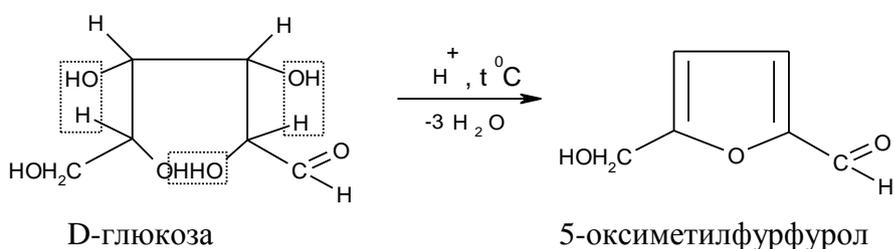
34. Что является конечным продуктом гидролиза крахмала:
- а) декстрины;
 - б) клейстер;
 - в) α -глюкоза;
 - г) мальтоза.
35. Укажите названия соединений, которые могут подвергаться гидролизу:
- а) гликоген;
 - б) целлюлоза;
 - в) крахмал;
 - г) сахароза.
36. Какие углеводы относятся к гексозам:
- а) глюкоза;
 - б) рибоза;
 - в) сахароза;
 - г) фруктоза;
37. Укажите число гидроксильных групп в мономерном звене целлюлозы и крахмала:
- а) пять;
 - б) четыре;
 - в) три;
 - г) две.
38. Изомерами сахарозы являются:
- а) 2-дезоксирибоза;
 - б) мальтоза;
 - в) лактоза;
 - г) галактоза.
39. Что общего в строении целлюлозы и крахмала:
- а) конфигурация полимерной цепи в пространстве;
 - б) молярная масса;
 - в) состав элементарного звена.
40. Целлюлоза образует сложные эфиры, взаимодействуя с:
- а) азотной кислотой;
 - б) соляной кислотой;
 - в) уксусным ангидридом;
 - г) кислородом.

Лабораторная работа «Углеводы (сахара)»

Опыт 1. Цветная реакция углеводов с α -нафтолом (реакция Молиша)

В две пробирки отдельно помешают по 1 микролопаточке глюкозы и сахарозы и добавляют в каждую по 10–12 капель воды. Смеси перемешивают, а к полученным растворам прибавляют по 1–2 капли α -нафтола. Затем, немного наклонив пробирки, осторожно, по стенкам, приливают в каждую по 10 капель концентрированной серной кислоты так, чтобы образовалось два слоя. Пробирки оставляют на 3–7 минут в штативе.

Что наблюдается в пробирках? Запишите уравнение реакции.

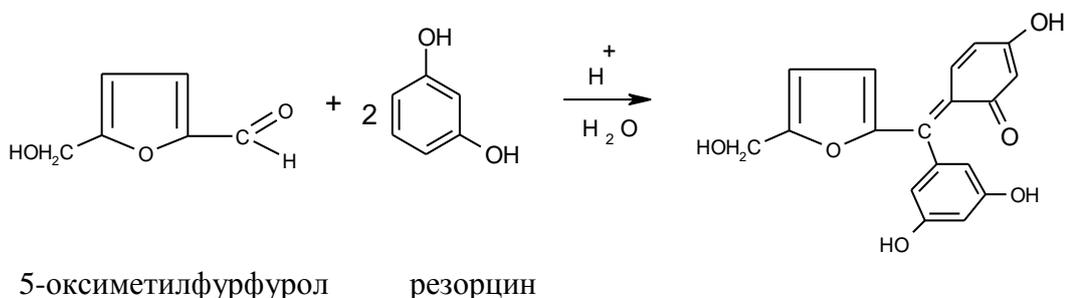


Напишите наблюдения и сделайте вывод о возможности использования реакции для качественного определения моноз.

Опыт 2. Обнаружение кетоз (реакция Селиванова)

В две пробирки вносят по 10 капель воды и добавляют в одну пробирку несколько кристалликов глюкозы, а в другую – 5–6 капель водного раствора фруктозы. В каждую пробирку добавляют по 8–10 капель раствора реактива Селиванова и нагревают содержимое на кипящей водяной бане в течение 2–3 минут.

Как меняется окраска растворов? Запишите уравнение реакции:

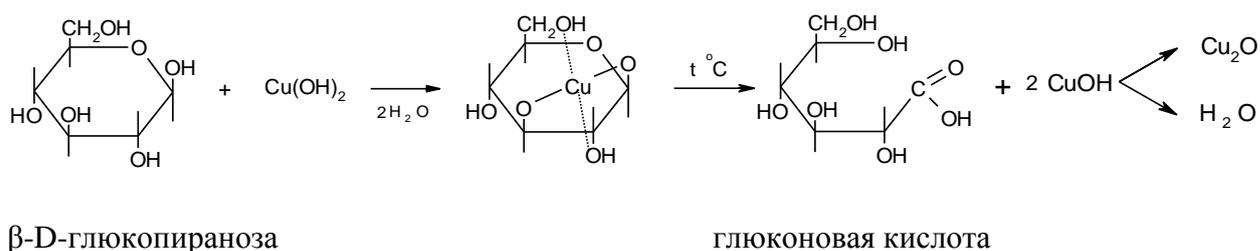


Напишите наблюдения и сделайте вывод о скорости циклизации кетоз и альдоз.

Опыт 3. Образование комплексных сахаратов меди
(реакция Троммера)

В две пробирки помещают по 1 капле раствора сульфата меди, по 4–5 капель воды и по 1 капле раствора гидроксида натрия. К осадку прибавляют в одну пробирку 1–2 микролопаточки глюкозы, а в другую – аналогичное количество сахарозы. Нагревают.

Меняется ли окраска растворов в пробирке? Как изменяется окраска растворов при нагревании? Запишите уравнения реакций:

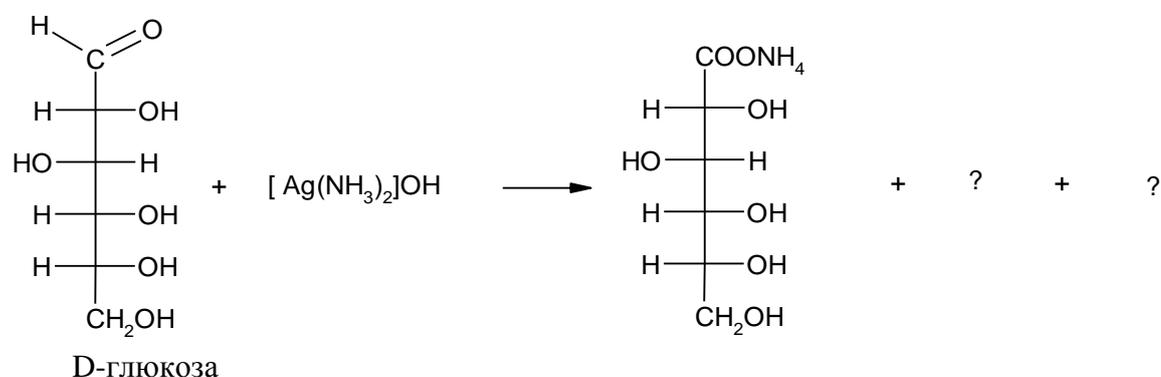


Напишите наблюдения и сделайте вывод.

Опыт 4. Восстановление аммиачного раствора оксида серебра углеводами (реакция серебряного зеркала)

В три пробирки помещают по 4–5 капель водного раствора нитрата серебра и по 1 капле гидроксида натрия. В пробирки добавляют водный раствор аммиака до полного растворения осадка и образования бесцветного раствора. Затем в одну пробирку добавляют 1 микролопаточку глюкозы, в другую — микролопаточку сахарозы, в третью — микролопаточку лактозы. Смесь перемешивают и помещают в нагретую до 70–80 °С водяную баню.

Меняется ли окраска растворов? Закончите уравнение реакции:

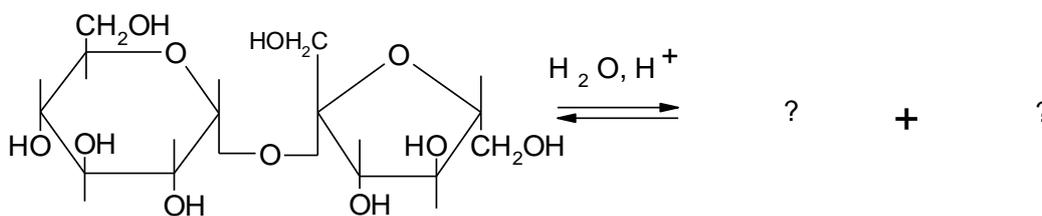


Напишите наблюдения и сделайте вывод о действии слабых окислителей на растворы моносахаридов и о строении дисахаридов.

Опыт 5. Кислотный гидролиз сахарозы.

В пробирку помещают 2–3 микролопаточки сахарозы, 10 капель воды и 5–6 капель 10 % раствора серной кислоты. В пробирку бросают фарфоровую кипелку и кипятят содержимое в пламени спиртовки в течение 1 минуты. Содержимое охлаждают и нейтрализуют 5 % раствором гидроксида натрия. Полученный нейтральный гидролизат делят на две равные части и добавляют к одной части 4–5 капель реактива Фелинга, а к другой – 4–5 капель реактива Селиванова и нагревают.

Закончите уравнение реакции:



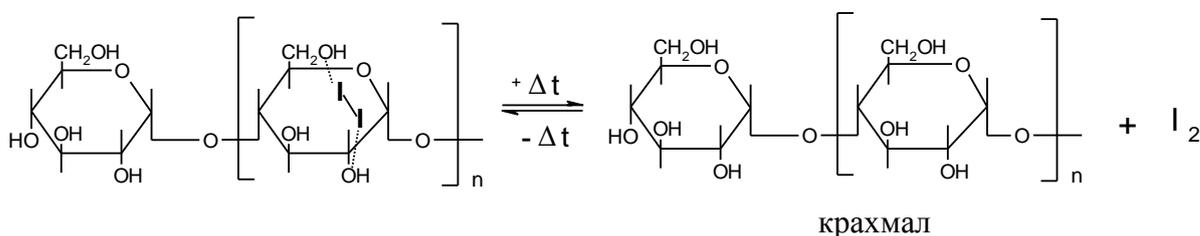
α -D-глюкопиранозил-1,2- β -D-фруктофуранозид

Напишите наблюдения и сделайте вывод о строении сахарозы.

Опыт 6. Реакция крахмала и его гидролизата с йодом

В пробирку вносят 8–10 капель 1 % водного раствора крахмала, 2–3 капли 10 % серной кислоты и нагревают смесь на кипящей водяной бане в течение 5–6 мин. Пробирку охлаждают и добавляют 1–2 капли раствора йода, пробирку снова нагревают почти до кипения.

Что наблюдаете? Запишите уравнение реакции:

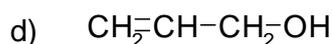
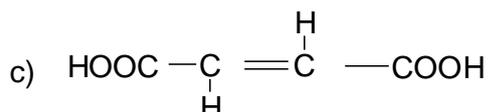
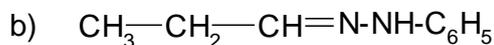
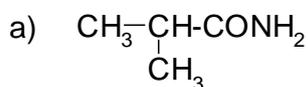


Напишите наблюдения и сделайте вывод о возможности использования реакции для качественного определения крахмала.

**Задания для коллоквиума по теме
«Кислородсодержащие органические соединения»**

Вариант 1

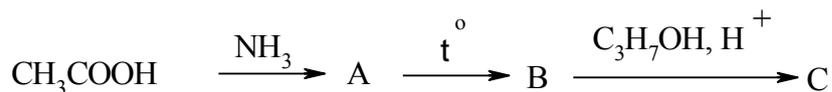
1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Предложите несколько способов получения пентанола-2.

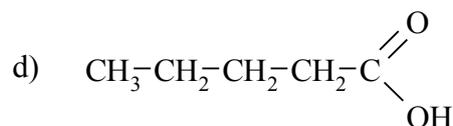
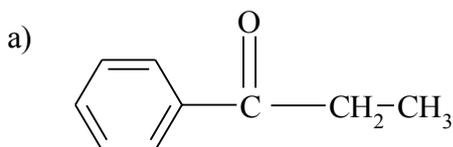
3. Напишите основные химические реакции характерные для диэтилкетона (образование оксима, фенилгидразона, оксинитрила, реакцию окисления).

4. Осуществите превращения:



Вариант 2

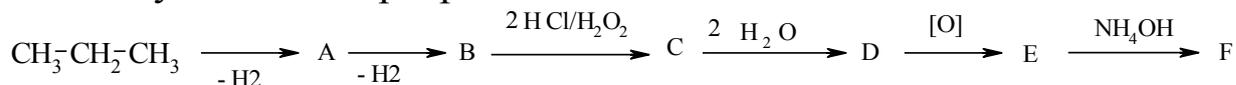
1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Опишите несколько способов получения п-метилфенола.

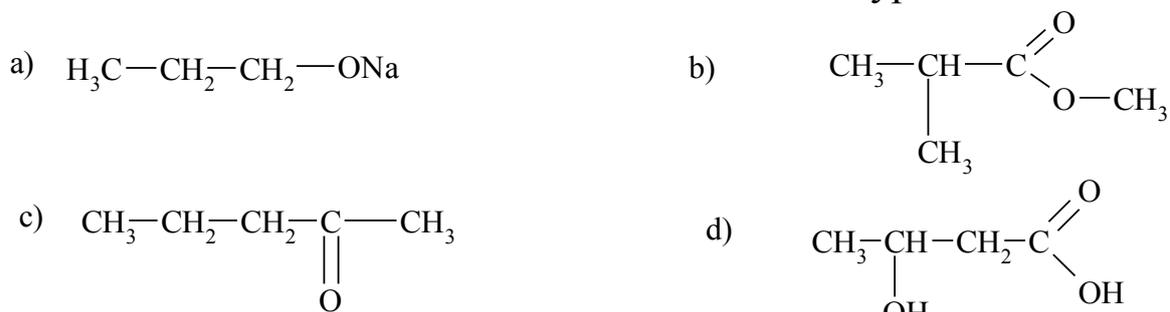
3. Напишите основные химические реакции характерные для масляного альдегида (образование оксинитрила, оксима, гидразона, масляной кислоты, дигалогенпроизводного).

4. Осуществите превращения:



Вариант 3

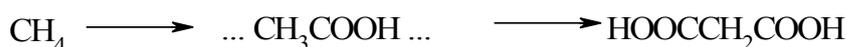
1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Предложите несколько способов получения бутановой кислоты.

3. Напишите основные химические реакции характерные для этандиола (взаимодействие с PCl_5 , 2 CH_3COOH , 2 CH_3OH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, окисление).

4. Осуществите превращения:



Вариант 4

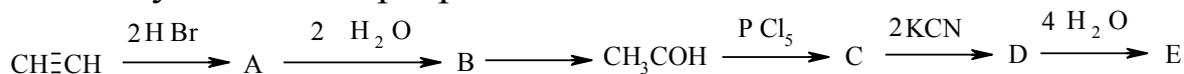
1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Предложите несколько способов получения 3-метилбутанола-2.

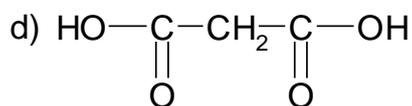
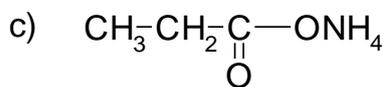
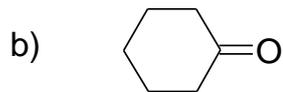
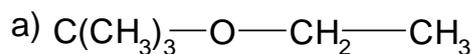
3. Напишите основные химические реакции характерные для формальдегида (взаимодействие с HCN , NH_2NH_2 , NaHSO_3 , CH_3OH , окисление).

4. Осуществить превращения:



Вариант 5

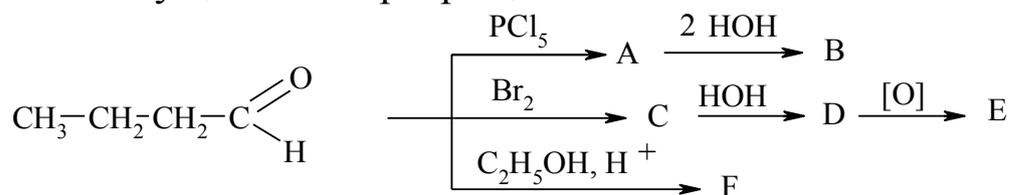
1 Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2 Предложите несколько способов получения изовалериановой кислоты.

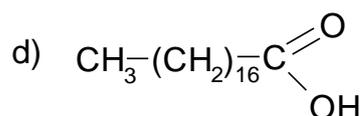
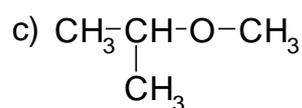
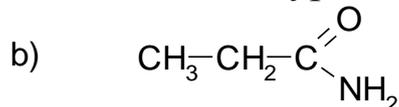
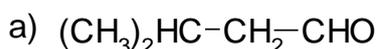
3 Напишите основные химические реакции характерные для этанола (взаимодействие с Na, PCl_5 , CH_3-CH_2-COOH , C_2H_5OH , NH_3).

4 Осуществите превращения:



Вариант 6

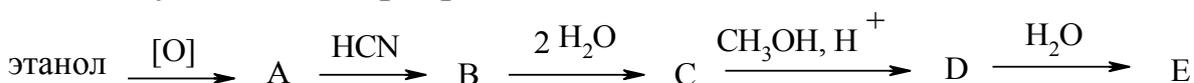
1 Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2 Предложите несколько способов получения пропилового спирта.

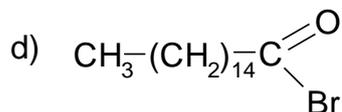
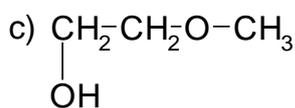
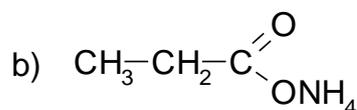
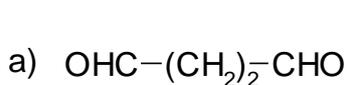
3 Напишите основные химические реакции характерные для метилэтилкетона (взаимодействие с PCl_5 , HCN, $NH_2NHC_6H_5$, $NaHSO_3$, окисление).

4 Осуществите превращения:



Вариант 7

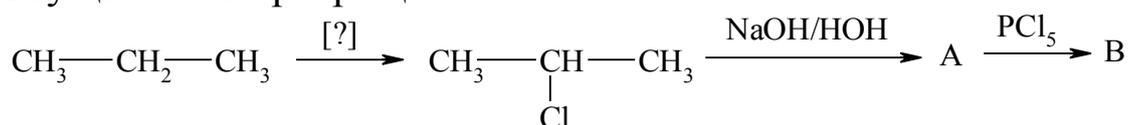
1 Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2 Предложите несколько способов получения масляного альдегида.

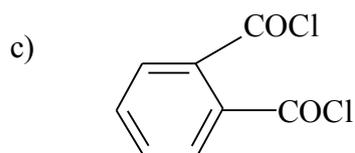
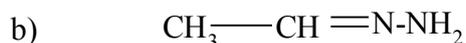
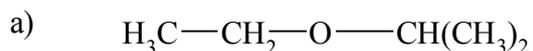
3 Напишите основные химические реакции характерные для терефталевой кислоты (образование соли, амида, хлорангидрида, ангидрида, сложного эфира).

4 Осуществите превращения:



Вариант 8

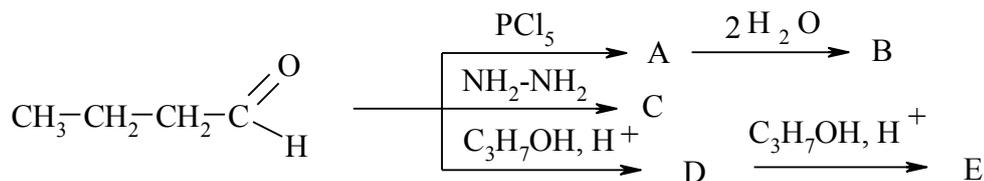
1 Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2 Предложите несколько способов получения пропандиола-1,2.

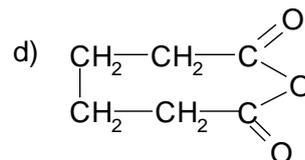
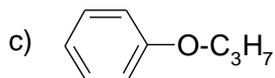
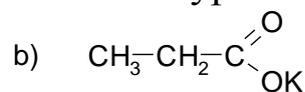
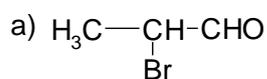
3 Напишите основные химические реакции характерные для олеиновой кислоты (образование соли, амида, хлорангидрида, ангидрида, сложного эфира, галогенирование).

4 Осуществить превращения:



Вариант 9

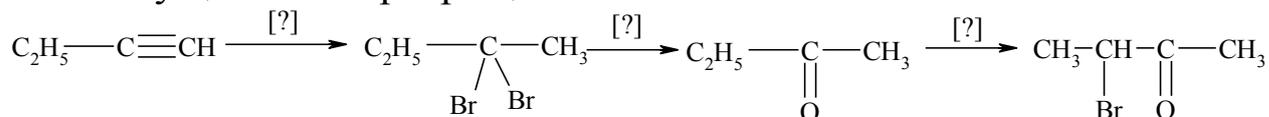
1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Предложите несколько способов получения 2-метилпропановой кислоты.

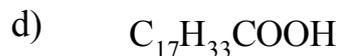
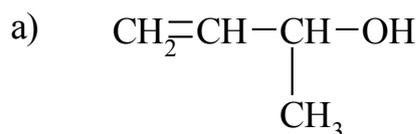
3. Напишите основные химические реакции характерные для этилкарбинола (взаимодействие с Na, PCl₅, CH₃COOH, CH₃OH, реакцию дегидратации).

4. Осуществите превращения:



Вариант 10

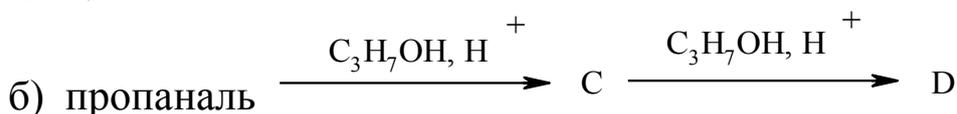
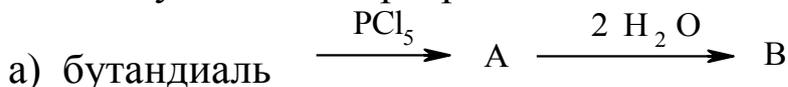
1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре



2. Предложите несколько способов получения трет.бутилового спирта.

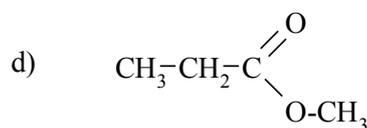
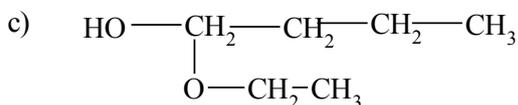
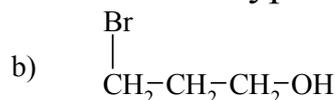
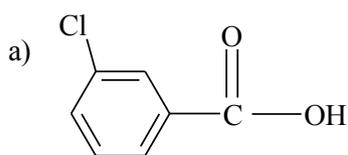
3. Напишите основные химические реакции, характерные для изомасляной кислоты (образование соли, амида, хлорангида, ангидрида, сложного эфира).

4. Осуществить превращения:



Вариант 11

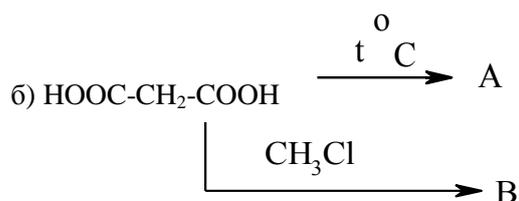
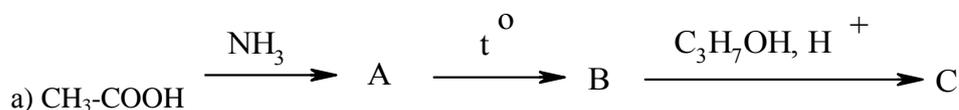
1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Опишите несколько способов получения капроновой кислоты.

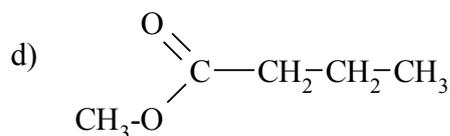
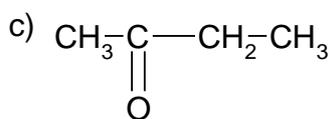
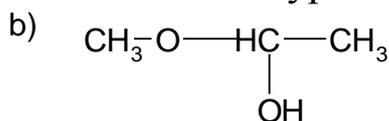
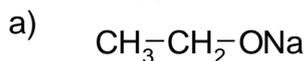
3. Напишите основные химические реакции характерные для метилэтилуксусного альдегида (взаимодействие с PCl_5 , HCN , NH_2NH_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$).

4. Осуществите превращения:



Вариант 12

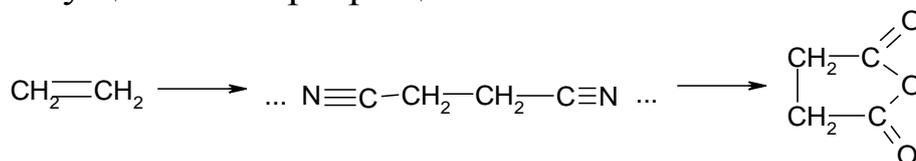
1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Предложите несколько способов получения валериановой кислоты.

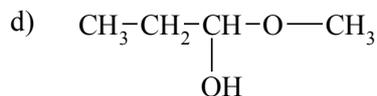
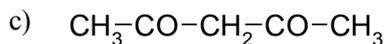
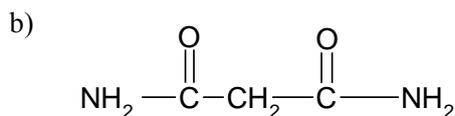
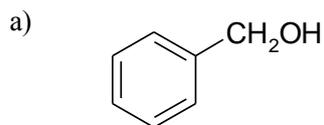
3. Напишите основные химические реакции характерные для бутанона-2 (взаимодействие с HCN , PCl_5 , $\text{NH}_2\text{NHC}_6\text{H}_5$, CH_3OH , реакцию окисления).

4. Осуществите превращения:



Вариант 13

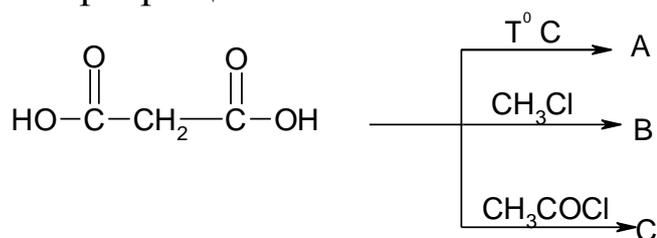
1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Предложите несколько способов получения изомасляного альдегида.

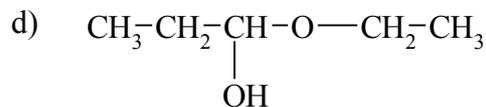
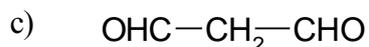
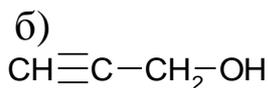
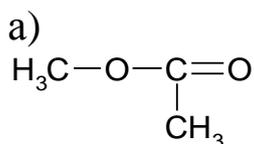
3. Напишите основные химические реакции характерные для бензилового спирта (взаимодействие с Na, PCl₅, CH₃COOH, CH₃OH, реакцию галогенирования).

4. Осуществите превращения:



Вариант 14

1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Предложите несколько способов получения пропионового альдегида.

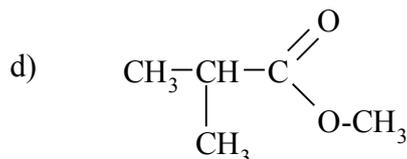
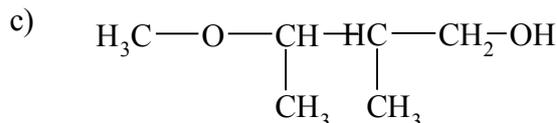
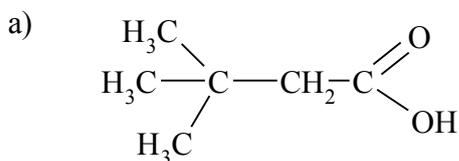
3. Напишите основные химические реакции характерные для бутанола-2 (взаимодействие с Na, PCl₅, CH₃COOH, C₂H₅OH, реакцию окисления). Назовите полученные продукты.

4. Осуществить превращения:

бензол → этиловый эфир изофталевой кислоты.

Вариант 15

1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Предложите несколько способов получения изофталевой кислоты.

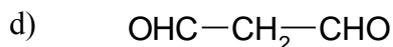
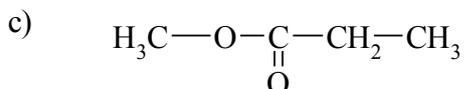
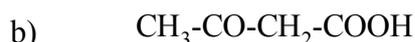
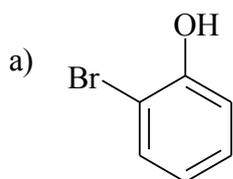
3. Напишите основные химические реакции характерные для капронового альдегида (взаимодействие с PCl_5 , HCN , NH_2NH_2 , CH_3OH , NH_2OH , $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$).

4. Осуществите превращения:

метан \rightarrow ... малоновая кислота ... \rightarrow пропионовая кислота.

Вариант 16

1. Назовите соединения по ИЮПАК номенклатуре:



2. Предложите несколько способов получения метилэтилкетона.

3. Напишите основные химические реакции характерные для бутандиола-1,2 (взаимодействие с Na , PCl_5 , CH_3COOH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$).

4. Осуществите превращения:

этилен $\text{-----} \rightarrow$ щавелевая кислота

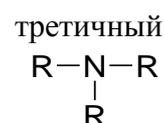
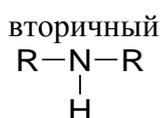
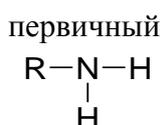
ГЛАВА 2. Азотсодержащие соединения

2.1 Амины

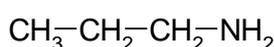
Амины - производные аммиака, в котором атомы водорода замещены на углеводородные радикалы.

Классифицируют:

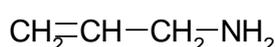
1. По количеству радикалов, связанных с атомом азота на первичные, вторичные и третичные амины



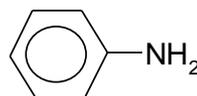
2. В зависимости от строения радикала на алифатические (насыщенные и ненасыщенные), ароматические и смешанные амины



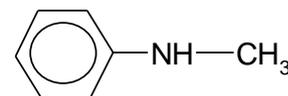
пропиламин
(насыщенный)



аллиламин
(ненасыщенный)



анилин
(ароматический)



метилфениламин
(смешанный)

3. По количеству аминогрупп в молекуле различают моно-, ди-, триамины

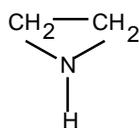


гексаметилендиамин

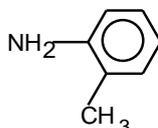


п-фенилендиамин

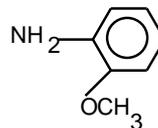
Номенклатура. В некоторых случаях пользуются тривиальными названиями аминов:



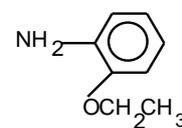
азиридин



о-толуидин

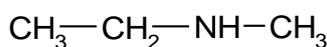


о-анизидин

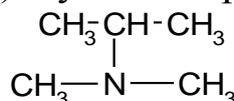


о-фенетидин

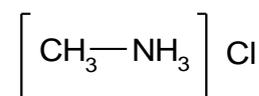
Однако, чаще всего, для моноаминов и их солей названия составляют по рациональной номенклатуре прибавлением окончания амин (или аммоний для солей) к углеводородному радикалу:



метилэтиламин

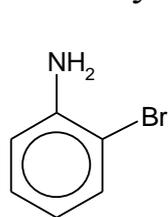


диметилизопропиламин

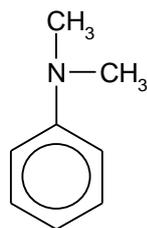


хлорид метиламмония

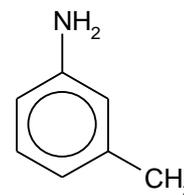
Ароматические амины называют как производные анилина, аминотолуол — толуидин:



о-броманилин

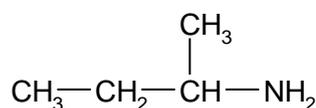


N,N-диметиланилин

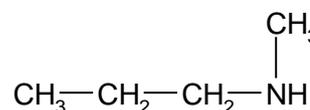


м-толуидин

По ЮПАК номенклатуре прибавляют приставку амино- (NH_2 -группа) или алкиламино- (R-NH -группа) к названию самой сложной цепи, нумерацию производят с конца цепи, ближе к которому находится функциональная группа:

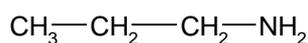


2-аминобутан

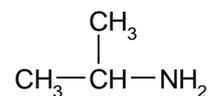


1-(N-метиламино)пропан

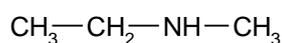
Изомерия аминов зависит от положения аминогруппы в цепи и от количества и строения радикалов, связанных с атомом азота. Например, для амина общей формулы $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ можно написать следующие амины:



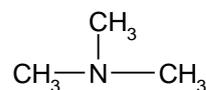
пропиламин
1-аминопропан



изопропиламин
2-аминопропан



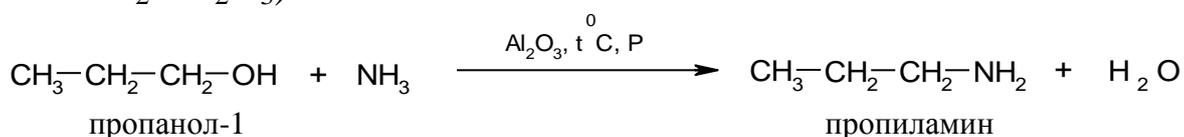
метилэтиламин
N-метиламиноэтан



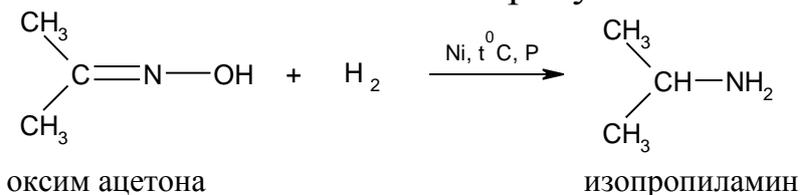
триметиламин
N, N-диметиламинометан

Способы получения.

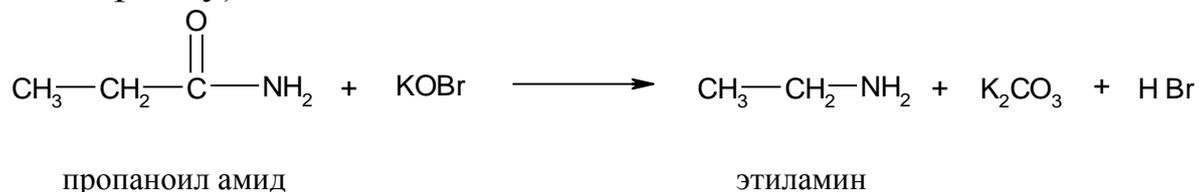
1. Аммонолиз спиртов протекает в жестких условиях, при температуре $\sim 300^\circ\text{C}$ и высоком давлении в присутствии катализатора (смесь ThO_2 : Al_2O_3)



в) восстановление оксимов в присутствии катализатора:



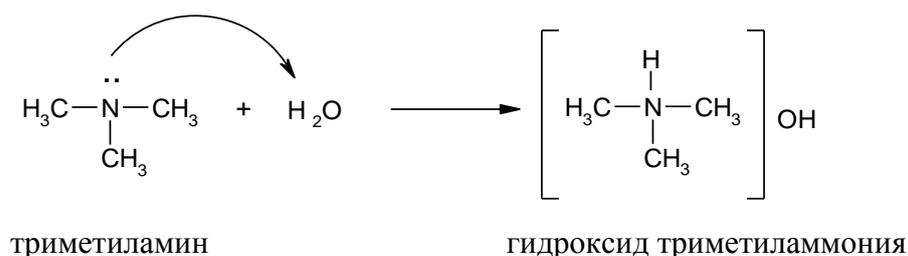
4. Расщепление амидов карбоновых кислот (расщепление амидов по Гофману)



Физические свойства. Простейшие амины — газы, хорошо растворимые в воде и обладающие аммиачным запахом. Более сложные амины — жидкости с запахом испорченной рыбы. Высшие амины — твердые вещества без запаха, не растворимые в воде. Ароматические амины — в воде не растворимы, токсичны, канцерогены.

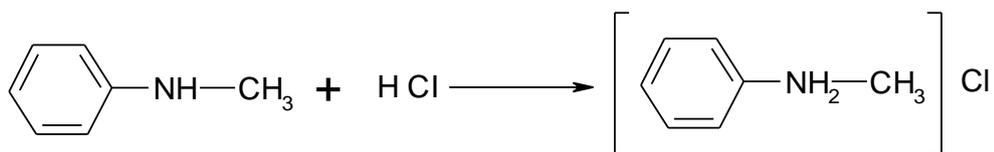
Химические свойства. В химическом отношении амины сходны с аммиаком и вступают в реакции как нуклеофильные реагенты. Содержат атом азота, несущий неподеленную пару электронов, что и определяет основность аминов и их способность выступать в качестве нуклеофилов.

1. Основность аминов зависит от величины электронной плотности на атоме азота.



Основность алифатических аминов выше, чем у аммиака, т.к. неподеленная пара электронов атома азота активизируется алкильными радикалами, а основность ароматических аминов ниже, чем у аммиака, т.к. неподеленная пара электронов атома азота частично обобществлена с бензольным кольцом.

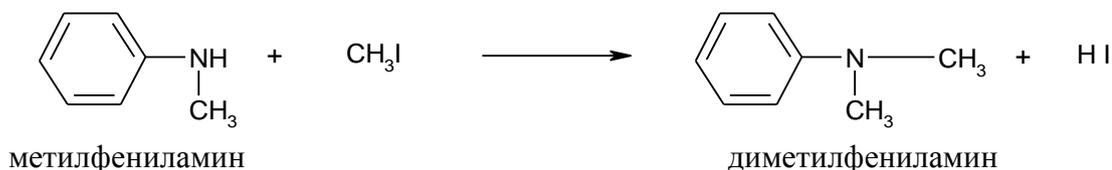
2. Реакции солеобразования. Амины, являясь органическими основаниями, легко образуют соли с минеральными кислотами



метилфениламин

хлорид метилфениламмония

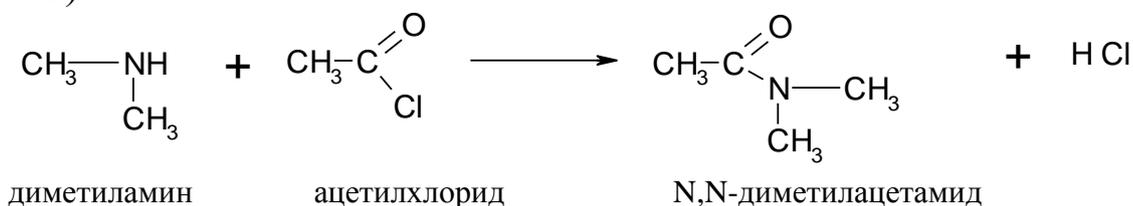
3. Реакции алкилирования



метилфениламин

диметилфениламин

4. Ацилирование аминов (ацилирование третичных аминов не возможно)

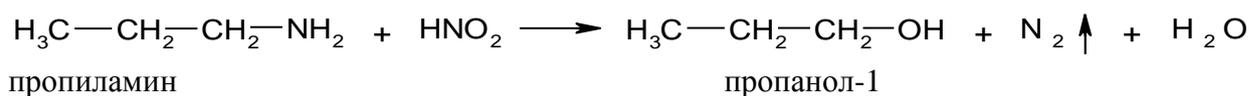


диметиламин

ацетилхлорид

N,N-диметилацетамид

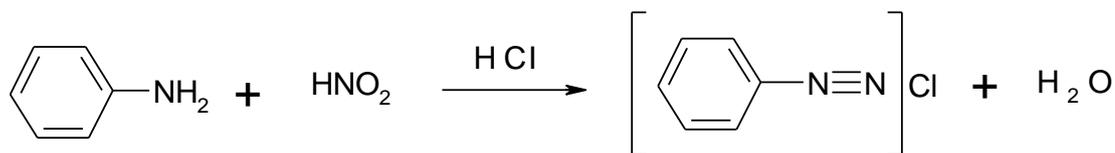
5. Взаимодействие с азотистой кислотой для первичных, вторичных и третичных аминов протекает по-разному, что позволяет различить такие амины. Первичные алифатические амины реагируют с образованием спирта, воды и азота.



пропиламин

пропанол-1

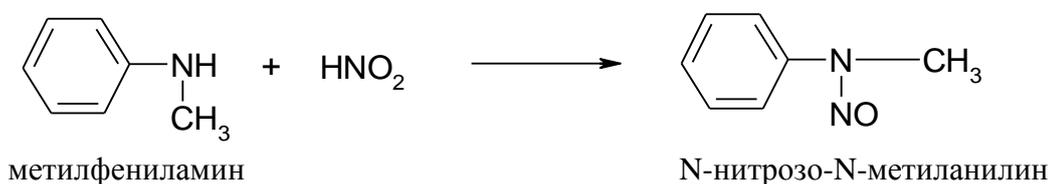
Первичные ароматические амины образуют соли диазония.



анилин

бензолдиазоний хлорид

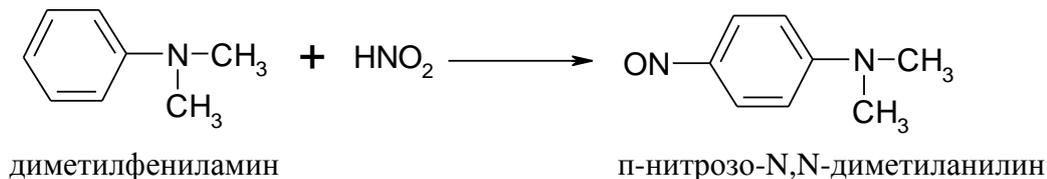
Вторичные алифатические и ароматические амины реагируют с образованием нитрозоаминов.



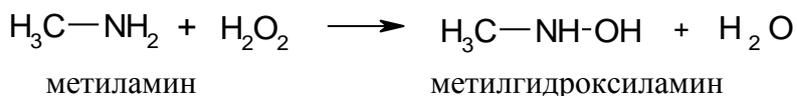
метилфениламин

N-нитрозо-N-метиланилин

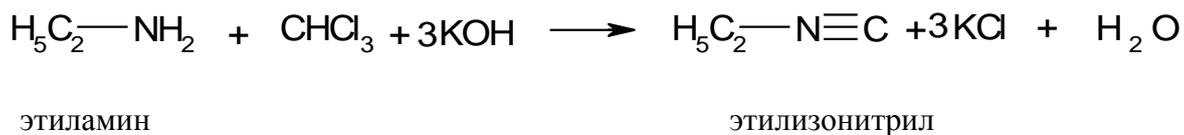
Третичные алифатические амины с азотистой кислотой не реагируют, а третичные ароматические амины реагируют с образованием п-нитрозоаминов.



6. Реакции окисления перекисью водорода в случае первичных аминов сопровождаются образованием гидроксиламинов:



7. При нагревании в щелочной среде смеси хлороформа и первичного амина образуются чрезвычайно ядовитые, с отвратительным запахом изонитрилы:



Другие амины в эту реакцию не вступают и она является качественной реакцией на первичные амины.

Индивидуальные задания

Для своего варианта индивидуального задания:

1. Укажите к каким аминам относится ваше соединение, напишите для него все возможные изомеры и дайте им названия по рациональной и ИЮПАК номенклатурам.

2. Напишите реакции с серной кислотой, алкилирование, с азотистой кислотой. Сравните его основные свойства с аммиаком и анилином, объясните изменение.

Все органические соединения должны быть названы, катализаторы указаны.

Вариант 1. Этиламин.

Вариант 2. Метилэтиламин.

Вариант 3. 2- аминобутан.

Вариант 4. Диэтиламин.

Вариант 5. Изопропиламин.

Вариант 6. Диметиламин.

Вариант 7. Метилпропиламин.

Вариант 8. Пропиламин.

Вариант 9. Диметилэтиламин.

Вариант 10. Метилизопропиламин.

Вариант 11. Метиламин.

Вариант 12. Метилдиэтиламин.

Вариант 13. 1- аминопропан.

Вариант 14. Изобутиламин.

Вариант 15. Метилфениламин.

Вариант 16. Метилбензиламин.

Варианты тестовых заданий

№ варианта	Номера вопросов								
	1	1	13	15	17	28	33	35	37
2	3	7	10	13	20	23	28	31	38
3	12	15	19	24	28	35	40	9	31
4	7	16	18	22	26	32	1	27	40
5	2	10	14	25	31	34	36	15	27
6	8	11	17	24	26	39	34	2	9
7	13	19	22	27	30	33	38	10	5
8	3	8	12	17	23	32	38	28	34
9	9	11	15	18	20	31	35	38	40
10	4	7	18	25	34	39	40	23	30
11	1	14	19	20	29	33	38	21	35
12	3	10	13	19	21	27	36	39	40
13	5	6	11	23	26	30	32	34	29
14	6	12	15	26	28	30	39	37	16
15	1	11	13	22	24	37	5	20	36
16	6	8	9	18	20	27	29	34	37

1. Отметьте формулы аминов:
 - а) ацетамид;
 - б) этиламин;
 - в) пропаноиламид;
 - г) анилин.
2. Укажите справедливые утверждения:
 - а) основные свойства аммиака выражены сильнее, чем у анилина, но слабее, чем у диметиламина;
 - б) метиламин окрашивает водный раствор лакмуса в синий цвет, а аммиак – нет;
 - в) и аммиак, и анилин реагируют с хлороводородом.
3. С какими из перечисленных веществ реагирует метиламин:
 - а) кислород;
 - б) раствор брома;
 - в) хлороводород;
 - г) серная разбавленная кислота.
4. Укажите число σ - связей в молекуле метиламина:
 - а) 6;
 - б) 5;
 - в) 7;
 - г) 4.
5. Какие из названных веществ являются гомологами между собой:
 - а) анилин;
 - б) метиламин;
 - в) 4–метиланилин;
 - г) 2–этиланилин.
6. Изомерами 2–аминопропана являются:
 - а) 1–аминопропан;
 - б) метилэтиламин;
 - в) триметиламин;
 - г) диэтиламин.
7. Каким реагентом надо подействовать на нитросоединение, чтобы превратить его в амин:
 - а) кислородом;
 - б) бромной водой;
 - в) водородом;
 - г) хлороводородом.
8. Укажите справедливые утверждения, описывающие свойства анилина:

- а) электронная плотность повышена в положениях 2,4,6 бензольного кольца;
- б) анилин в отличие от бензола реагирует с бромной водой;
- в) как основание анилин слабее, чем аммиак;
- г) электронная плотность повышена в мета - положениях бензольного кольца.
9. Сколько первичных аминов четырьмя углеродами существует:
- а) 1;
- б) 4;
- в) 3;
- г) 2.
10. Водные растворы каких соединений окрашивают лакмус в синий цвет:
- а) бромид этиламмония;
- б) нитробензол;
- в) триэтиламин;
- г) 2-аминопропан.
11. В каком ряду амины перечислены в порядке возрастания основных свойств:
- а) анилин – диэтиламин – этиламин;
- б) этиламин – анилин – диэтиламин;
- в) анилин – этиламин – диэтиламин;
- г) диэтиламин – этиламин – анилин.
12. У каких аминов основные свойства выражены сильнее, чем у аммиака:
- а) фениламин;
- б) метиламин;
- в) метилэтиламин;
- г) дифениламин.
13. Изомерами метилпропиламина являются:
- а) диэтиламин;
- б) 2-бутанамин;
- в) 1-бутанамин;
- г) диметилэтиламин.
14. Охарактеризуйте свойства и строение анилина:
- а) электронная плотность повышена в положениях 2,4,6 бензольного ядра;
- б) плохо растворим в воде при комнатной температуре;
- в) водный раствор окрашивает лакмус в синий цвет.

15. Охарактеризуйте взаимодействие бромной воды с анилином:
- одна из качественных реакций на анилин;
 - бром замещает атомы водорода в положениях 3,5 бензольного ядра;
 - продуктом является 2,4,6–триброманилин.
16. Укажите число изомерных аминов с тремя углеродами:
- 2;
 - 3;
 - 4;
 - изомеров нет.
17. Сколько первичных аминов среди соединений с тремя углеродами:
- 2;
 - 3;
 - 1;
 - 4.
18. При взаимодействии с какими веществами анилин образует соль:
- вода;
 - бромоводород;
 - разбавленная серная кислота;
 - кислород.
19. Амин получается при взаимодействии:
- аммиака с хлороводородом;
 - нитробензола с водородом;
 - бромиды диметилэтиламмония с водным раствором щелочи;
 - нитроэтана с водородом;
20. При взаимодействии 1 моль этиламина с 1 моль разбавленной серной кислоты получается:
- сульфат диэтиламмония;
 - сульфат этиламмония;
 - соль;
 - гидросульфат этиламмония.
21. Амин можно получить взаимодействием спиртов с аммиаком. Укажите название амина, который получится при взаимодействии 2–метилпропанола–2 с аммиаком
- 2–аминопропан;
 - 1–аминопропан;

- в) 1-амино-2-метилпропан;
г) 2-амино-2-метилпропан.
22. Выберите название амина с самыми слабыми основными свойствами:
- а) фениламин;
б) метиламин;
в) дифениламин;
г) N-метилфениламин.
23. Реагируя с каким веществом анилин проявляет основные свойства:
- а) бромом;
б) кислородом;
в) хлороводородом.
24. Реагируя с какими соединениями 2-аминобутан проявляет основные свойства:
- а) хлороводород;
б) кислород;
в) водород.
25. Какую роль играет метиламин в реакции с хлороводородом:
- а) донора электронов;
б) донора протонов;
в) акцептора электронов;
г) основания.
26. Сколько вторичных аминов существует с четырьмя углеродами в их составе:
- а) 2;
б) 3;
в) 4;
г) 1.
27. В каком ряду вещества перечислены в порядке возрастания основных свойств:
- а) аммиак – метиламин – диметиламин;
б) диметиламин – метиламин – аммиак;
в) метиламин – аммиак – диметиламин;
г) диметиламин – аммиак – метиламин.
28. Замещение атома водорода в аммиаке на какие группы атомов увеличивает его основные свойства:
- а) фенил;
б) этил;

- в) гидроксил;
 - г) метил.
29. В отличие от аммиака метиламин:
- а) реагирует с хлороводородом;
 - б) реагирует с водой;
 - в) все предыдущие ответы не верны.
30. Какие утверждения верны:
- а) анилин вступает в реакции замещения легче, чем бензол;
 - б) электронная плотность в ароматическом кольце распределена неравномерно;
 - в) в отличие от аммиака водный раствор анилина не изменяет окраски лакмуса;
 - г) как основание анилин слабее, чем аммиак.
31. Самым сильным основанием из перечисленных является:
- а) метиламин;
 - б) диметиламин;
 - в) N-метилфениламин;
 - г) дифениламин.
32. У каких аминов основные свойства выражены сильнее чем у аммиака:
- а) анилин;
 - б) метиламин;
 - в) диэтиламин.
33. У каких из перечисленных соединений основные свойства выражены сильнее, чем у анилина:
- а) дифениламин;
 - б) N-метилфениламин;
 - в) аммиак;
 - г) трифениламин.
34. В отличие от бензола анилин:
- а) проявляет слабые основные свойства;
 - б) реагирует с хлороводородом;
 - в) не является гомологом толуола;
 - г) хуже вступает в реакции электрофильного замещения.
35. Укажите названия изомеров 1-аминопентан:
- а) 2-аминопентан;
 - б) 3-амино-2-метилбутан;
 - в) 1-амино-2,2-диметилпропан;
 - г) диметилпропиламин.

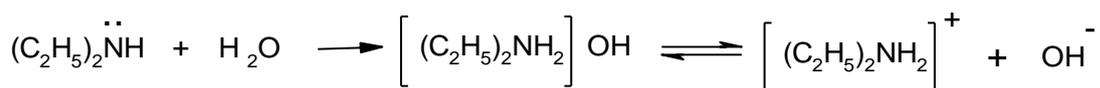
36. При действии на метилэтиламин азотистой кислоты образовался:
- а) пропанол-1
 - б) пропанол-2
 - в) нитрозометилэтиламин
37. Анилин – это:
- а) первичный алифатический амин;
 - б) первичный ароматический амин;
 - в) вторичный ароматический амин.
38. Основность алифатических аминов:
- а) ниже чем у ароматических;
 - б) выше чем у ароматических;
 - в) выше чем у аммиака;
 - г) ниже чем у аммиака.
39. Для аминов не характерны свойства:
- а) электрофильных реагентов;
 - б) кислот;
 - в) оснований.
40. Промышленный способ получения анилина основан на реакции:
- а) гидратации (реакция Кучерова);
 - б) нитрования (реакция Коновалова);
 - в) восстановления (реакция Зинина);
 - г) дегидратации (по правилу Зайцева).

Лабораторная работа «Амины»

Опыт 1. Основные (щелочные) свойства аминов

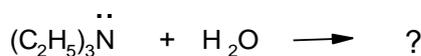
В три пробирки помещают по 5 капель воды и добавляют отдельно в каждую пробирку по 2 капли диэтиламина, триэтиламина и анилина, в каждую по 1 капле раствора фенолфталеина.

Изменяется ли окраска индикатора в пробирках? Закончите уравнения реакций:

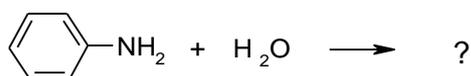


диэтиламин

гидроксид диэтиламмония



триэтиламин



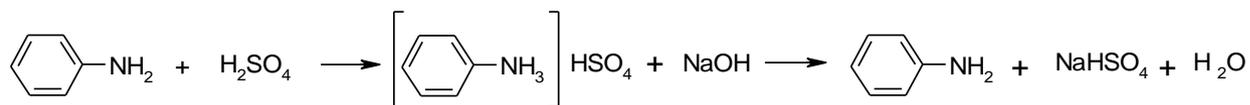
анилин

Напишите наблюдения и сделайте вывод об основных свойствах алифатических и ароматических аминов.

Опыт 2. Реакции солеобразования аминов с кислотами

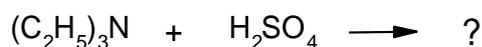
В две отдельные пробирки помещают по 2–3 капли триэтиламина и анилина, затем добавляют в каждую по 5 капель воды, 1–2 капли концентрированной серной кислоты и перемешивают. В каждую пробирку добавляют по 1 капле раствора фенолфталеина и при перемешивании прикапывают 40 % водный раствор гидроксида натрия до появления устойчивого розового окрашивания.

Что наблюдаете? Закончите уравнение реакции:



анилин

гидросульфат фениламмония



триэтиламин

Напишите наблюдения и сделайте вывод о способности аминов образовывать соли с минеральными кислотами.

Опыт 3. Цветные реакции окисления ароматических аминов

Готовят две пары пробирок и помещают в первую пару - по 2-3 капли анилина, а во вторую - по 2-3 кристаллика дифениламина. В первую пару пробирок прибавляют по 5 капель воды, а во вторую - аналогичное количество спирта и тщательно перемешивают. В пробирки с аминами прикапывают отдельно по 4-5 капель свежеприготовленных растворов хромовой смеси и насыщенного водного раствора гипохлорита кальция (хлорная известь).

Наблюдения оформляют в таблицу:

	Хромовая смесь	Гипохлорит кальция
Анилин		
Дифениламин		

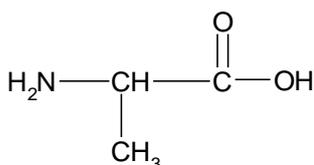
Сделайте вывод о способности ароматических аминов образовывать окрашенные соединения.

2.2 Аминокислоты. Белки

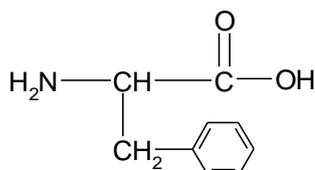
Аминокислоты – органические соединения, содержащие в своем составе помимо карбоксильной (-COOH), еще и амино- (-NH₂) группу.

Классифицируют:

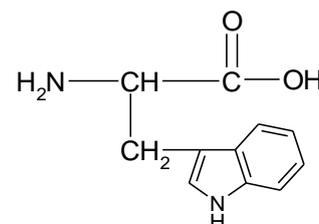
1. По строению углеродного скелета на алифатические, ароматические и гетероциклические аминокислоты



аланин

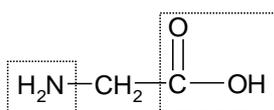


фенилаланин

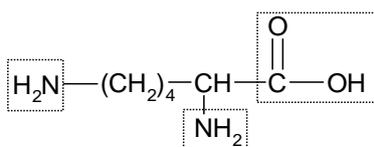


триптофан

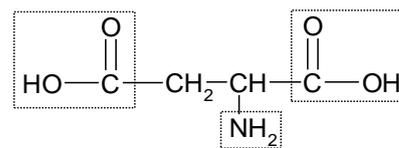
2. По количеству функциональных групп, находящихся в молекуле на моноаминомонокарбоновые, диаминомонокарбоновые, моноаминодикарбоновые



глицин

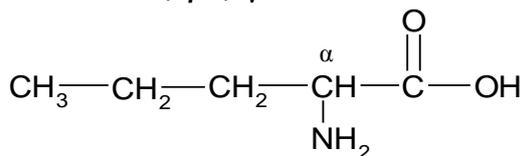


лизин

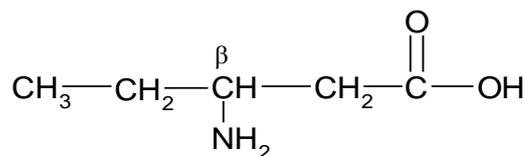


аспарагиновая кислота

3. По взаимному расположению функциональных групп делят на α-, β-, γ- и т.д. аминокислоты

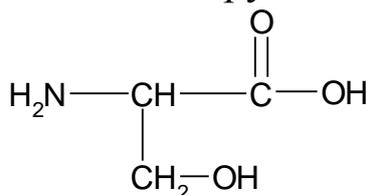


α-аминовалериановая кислота

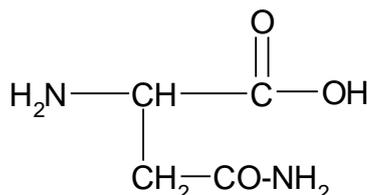


β-аминовалериановая кислота

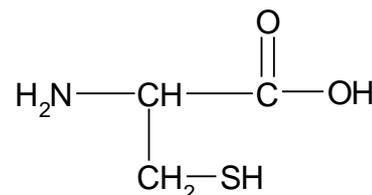
4. По дополнительным функциональным группам, находящимся в молекуле на гидрокси-, амидо-, серусодержащие аминокислоты и другие



серин



аспарагин



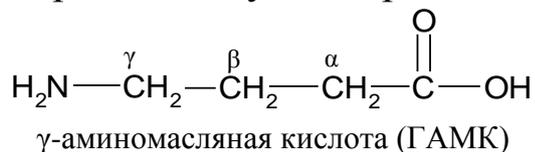
цистеин

5. На заменимые и незаменимые аминокислоты. Многие α-аминокислоты синтезируются в живом организме из пищевых бел-

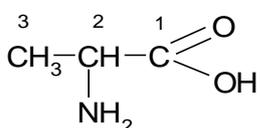
ков, некоторые же необходимые для синтеза собственных белков α-аминокислоты не синтезируются в организме и должны поступать извне. Такие аминокислоты называют незаменимыми. К незаменимым α-аминокислотам относятся: валин, лейцин, изолейцин, лизин, треонин, метионин, фенилаланин и триптофан. При некоторых заболеваниях перечень незаменимых аминокислот расширяется, например, при фенилкетонурии незаменимой аминокислотой также является тирозин.

Номенклатура. Многие аминокислоты имеют тривиальные названия — глицин, аланин, аспарагиновая кислота. Для α-аминокислот, входящих в состав природных белков (их около 20) тривиальные названия являются более предпочтительными.

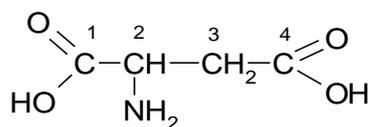
По рациональной номенклатуре аминокислоты называют по тривиальному названию карбоновой кислоты, положение аминокислотной группы указывают в приставке буквой греческого алфавита.



По ИЮПАК номенклатуре аминокислоты называют по соответствующим названиям карбоновых кислот, с добавлением в приставке слова «амино-».



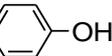
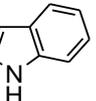
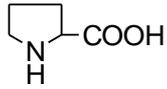
2-аминопропановая кислота



2-аминобутандиовая кислота

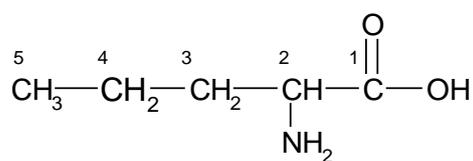
Таблица 2 – Важнейшие аминокислоты белковых молекул

Тривиальные названия аминокислот	Сокращенные латинские названия	Строение радикалов
1	2	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\boxed{\text{R}}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
1. Аминокислоты с алифатическими радикалами		
Глицин	Gly	-H
Аланин	Ala	-CH ₃
Валин	Val	-CH(CH ₃) ₂
Лейцин	Leu	-CH ₂ -CH(CH ₃) ₂
Изолейцин	Ile	-CH(CH ₃)-CH ₂ -CH ₃
2. Аминокислоты, содержащие дополнительную функциональную группу		
Серин	Ser	-CH ₂ -OH
Треонин	Thr	-CH(OH)-CH ₃
Аспарагиновая кислота	Asp	-CH ₂ -COOH

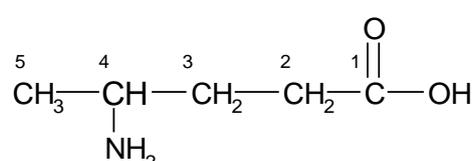
1	2	3
Глутаминовая кислота	Glu	-CH ₂ -CH ₂ -COOH
Аспарагин	Asn	-CH ₂ -CO-NH ₂
Глутамин	Gln	-CH ₂ -CH ₂ -CO-NH ₂
Лизин	Lys	-(CH ₂) ₄ -NH ₂
Аргинин	Arg	-(CH ₂) ₃ -NH-C(=NH)-NH ₂
Цистеин	Cys	-CH ₂ -SH
Метионин	Met	-CH ₂ -CH ₂ -S-CH ₃
3. Аминокислоты, содержащие ароматический радикал		
Фенилаланин	Phe	—CH ₂ - 
Тирозин	Tir	—CH ₂ - 
4. Аминокислоты с гетероциклическими радикалами		
Триптофан	Trp	—CH ₂ - 
Гистидин	His	—CH ₂ - 
Пролин	Pro	

Изомерия. Аминокислотам характерны изомерия углеродного скелета, изомерия положения функциональных групп, оптическая изомерия. Рассмотрим изомерию аминокислот на примере аминокислот состава C₅H₁₁O₂N (приведены не все возможные изомеры).

1. Изомерами положения функциональных групп будут соединения:

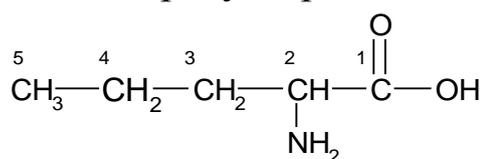


2-аминопентановая кислота

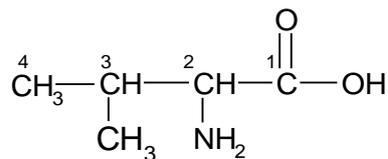


4-аминопентановая кислота

2. Изомеры углеродного скелета:



2-аминопентановая кислота

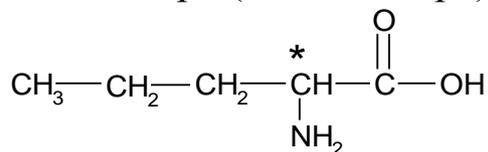


2-амино-3-метилбутановая кислота

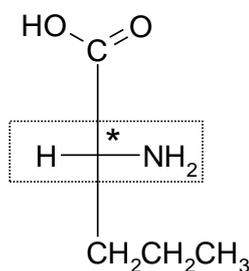
3. Оптические изомеры. Напомню, что одной из причин появления оптической активности у органических соединений считается

наличие в молекуле асимметрического атома углерода, т. е. углерода, находящегося в sp^3 -гибридизации и имеющего четыре различных заместителя, он обозначается символом C^* . Среди аминокислот оптически неактивными являются ω -аминокислоты (буква ω означает положение заместителя на конце углеродной цепи), т.к. в этом случае в молекуле отсутствуют асимметрические углеродные атомы.

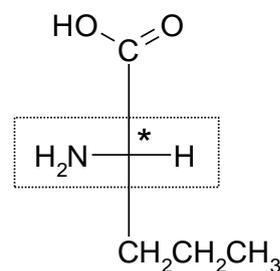
Сtereoизомеры обычно изображают в проекционной формуле Фишера, где атом углерода может не прописываться и подразумевается, что он находится на пересечении горизонтальной и вертикальной линий. Между числом асимметрических атомов углерода (n) и числом оптических изомеров (N) существует зависимость $N = 2^n$. Например, для α -аминовалериановой кислоты, при $n = 1$, можно написать лишь два изомера (энантиомера):



α -аминовалериановая кислота



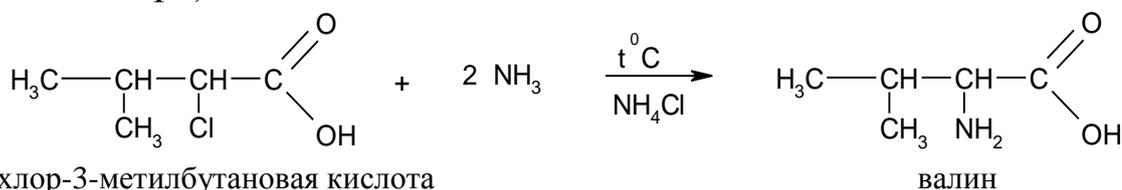
D-аминовалериановая кислота



L-аминовалериановая кислота

Способы получения

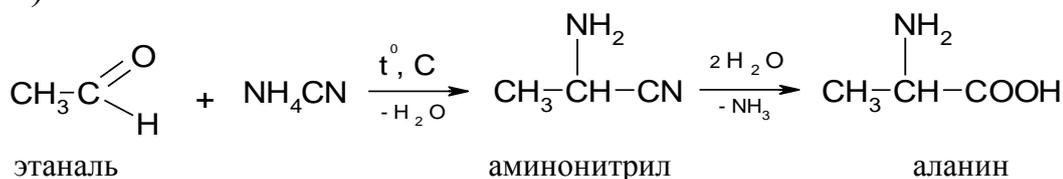
1. Аммонолиз галогенпроизводных карбоновых кислот (реакция Э.Фишера)



2-хлор-3-метилбутановая кислота

валин

2. Гидролиз аминонитрила (синтез А. Штреккера - Н. Д. Зелинского)

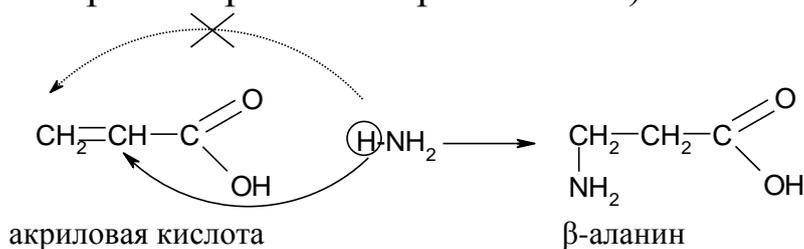


этаналь

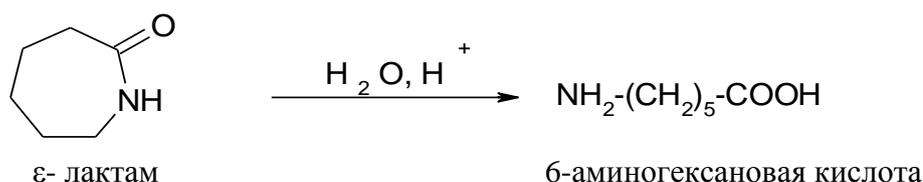
аминонитрил

аланин

3. Действие аммиака на непредельные карбоновые кислоты (реакция протекает против правила Марковникова)



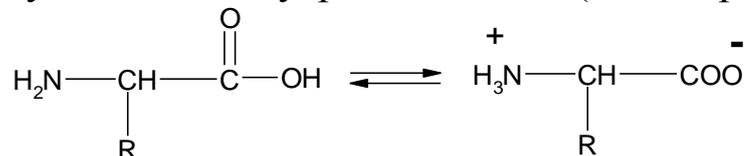
4. Гидролиз лактамов — способ получения аминокислот с удаленным положением аминогруппы



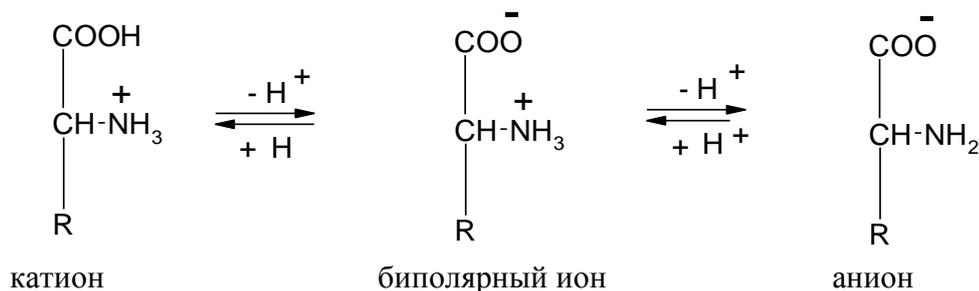
Физические свойства. Аминокислоты — кристаллические вещества с высокими температурами плавления, растворимость в воде зависит от природы радикала, наличие в них гидрофильных ($-\text{NH}_2$, $-\text{SH}$, $-\text{OH}$) или гидрофобных (радикалы) групп, почти все оптически активны.

Химические свойства

1. Аминокислоты - органические соединения в молекуле которых одновременно присутствуют две функциональные группы амино- и карбоксильная. Аминогруппа обладает основными свойствами, а карбоксильная - кислотными, поэтому аминокислоты относят к амфотерным соединениям. Одновременное наличие кислой и основной функций не делает аминокислоты неустойчивыми соединениями, что обусловлено их реальным строением; они, фактически, существуют в виде внутренних солей (биполярных ионов):

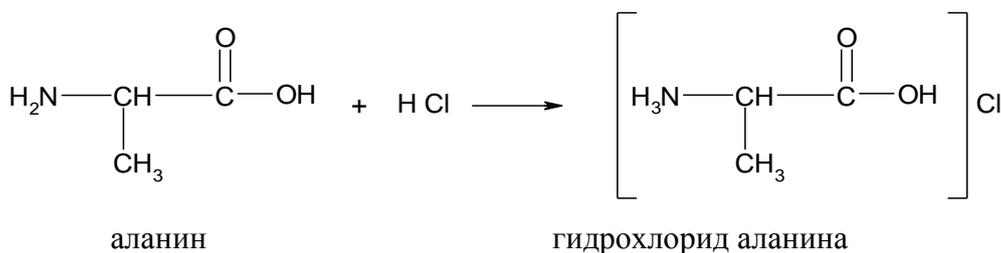


В кислой среде аминокислоты ведут себя как катион, а в щелочной как анион:



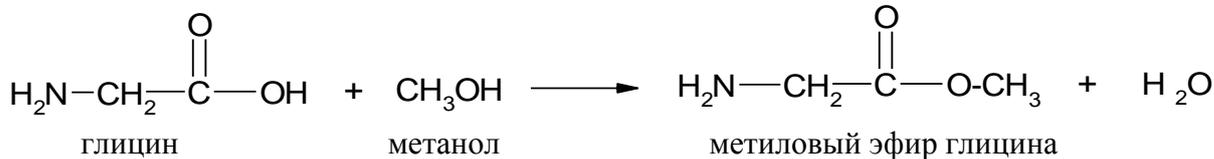
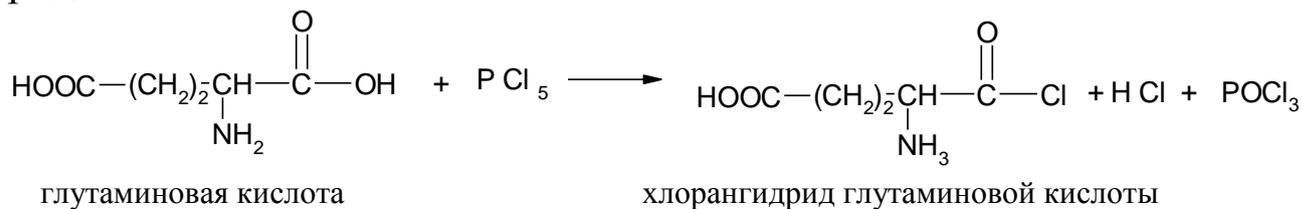
Концентрация ионов водорода, при которой данная аминокислота перестает проводить электрический ток, называется изоэлектрической точкой – pI (pH_i). Например, у аланина изоэлектрическая точка равна 6,0, у аспарагиновой кислоты – 3,0, у лизина – 9,6.

2. Амфотерные свойства аминокислот обусловлены наличием в их составе функциональных групп кислотного (-COOH) и основного (-NH₂) характера. Поэтому аминокислоты образуют соли как со щелочами, так и с кислотами.

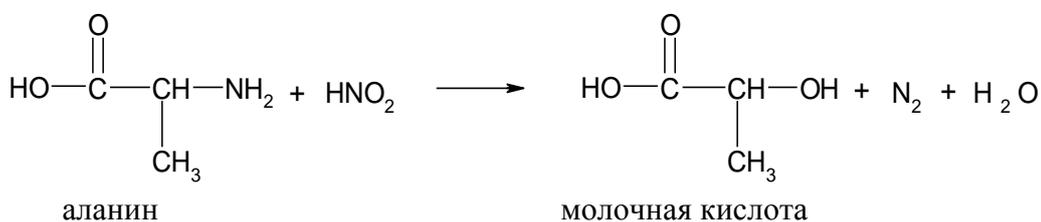


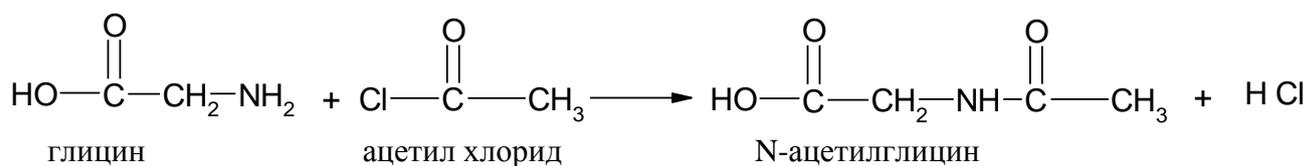
Соль также может быть образована с ионами двухвалентных металлов: Cu²⁺, Ni²⁺, Zn²⁺, Co²⁺

3. Реакции аминокислот по карбоксильной группе приводят к образованию не только солей, но и эфиров, амидов, галогенангидридов



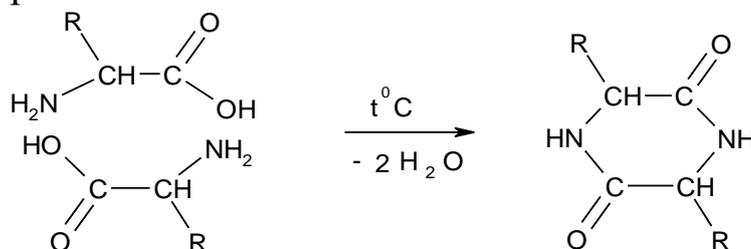
4. Как амины реагируют с азотистой кислотой, алкилируются и ацилируются:



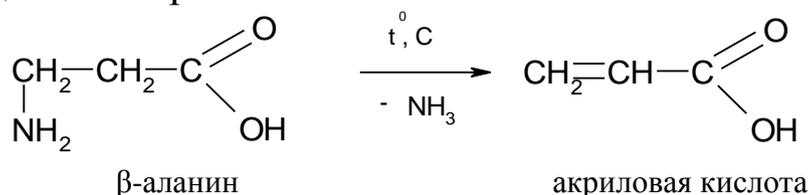


5. При нагревании выше температуры плавления:

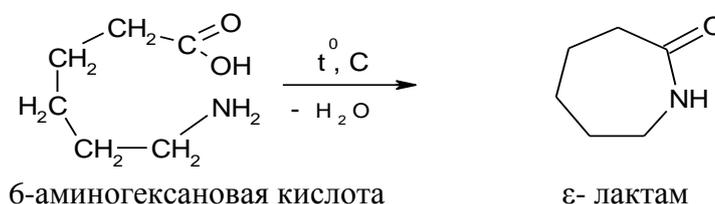
5.1 α -аминокислоты, отщепляя воду, циклизуются в устойчивые дикетопиперазины:



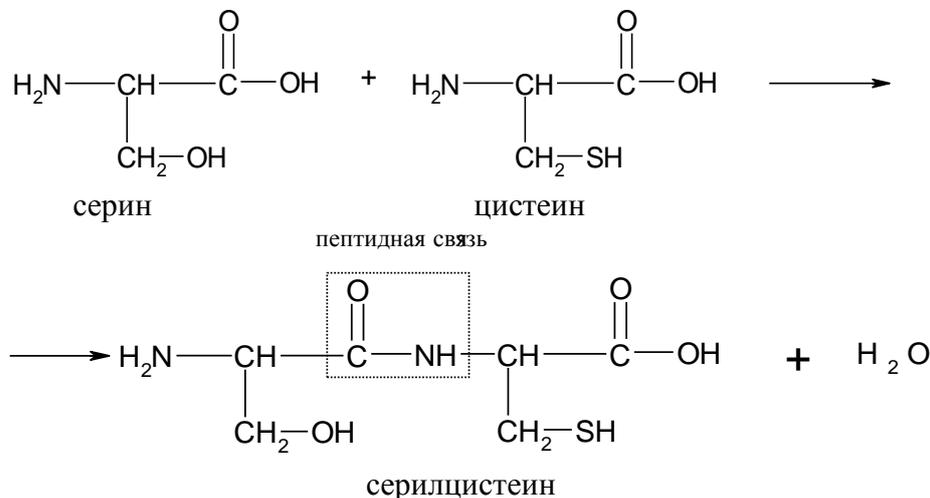
5.2 β -аминокислоты отщепляют молекулу аммиака, превращаясь в ненасыщенные карбоновые кислоты:



5.3 γ - и δ -аминокислоты образуют циклические амиды – лактамы:



6. Все аминокислоты способны образовывать нециклические амиды — дипептиды. Это происходит при ацилировании карбоксильной группы одной аминокислоты аминогруппой другой аминокислоты:



Образовавшуюся при этом амидную связь называют пептидной. Эта реакция в животной или растительной клетке протекает в мягких условиях (ферментативный катализ) и приводит к образованию полипептидных белковых макромолекул. Пептиды имеют меньшую молекулярную массу, чем белки (содержат в молекуле до 100 аминокислотных остатков) и обладают более узким спектром функций. Названия пептидов строятся путем перечисления аминокислотных остатков, начиная с N-конца, с заменой суффикса на –ил, кроме последней C-концевой аминокислоты, для которой сохраняется ее полное название.

Первичная структура белка определяется специфической последовательностью чередования аминокислотных остатков в полипептидной цепи.

Вторичная - обусловлена внутри- и межмолекулярными водородными связями и определяется ориентацией и строением простейших субъединиц – спиралей и структур, за счет водородных связей полипептидная цепь закручивается в спираль, а среди их большого разнообразия наиболее устойчива – правовращающая спираль. В ней водородные связи образуются при взаимодействии C=O и NH - групп пептидных связей с периодичностью в три аминокислотных остатка.

Третичная структура формируется как результат многочисленных взаимодействий различных функциональных групп остатков аминокислот, что приводит к сгибанию полипептидных цепей и спиралей в агрегаты разнообразных форм, например, клубки. При этом, образованию таких клубков способствуют не только водородные связи, но и дисульфидные мостики, ионные связи и Ван-дер-Ваальсовы силы взаимодействия.

Под четвертичной структурой подразумевают способ укладки в пространстве отдельных полипептидных цепей, обладающих одинаковой (или разной) первичной, вторичной или третичной структурой, и формирование единого в структурном и функциональном отношении макромолекулярного образования.

Белки разделяют на протеины (простые белки), в состав которых входят только остатки α -аминокислот и протеиды (сложные белки), при гидролизе которых образуются и другие вещества (фосфорная кислота, глюкоза, гетероциклы).

Индивидуальные задания

Для своего варианта индивидуального задания:

1. Напишите для аминокислоты уравнения реакции взаимодействия с соляной кислотой, гидроксидом натрия, алкилирование и с этанолом.

2. Напишите уравнение диссоциации, укажите рН водного раствора данной аминокислоты.

3. Предложите схему образования дипептидов из данной аминокислоты и глицина, дайте им названия.

Все органические соединения должны быть названы, катализаторы указаны.

Вариант 1. Аланин.

Вариант 2. Валин.

Вариант 3. Лейцин.

Вариант 4. Изолейцин.

Вариант 5. Серин.

Вариант 6. Треонин.

Вариант 7. Аспарагин.

Вариант 8. Глутамин.

Вариант 9. Лизин.

Вариант 10. Аргинин.

Вариант 11. Цистеин.

Вариант 12. Метионин.

Вариант 13. Фенилаланин.

Вариант 14. Тирозин.

Вариант 15. Триптофан.

Вариант 16. Гистидин.

Варианты тестовых заданий

№ варианта	Номера вопросов								
	1	1	13	15	17	28	33	35	37
2	3	7	10	13	20	23	28	31	38
3	12	15	19	24	28	35	40	9	31
4	7	16	18	22	26	32	1	27	40
5	2	10	14	25	31	34	36	15	27
6	8	11	17	24	26	39	34	2	9
7	13	19	22	27	30	33	38	10	5
8	3	8	12	17	23	32	38	28	34
9	9	11	15	18	20	31	35	38	40
10	4	7	18	25	34	39	40	23	30
11	1	14	19	20	29	33	38	21	35
12	3	10	13	19	21	27	36	39	40
13	5	6	11	23	26	30	32	34	29
14	6	12	15	26	28	30	39	37	16
15	1	11	13	22	24	37	5	20	36
16	6	8	9	18	20	27	29	34	37

1. Какие из нижеследующих аминокислот относятся к диаминонокарбоновым:

- а) лизин;
- б) аланин;
- в) аспарагиновая кислота;
- г) серин .

2. Какие из нижеследующих аминокислот относятся к моноаминомонокарбоновым:

- а) лизин;
- б) аланин;
- в) аспарагиновая кислота;

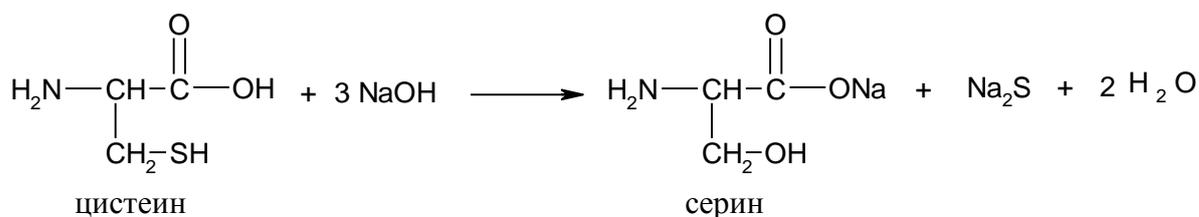
- г) серин.
3. Какое значение рН среды может иметь раствор глицина:
- а) 3;
 - б) 5;
 - в) 7;
 - г) 8.
4. Сколько различных дипептидов можно получить, используя только глицин и фенилаланин:
- а) 1;
 - б) 3;
 - в) 2;
 - г) 4.
5. Какие из нижеследующих аминокислот относятся к моноаминодикарбоновым:
- а) валин;
 - б) фенилаланин;
 - в) аспарагиновая кислота;
 - г) глутаминовая кислота.
6. Раствор моноаминодикарбоновой кислоты изменит окраску лакмуса на:
- а) синюю;
 - б) желтую;
 - в) красную;
 - г) фиолетовую.
7. Раствор диаминомонокарбоновой кислоты изменит окраску водного раствора фенолфталеина на:
- а) малиновую;
 - б) синюю;
 - в) зеленую;
 - г) желтую.
8. Реагируя с какими веществами аминокислота образует соль:
- а) хлороводород;
 - б) этанол;
 - в) гидроксид натрия;
 - г) серная кислота.
9. Какие из нижеследующих веществ вступают в реакцию этерификации:
- а) глицин;
 - б) пропиламин;

- в) глицилаланин;
 - г) анилин.
10. В растворах каких веществ фенолфталеин остается бесцветным:
- а) глицилаланин;
 - б) фенол;
 - в) анилин;
 - г) метилэтиламин.
11. Ксантопротеиновая реакция является качественной на наличие в белке остатков аминокислот, содержащих:
- а) спиртовый гидроксил;
 - б) тиол;
 - в) ароматические ядра.
12. Сколько различных дипептидов можно получить из двух различных аминокислот:
- а) 3;
 - б) 5;
 - в) 4;
 - г) 2.
13. Реагируя с какими соединениями глицин образует пептидную связь:
- а) хлороводород;
 - б) гидроксид калия;
 - в) аланин;
 - г) глицилглицин.
14. С какими веществами может реагировать валин:
- а) с бутанолом-1;
 - б) с серной кислотой;
 - в) гидроксидом калия;
 - г) азотной концентрированной кислотой.
15. При гидролизе каких соединений можно получить аминокислоту (аминокислоты):
- а) глицилфенилаланин;
 - б) метилглицинат;
 - в) белок;
 - г) этилбензоат.
16. Аминокислоту можно получить при взаимодействии аммиака с:
- а) хлорбензолом;
 - б) этилбромидом;
 - в) пропанолом-2;
 - г) хлорпропионовой кислотой.

17. Укажите на основные функции белков в организме:
- а) каталитическая;
 - б) транспортная;
 - в) защитная;
 - г) строительный материал опорных, мышечных и покровных тканей.
18. Биуретовая реакция является качественной на:
- а) гидроксильную группу;
 - б) карбоксильную группу;
 - в) пептидную связь.
19. Укажите рН среды аминокислоты в водном растворе:
- а) 7;
 - б) 2;
 - в) 13.
20. Укажите рН среды глутаминовой кислоты в водном растворе:
- а) 11;
 - б) 7;
 - в) 4.
21. При термоллизе α -аминокислот образуются:
- а) дикетопиперазины;
 - б) лактоны;
 - в) непредельные карбоновые кислоты;
 - г) лактамы.
22. Назовите цистеин по ИЮПАК номенклатуре:
- а) 2-амино-3-меркаптопропановая кислота;
 - б) 2-амино-3-гидроксипропановая кислота;
 - в) 2-аминопропановая кислота.
23. 2-аминопропановая кислота является:
- а) моноаминомонокарбоновой кислотой;
 - б) моноаминодикарбоновой кислотой;
 - в) диаминомонокарбоновой кислотой.
24. В молекулах аминокислот содержатся функциональные группы:
- а) нитро;
 - б) $-\text{COOH}$;
 - в) амино;
 - г) $-\text{CN}$.
25. В молекулах аминокислот не содержатся функциональные группы:
- а) нитро;
 - б) $-\text{COOH}$;

- в) амина;
 - г) $-\text{CN}$.
26. Для аминокислот характерны изомерия:
- а) оптическая;
 - б) положения функциональных групп;
 - в) структурная;
 - г) геометрическая.
27. Оптическая изомерия не характерна для:
- а) 2-аминопропановой кислоты;
 - б) 2-амино-2-метилпропановой кислоты;
 - в) 2-аминобутановой кислоты;
 - г) 3-аминобутановой кислоты.
28. Для аминокислотной кислоты характерны:
- а) кислотные свойства;
 - б) амфотерность;
 - в) основные свойства.
29. По карбоксильной группе в реакции с аминокислотной кислотой вступают:
- а) KOH ;
 - б) CH_3OH ;
 - в) HCl ;
 - г) KMnO_4 .
30. Укажите реагенты, взаимодействующие с аминокислотной кислотой по аминогруппе:
- а) HCl ;
 - б) NaOH ;
 - в) HNO_2 ;
 - г) CH_3OH .
31. Какие из нижеследующих аминокислот не относятся к моноаминомонокарбоновым:
- а) лизин;
 - б) аланин;
 - в) аспарагиновая кислота;
 - г) глицин.
32. При взаимодействии глицина с азотистой кислотой:
- а) выделится газ;
 - б) изменится краска;
 - в) выпадет осадок.
33. Аминокислоту можно получить при взаимодействии аммиака с:
- а) хлорбензолом;

- б) этилбромидом;
 - в) 2-хлорбутановой кислотой.
34. Укажите на основные функции белков в организме:
- а) защитная;
 - б) транспортная;
 - в) передача генетической информации;
 - г) каталитическая.
35. С какими веществами может реагировать серин:
- а) с пропанолом-1;
 - б) с соляной кислотой;
 - в) гидроксидом калия;
 - г) с фенолом.
36. При гидролизе каких соединений можно получить аминокислоту (аминокислоты):
- а) аланилфенилаланин;
 - б) белок;
 - в) метилацетат.
37. Реагируя с какими веществами 2-аминопропановая кислота образует соль:
- а) хлороводород;
 - б) этанол;
 - в) гидроксид натрия;
 - г) серная кислота.
38. Какие из нижеследующих веществ вступают в реакцию этерификации:
- а) аланин;
 - б) бутиламин;
 - в) аланилсерин;
 - г) анилин.
39. Признаком протекания ксантпротеиновой реакции является:
- а) появление лилово-фиолетовой окраски;
 - б) появление желтого окрашивания;
 - в) появление синего окрашивания.
40. Признаком протекания нингидриновой реакции является:
- а) появление желтого окрашивания;
 - б) появление синего окрашивания;
 - в) появление лилово-фиолетовой окраски.

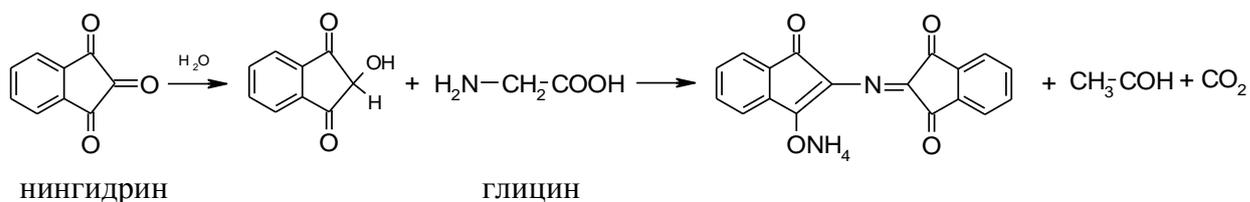


Напишите наблюдения и сделайте вывод.

Опыт 4. Нингидриновая реакция

В две пробирки отдельно помещают 3–4 капли растворов глицина и уксусной кислоты, прибавляют в каждую по 1 капле раствора нингидрина и нагревают почти до кипения.

Изменяется ли окраска растворов? Закончите уравнения реакций:

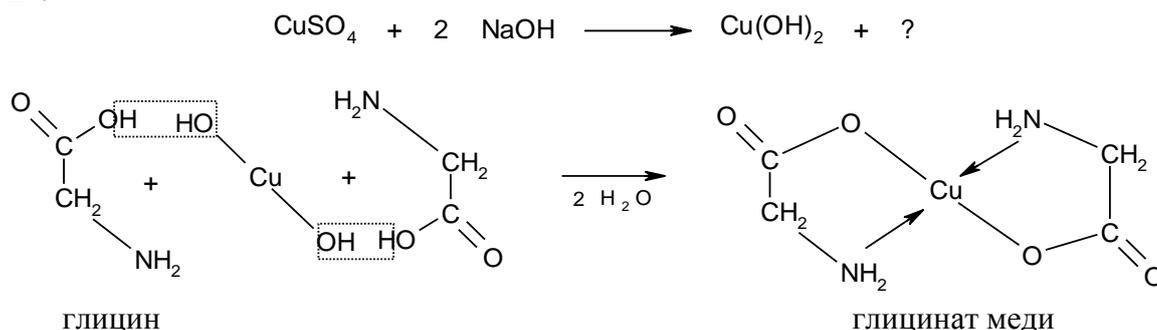


Напишите наблюдения и сделайте вывод о возможности использования реакции для качественного определения аминокислот.

Опыт 5. Биуретовая реакция

В три пробирки отдельно помещают 5–6 капель водных растворов яичного белка, глицина и уксусной кислоты. Затем прибавляют в каждую по 3–4 капли 40 % водного раствора гидроксида натрия и по 1 капле 5 % водного раствора сульфата меди. Смеси в пробирках тщательно перемешивают.

Какие окраски растворов наблюдаете? Закончите уравнения реакций:

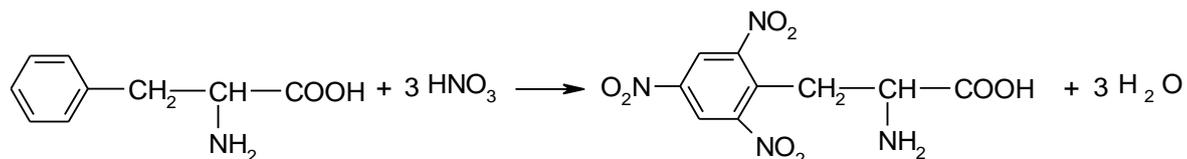


Напишите наблюдения и сделайте вывод о возможности использования реакции для качественного определения аминокислот.

Опыт 7. Ксантопротеиновая реакция

К 5–6 каплям водного раствора яичного белка добавляют 4–5 капель концентрированной азотной кислоты и смесь тщательно перемешивают, нагревают почти до кипения.

Как изменяется окраска раствора? Запишите уравнение реакции:



фенилаланин

2,4,6-тринитрофенилаланин

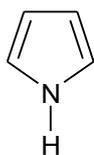
Напишите наблюдения и сделайте вывод о возможности использования реакции для качественного определения аминокислот, содержащих ароматические ядра.

2.3 Гетероциклические соединения (гетероциклы)

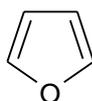
Гетероциклическими соединениями называют циклические органические соединения, содержащие в составе цикла помимо атомов углерода и другие атомы. В качестве гетероатомов чаще всего выступают атомы серы, кислорода и азота.

Классифицируют:

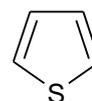
1. По гетероатому, входящему в состав цикла, все гетероциклические системы классифицируются на азот-, кислород- и серусодержащие.



пиррол

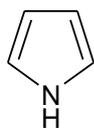


фуран

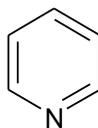


тиофен

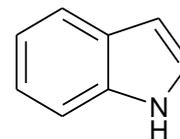
2. По числу атомов в цикле гетероциклы чаще всего подразделяют на пяти- и шестичленные, а также конденсированные гетероциклические соединения.



пиррол

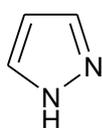


пиридин

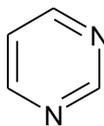


индол

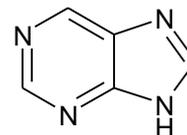
Гетероциклы могут иметь и более одного гетероатома в цикле:



пирозол



пиримидин



пурин

3. По степени ненасыщенности циклов на ароматические и неароматические гетероциклы. Ароматичность гетероциклов определяется, согласно правилу Хюккеля, по наличию плоского цикла, сопряженной электронной системы $4n + 2$ обобщенных электронов, при $n = 1, 2, 3$ и т. д.

Рассмотрим схему образования ароматической системы в молекулах пиррола и пиридина.



Рисунок 2 – Схема образования ароматической системы в молекулах
а) – пиррола; б) – пиридина

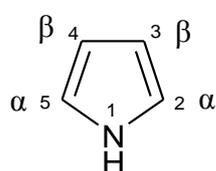
Пиррол является ароматическим соединением, благодаря паре электронов атома азота, вовлеченной в систему сопряжения. Таким образом, пиррол удовлетворяет всем критериям ароматичности – имеет плоский цикл, сопряженную электронную систему, охватывающую все атомы цикла и содержащую 6 р-электронов согласно правилу Хюккеля ($4n + 2$ при $n = 1$). Кроме того, у пиррола, в отличие от бензола, секстет электронов делокализован лишь по пяти скелетным атомам молекулы, что делает ее более подверженной атаке электрофильных реагентов.

В молекуле пиридина р-электронная пара (неподеленная пара электронов) атома азота не вовлекается в систему сопряжения ароматического секстета, что позволяет сохранить его основные свойства.

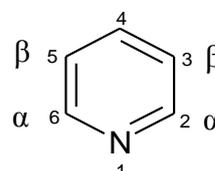
Номенклатура

Для построения названий гетероциклов часто применяют тривиальные названия, принятые номенклатурой ИЮПАК — фуран, тиофен, пиррол, пиридин, пиримидин и другие.

Нумерация атомов в гетероциклах начинается от гетероатома. В гетероциклах с одним гетероатомом атомы углерода иногда обозначаются греческими буквами, начиная от атома углерода, соседнего с гетероатомом.



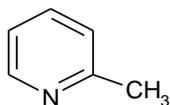
пиррол



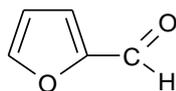
пиридин

На гетероатом в цикле указывают приставки, обозначающие гетероатом: N - аза, O - окса, S - тиа. В случае нескольких гетероатомов их обозначают приставкой ди-, три- (диокса, триаза). В гетероциклах с несколькими равноценными гетероатомами нумерация проводится так, чтобы гетероатомы получили наименьшие номера. В гетероциклах с различными гетероатомами старшим считается кислород, далее сера и затем азот.

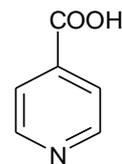
Названия производных гетероциклов строятся по общим правилам ИЮПАК номенклатуры, например 2-метилпиридин (тривиальное название α-пиколин), фуран-2-карбальдегид (фурфурол), пиридин-4-карбоновая кислота (изоникотиновая кислота).



2-метилпиридин



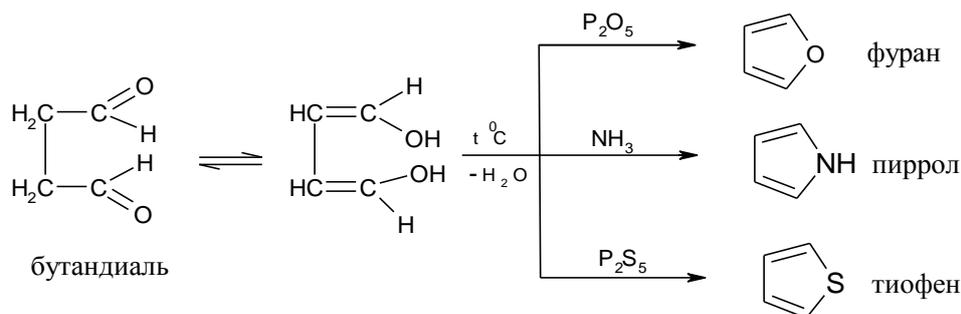
фуран-2-карбальдегид



пиридин-4-
карбоновая кислота

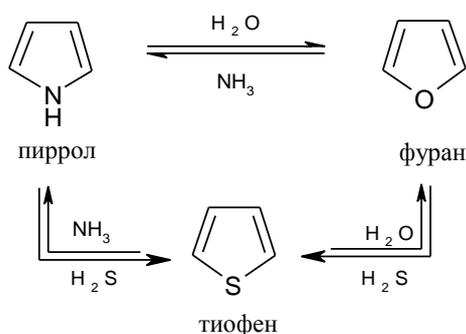
Способы получения

1. Общим методом синтеза ароматических гетероциклов является синтез на основе 1,4-диоксосоединений:

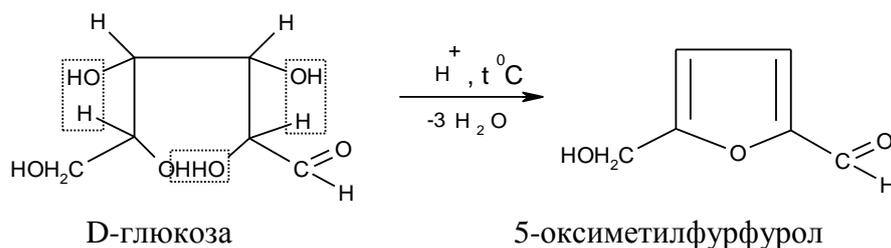


При этом диоксосоединения нагревают в присутствии водоотнимающих средств (фуран), либо пятисернистого фосфора (тиофен), либо аммиака (пиррол).

2. Реакции взаимопревращения пятичленных гетероциклов (Ю. К. Юрьев, 1936 г) протекают при 400°C и пропускании паров H_2S , NH_3 или H_2O через соответствующее гетероциклическое соединение над катализатором - оксидом алюминия:



3. Существуют специфические методы синтеза отдельных гетероциклических систем. Так, фуран и его производные можно получить дегидратацией углеводов:



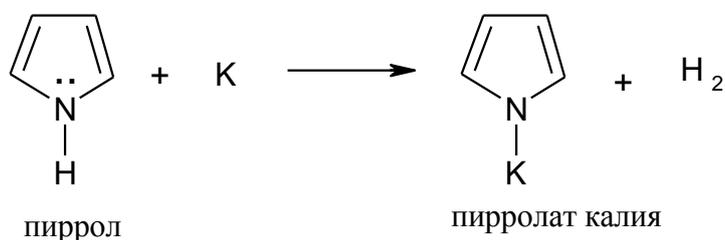
Физико-химические свойства

Гетероциклические соединения многочисленны и разнообразны, поэтому рассмотрим свойства на примере пиррола и пиридина.

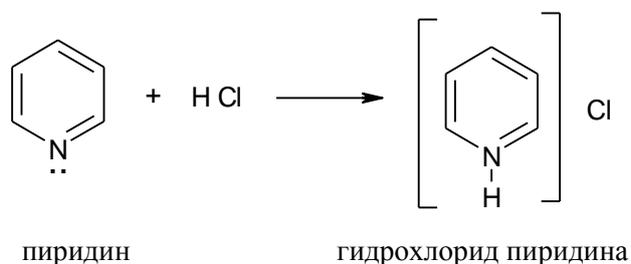
Пиррол — бесцветная жидкость (т. кип. 130 °С, т. пл. -18 °С) с запахом, напоминающим запах хлороформа, слабо растворим в воде, но легко растворяется в большинстве органических растворителей, на воздухе темнеет и постепенно осмоляется.

Пиридин — бесцветная жидкость (т. кип. 115 °С, т. пл. -42 °С) с неприятным запахом, смешивающаяся с водой в любых соотношениях и большинством органических растворителей.

1. В пирроле неподеленная пара электронов атома азота вовлечена в сопряжение и поэтому он не проявляет основных свойств, а проявляет свойства очень слабой кислоты.

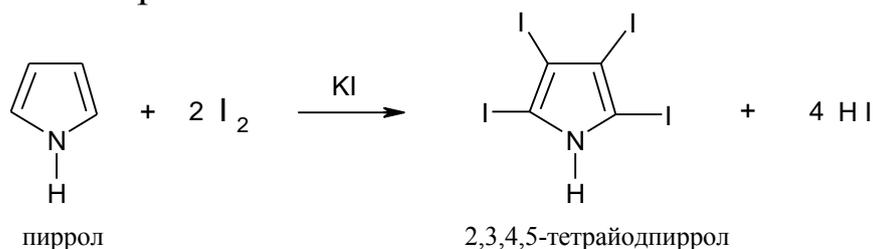


У пиридина пара электронов атома азота не вовлечена в систему сопряжения и поэтому он проявляет основные свойства, характерные для третичных аминов.

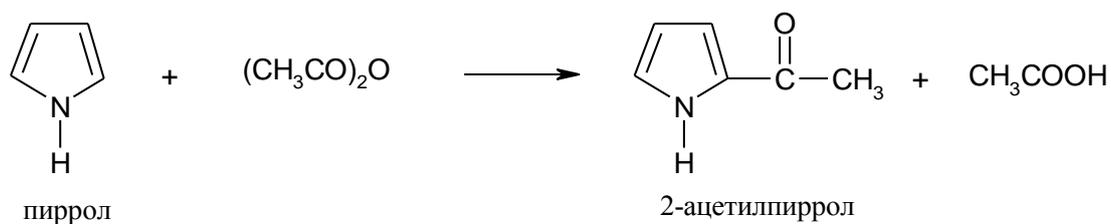


2. Реакции электрофильного замещения.

Пиррол очень легко вступает в реакции электрофильного замещения, так как на пять атомов цикла приходится электронное облако из шести электронов и его часто называют π -избыточным.

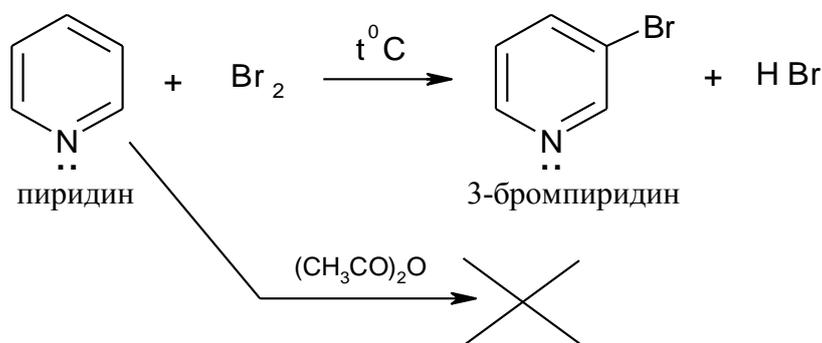


Наиболее легко замещение проходит в α -положение, где электронная плотность несколько выше, чем на других атомах углерода:

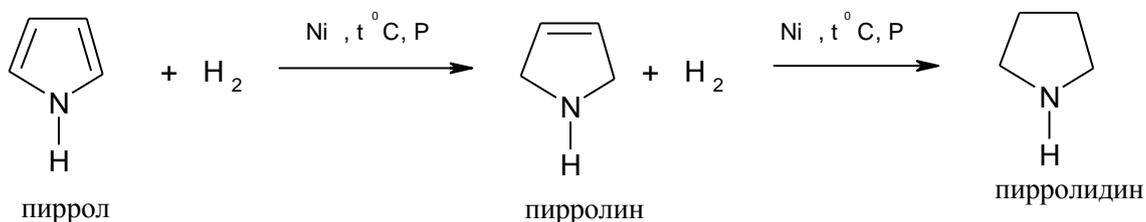


Прямое нитрование и сульфирование пиррола невозможно, потому что при действии сильных кислот пиррол осмоляется, это свойство называется ацидофобностью.

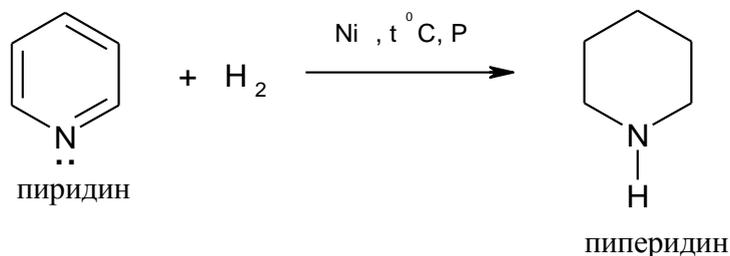
Пиридин содержит шесть электронов на шесть атомов цикла, при этом атом азота выступает в качестве акцептора электронов и в реакции электрофильного замещения вступает с большим трудом, легче всего в β -положение:



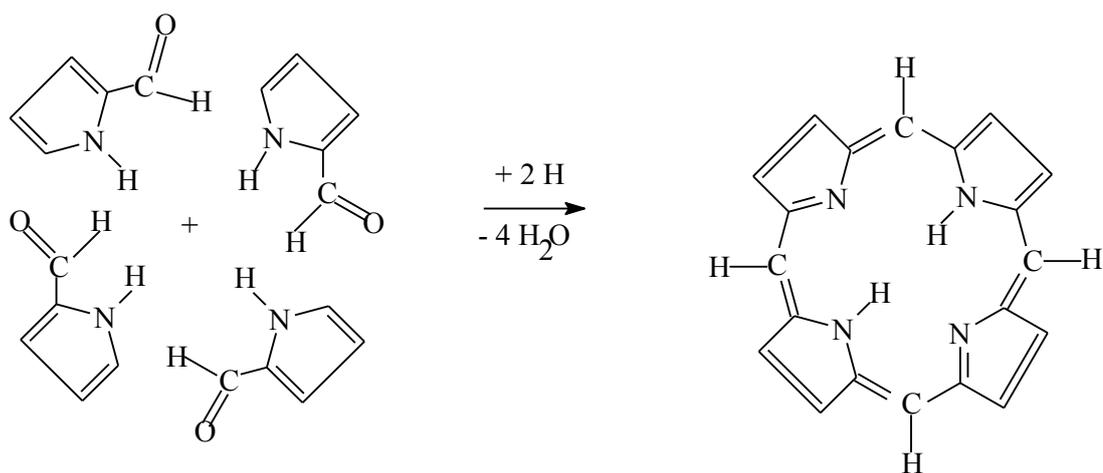
3. Гидрирование. Пиррол гидрируется очень легко и в этой реакции ведет себя подобно сопряженным диенам:



Гидрирование пиридина протекает в более жестких условиях, при этом разрушаются все π -связи:



4. Образование порфина. При нагревании пиррол-2-альдегида с муравьиной кислотой образуется ароматическая гетероциклическая система порфин:

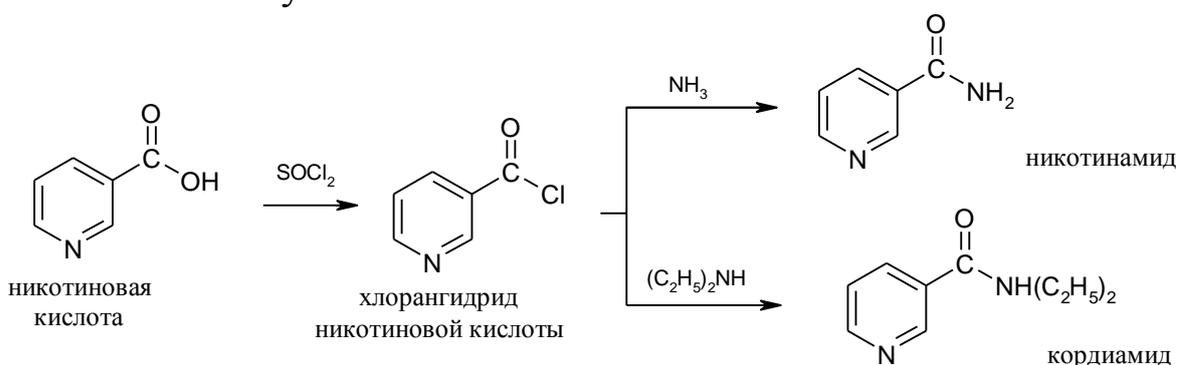


порфин

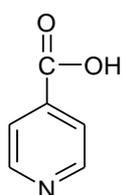
Тетрапиррольная структура является основой природных пигментов, таких как хлорофилл, билирубин, гемин и др. Большой вклад в процесс расшифровки строения хлорофиллов А и Б внес немецкий химик Ганс Эйген Фишер. В 1930 Фишер был удостоен Нобелевской премии «за исследования строения гемина и хлорофилла, особенно за синтез гемина».

5. Пиридиновый гетероцикл входит в состав целого ряда физиологически активных веществ, его производные широко применяют как лекарственные средства и даже как витамины.

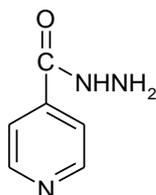
Амид никотиновой кислоты, никотинамид, известен под названием витамина РР (потребность ~ 0,3 - 0,5 мг/сут). Его отсутствие в пище вызывает пеллагру. Никотиновая кислота является провитамином, т. е. предшественником витамина РР. Диэтиламид никотиновой кислоты, кордиамин, используется как стимулятор центральной нервной системы. Эти производные никотиновой кислоты легко получают из самой кислоты.



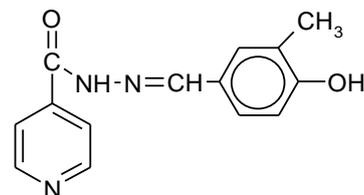
Производные изоникотиновой кислоты изониазид и фтивазид находят применение как противотуберкулезные средства.



изоникотиновая
кислота

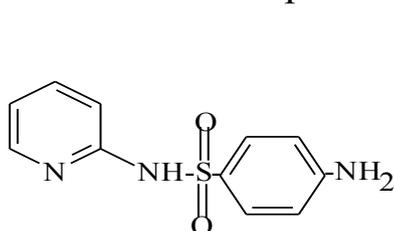


изониазид

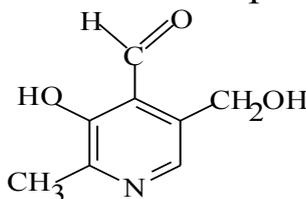


фтивазид

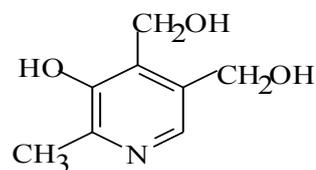
Нельзя не упомянуть полученный на основе α -аминопиридина сульфамидный жаропонижающего действия препарат сульфидин, а также более сложного строения пиридоксаль и пиридоксол (витамины В₆), регулирующие процессы обмена и окислительно-восстановительные реакции в животных организмах:



сульфидин

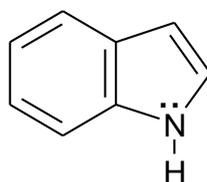


пиридоксаль



пиридоксол

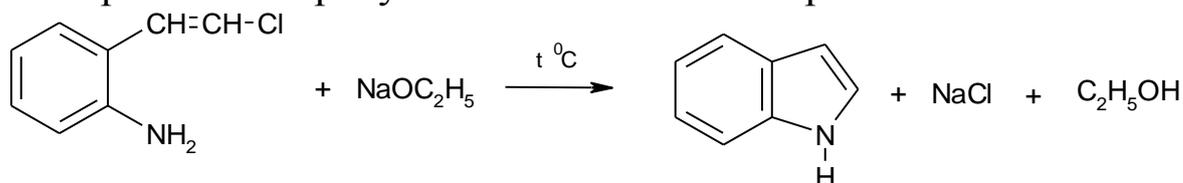
Индол и его производные. Индол относится к конденсированным гетероциклам, состоящим из бензольного и пиррольного колец. Индол обладает ароматическим характером, в системе сопряжения содержит 10 электронов ($4n + 2$ при $n = 2$).



индол (бензопиррол)

Индол обладает крайне неприятным запахом, но в очень малых концентрациях имеет запах жасмина и применяется в парфюмерии. Индол образуется в кишечнике млекопитающих в результате расщепления гнилостными бактериями триптофана.

Индол можно получить циклизацией 2-амино- β -хлорстирола при нагревании в присутствии алкоголята натрия:



2-амино- β -хлорстирол

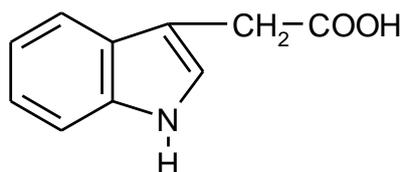
индол

Индол вступает в реакции электрофильного замещения в β -положение пиррольного цикла, слабая кислота, ацидофобен.

При гниении белков из триптофана образуются продукты его метаболизма триптамин и скатол:

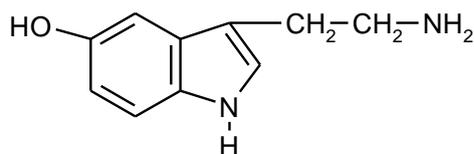


Индол входит в состав многих биологически активных соединений. Важным производным индола является гетероауксин – наиболее широко распространенный стимулятор прорастания семян и корнеобразования (стимулятор ауксинового типа действия):



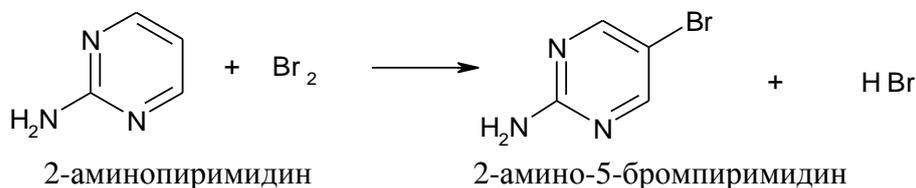
гетероауксин

Дальнейшим продуктом превращения триптофана в организме является образование серотонина, одного из нейромедиаторов головного мозга, нарушение обмена которого приводит к шизофрении:

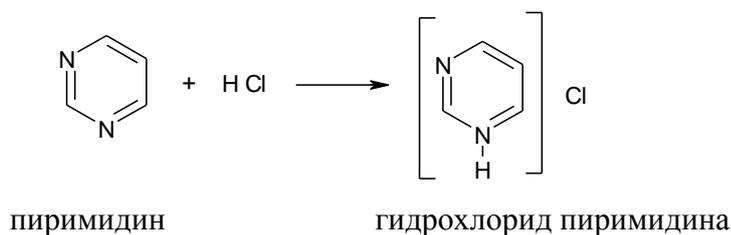


серотонин

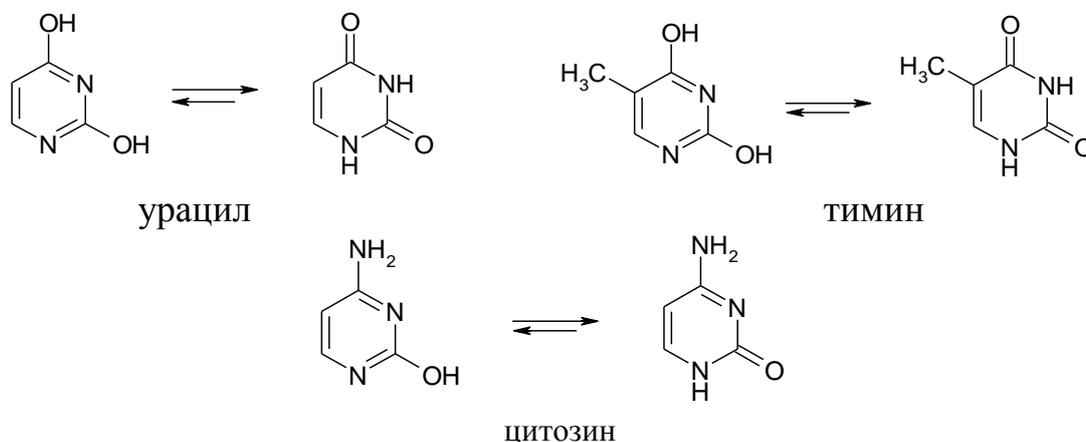
Пиримидин и его производные. Пиримидин — бесцветное кристаллическое вещество, растворимое в воде. Обладает свойствами сходными с пиридином, но еще более отличными от бензола. Электрофильные реагенты вступают в реакции с пиримидином только в том случае, когда в кольце присутствуют электронодонорные заместители — гидроксильная, тиольная или аминогруппы. Наиболее легко реакция идет в 5 положение:



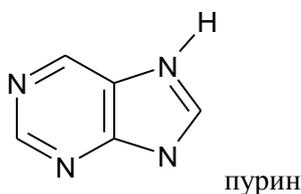
Пиридин является очень слабым основанием и образует соли с одним эквивалентом сильной кислоты, несмотря на наличие двух центров основности.



Производные пиридина – урацил, тимин и цитозин – называемые нуклеиновыми основаниями, являются компонентами нуклеиновых кислот. Эти производные существуют в лактимной и лактамной таутомерных формах, причем в равновесии преобладают лактамные формы:

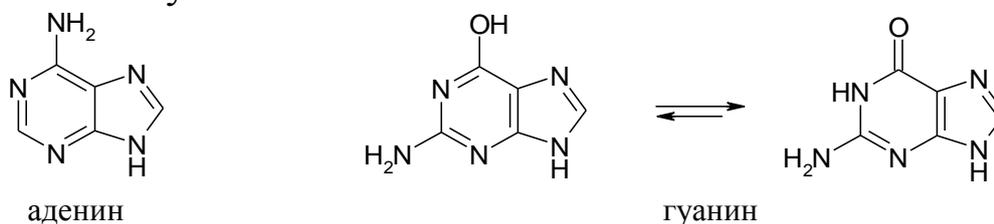


Пурин и его производные. Пурин является конденсированной гетероциклической системой имидазола и пиридина. Пурин — ароматическое соединение, в сопряжении находится 10 электронов ($4n + 2$ при $n = 2$).



Пурин — бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде. Обладает амфотерными свойствами. Пуриновая система входит в состав нуклеиновых кислот, лекарственных веществ, витаминов, алколоидов.

Пуриновые нуклеиновые основания.



В состав нуклеиновых кислот входят аденин и гуанин (в более устойчивой лактамной форме).

Варианты тестовых заданий

№ варианта	Номера вопросов								
	1	1	13	15	17	28	33	35	37
2	3	7	10	13	20	23	28	31	38
3	12	15	19	24	28	35	40	9	31
4	7	16	18	22	26	32	1	27	40
5	2	10	14	25	31	34	36	15	27
6	8	11	17	24	26	39	34	2	9
7	13	19	22	27	30	33	38	10	5
8	3	8	12	17	23	32	38	28	34
9	9	11	15	18	20	31	35	38	40
10	4	7	18	25	34	39	40	23	30
11	1	14	19	20	29	33	38	21	35
12	3	10	13	19	21	27	36	39	40
13	5	6	11	23	26	30	32	34	29
14	6	12	15	26	28	30	39	37	16
15	1	11	13	22	24	37	5	20	36
16	6	8	9	18	20	27	29	34	37

1. Какое гетероциклическое соединение является основой витамина жизни – В₁₂:

- а) пурин;
- б) пиррол;
- в) фуран;
- г) пиримидин.

2. В состав гемоглобина крови и хлорофилла входят производные:

- а) индола;
- б) пиррола;
- в) фурана;
- г) пиримидина.

3. Какие атомы могут выступать в качестве гетероатомов:
- N, O, S;
 - Na, K, Ca;
 - C, Si, Cl.
4. Какие гетероциклические соединения обладают высокой устойчивостью:
- трехчленные;
 - четырёхчленные;
 - пятичленные;
 - шестичленные.
5. Какие гетероциклические соединения не относятся к ароматическим:
- пиридин;
 - фуран;
 - тетрогидрофуран;
 - пиперидин.
6. Какие гетероциклические соединения относятся к азотсодержащим:
- пиридин;
 - индол;
 - тиофен;
 - пиррол.
7. Какие гетероциклические соединения содержат более одного гетероатома в молекуле:
- фуран;
 - индол;
 - пурин;
 - триазин.
8. Какие химические свойства характерны для пиррола:
- электрофильного замещения;
 - нуклеофильного замещения;
 - основные;
 - кислотные.
9. Какие химические свойства характерны для пиридина:
- кислотные;
 - основные;
 - электрофильного замещения;
 - нуклеофильного замещения.
10. Какое гетероциклическое соединение относится к серусодержащим:

- а) пиридин;
 - б) пиримидин;
 - в) тиофен;
 - г) пиррол.
11. Производные каких гетероциклических соединений входят в состав нуклеиновых кислот:
- а) пиррол;
 - б) тиофен;
 - в) фуран;
 - г) пурин.
12. Какие гетероциклические соединения не являются шестичленными:
- а) пиперидин;
 - б) фуран;
 - в) тиофен;
 - г) пирролидин.
13. В состав гемоглобина крови и хлорофилла входят производные:
- а) индола;
 - б) пиррола;
 - в) фурана;
 - г) пиримидина.
14. Реакция замены гетероатома - это реакция:
- а) Кучерова;
 - б) Коновалова;
 - в) Юрьева;
 - г) Фриделя-Крафтса.
15. Какое гетероциклическое соединение входит в состав незаменимой аминокислоты – триптофана:
- а) пиридин;
 - б) пиримидин;
 - в) индол;
 - г) имидазол.
16. Галогенирование фурана приводит к образованию:
- а) 2-замещенных;
 - б) 3-замещенных;
 - в) 2,5-замещенных.
17. У α -углеродных атомов фурана, пиррола и тиофена легче протекают реакции:
- а) нуклеофильного замещения;
 - б) электрофильного замещения;

- в) окисления;
 - г) восстановления.
18. Какое из перечисленных гетероциклических соединений обладает свойствами оснований:
- а) пиридин;
 - б) пиррол;
 - в) тиофен;
 - г) пиримидин.
19. Какие гетероциклические соединения относятся к конденсированным:
- а) индол;
 - б) пурин;
 - в) пиримидин;
 - г) тиофен.
20. Какие углеродные атомы пиридина являются электрофильными центрами молекулы:
- а) α - углеродные атомы;
 - б) β - углеродные атомы;
 - в) γ - углеродные атомы.
21. Пиррол-это:
- а) шестичленный гетероцикл;
 - б) пятичленный гетероцикл;
 - в) конденсированный гетероцикл.
22. Пиррол относится к:
- а) серусодержащим гетероциклам;
 - б) кислородсодержащим гетероциклам;
 - в) азотсодержащим гетероциклам.
23. Пиридин – это:
- а) шестичленный гетероцикл;
 - б) пятичленный гетероцикл;
 - в) конденсированный гетероцикл.
24. Пиридин обладает свойствами:
- а) основания;
 - б) ароматического соединения;
 - в) кислоты;
 - г) нуклеофильного реагента.
25. Пиррол обладает свойствами:
- а) основания;
 - б) ароматического соединения;
 - в) кислоты;

- г) нуклеофильного реагента.
26. Пиррол отличается от пиридина:
- а) числом атомов углерода в цикле;
 - б) числом атомов азота в молекуле;
 - в) меньшей активностью при электрофильном замещении;
 - г) проявлением кислотности.
27. Пиридин отличается от пиррола:
- а) проявлением кислотности;
 - б) числом атомов углерода в цикле;
 - в) меньшей активностью при электрофильном замещении;
 - г) числом атомов азота в молекуле.
28. Какие углеродные атомы индола являются электрофильными центрами молекулы:
- а) α - углеродные атомы;
 - б) β - углеродные атомы;
 - в) γ - углеродные атомы.
29. При бромировании пиридина образуется:
- а) 2-бромпиридин;
 - б) 3-бромпиридин;
 - в) 2,3-дибромпиридин.
30. В состав триптофана и гетероауксина входит:
- а) индол;
 - б) пиррол;
 - в) пиридин;
 - г) пиримидин.
31. Производными пиримидина являются:
- а) тимин, аденин, гуанин;
 - б) урацил, аденин, гуанин;
 - в) тимин, цитозин, урацил;
 - г) аденин, гуанин.
32. Производными пурина являются:
- а) тимин, аденин, гуанин;
 - б) урацил, аденин, гуанин;
 - в) аденин, гуанин;
 - г) урацил, тимин, цитозин.
33. При восстановлении пиридина образуется:
- а) пиррол;
 - б) пирролин;
 - в) пиперидин;
 - г) пиримидин.

34. При полном гидрировании пиррола образуется:
- пирролин;
 - пирролидин;
 - пиперидин;
 - пиридин.
35. По распределению электронной плотности в кольце пиридин наиболее схож:
- с анилином;
 - с нитробензолом;
 - с бензолом;
 - с пирролом.
36. По распределению электронной плотности в кольце пиррол наиболее схож:
- с анилином;
 - с нитробензолом;
 - с бензолом;
 - с пирролом.
37. В состав гемоглобина крови и хлорофилла входят производные:
- индола;
 - пиррола;
 - фурана;
 - пиримидина.
38. Число электронов, участвующих в сопряжении в кольце пиррола, равно:
- 5;
 - 6;
 - 4;
 - 3.
39. Число электронов, участвующих в сопряжении в кольце пиридина, равно:
- 2;
 - 4;
 - 5;
 - 6.
40. По распределению электронной плотности в кольце пиридин наиболее схож:
- с анилином;
 - с нитробензолом;
 - с бензолом;
 - с пирролом.

2.4 Нуклеиновые кислоты (полинуклеотиды)

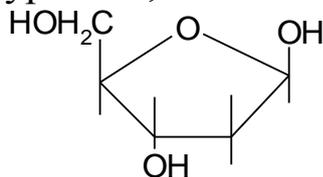
Нуклеиновые кислоты (полинуклеотиды) — высокомолекулярные органические соединения (биополимеры), состоящие из остатков фосфорной кислоты, углеводов и гетероциклических азотистых оснований. В зависимости от того какой углевод входит в состав нуклеиновой кислоты — 2-дезоксирибоза или рибоза, различают дезоксирибонуклеиновую (ДНК) и рибонуклеиновую (РНК).

Молекулярная масса их колеблется от 25 тыс. до 1 миллиона.

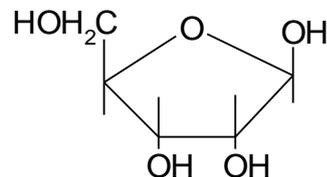
Нуклеиновые кислоты присутствуют в клетках всех живых организмов и выполняют важнейшие функции по хранению и передаче наследственной (генетической) информации, а также участвуют в синтезе белка. Нуклеиновые кислоты были открыты в 1869 швейцарским химиком Ф. Мишером в ядрах клеток.

При полном гидролизе нуклеиновых кислот образуется смесь из азотсодержащих гетероциклических оснований (пиримидиновых и пуриновых), альдопентоз (2-дезоксирибозы или рибозы), а также фосфорной кислоты.

Углеводы нуклеиновых кислот. Нуклеотиды ДНК и РНК отличаются между собой природой углеводов и азотистых оснований, которые входят в их состав. Углеводом ДНК является 2-дезокси- β -D-рибофураноза, а РНК — β -D-рибофураноза:



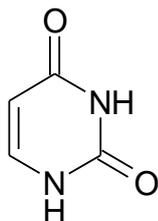
2-дезокси- β -D-рибофураноза



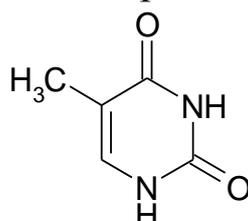
β -D-рибофураноза

Гетероциклические азотистые основания. В состав нуклеиновых кислот входят еще и гетероциклические азотистые основания: два пуриновых - аденин (А) и гуанин (Г), а также три пиримидиновых - тимин (Т), урацил (У) и цитозин (Ц).

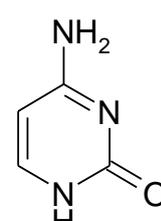
Нуклеиновые пиримидиновые основания



урацил (У)

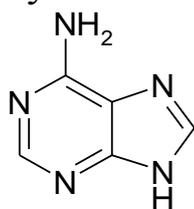


тимин (Т)

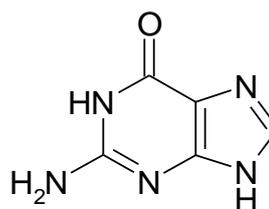


цитозин (Ц)

Нуклеиновые пуриновые основания



аденин (А)



гуанин (Г)

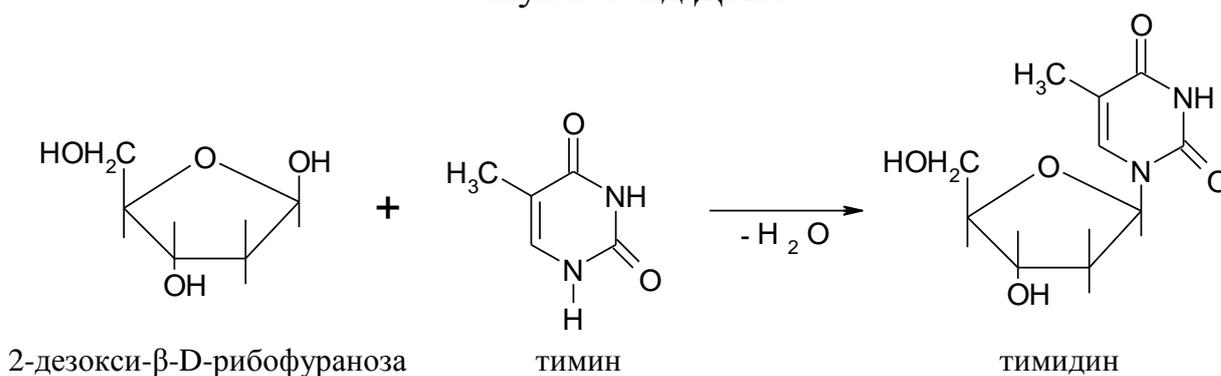
В состав молекул РНК входят урацил, цитозин, аденин, гуанин, в состав ДНК — тимин, цитозин, аденин, гуанин.

Нуклеозиды ДНК и РНК. Нуклеозиды — это двухкомпонентные системы, состоящие из углеводных остатков и азотистых оснований, связанных β -гликозидной связью. В зависимости от природы углеводного остатка различают рибонуклеозиды и дезоксирибонуклеозиды. Названия нуклеозидов строятся от тривиального названия соответствующего азотистого основания с суффиксами -идин у пиримидиновых и -озин у пуриновых нуклеозидов.

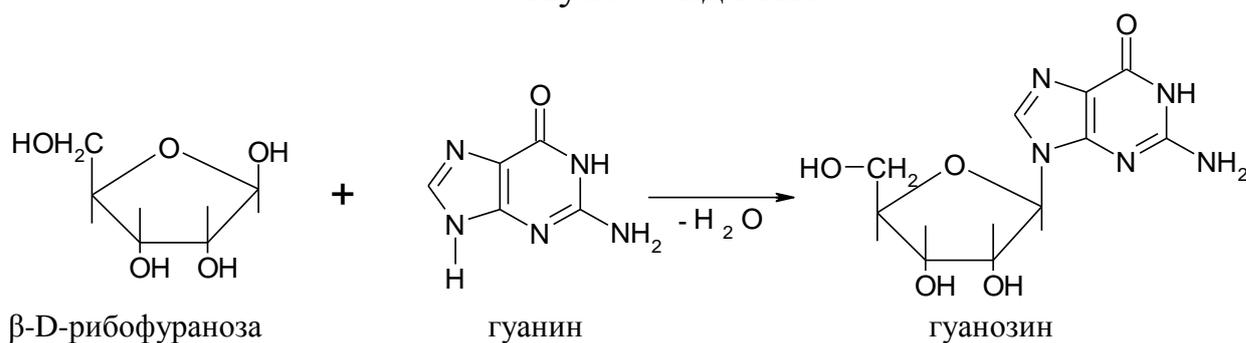
Таблица 3 – Названия нуклеозидов

Нуклеозиды ДНК	Нуклеозиды РНК
Тимин + дезоксирибоза = тимидин	Урацил + рибоза = уридин
Цитозин + дезоксирибоза = дезоксицитидин	Цитозин + рибоза = цитидин
Аденин + дезоксирибоза = дезоксиаденозин	Аденин + рибоза = аденозин
Гуанин + дезоксирибоза = дезоксигуанозин	Гуанин + рибоза = гуанозин

Нуклеозид ДНК



Нуклеозид РНК

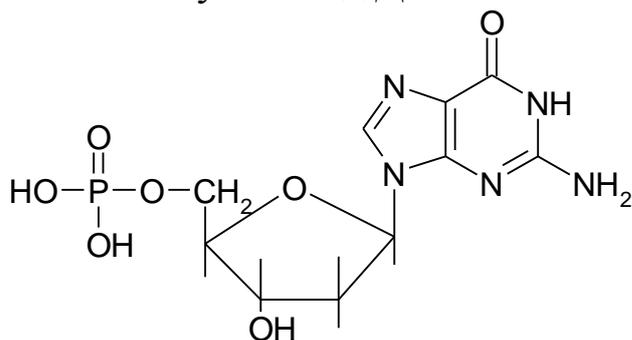


Строение нуклеотида ДНК и РНК. Нуклеотиды — это фосфаты нуклеозидов, т.е. сложные эфиры нуклеозидов и фосфорной кислоты. Нуклеотиды можно рассматривать, с одной стороны, как эфиры нуклеозидов (фосфаты), с другой — как кислоты (в связи с наличием остатка фосфорной кислоты). Поэтому, и названия нуклеотидов строят либо как фосфатов, либо как кислот.

Таблица 4 – Названия нуклеотидов

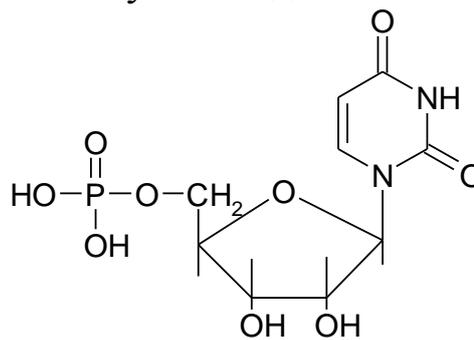
Как фосфатов	Как кислот
Аденозин-5'-монофосфат	5'-адениловая кислота
Гуанозин-5'-монофосфат	5'-гуаниловая кислота
Цитидин-5'-монофосфат	5'-цитидиловая кислота
Уридин-5'-монофосфат	5'-уридиловая кислота
Дезоксиаденозин-5'-монофосфат	5'-дезоксиадениловая кислота
Дезоксигуанозин-5'-монофосфат	5'-дезоксигуаниловая кислота
Дезоксцитидин-5'-монофосфат	5'-дезоксцитидиловая кислота
Тимидин-5'-монофосфат	5'-тимидиловая кислота

Нуклеотид ДНК:



дезоксигуанозин-5'-монофосфат

Нуклеотид РНК:

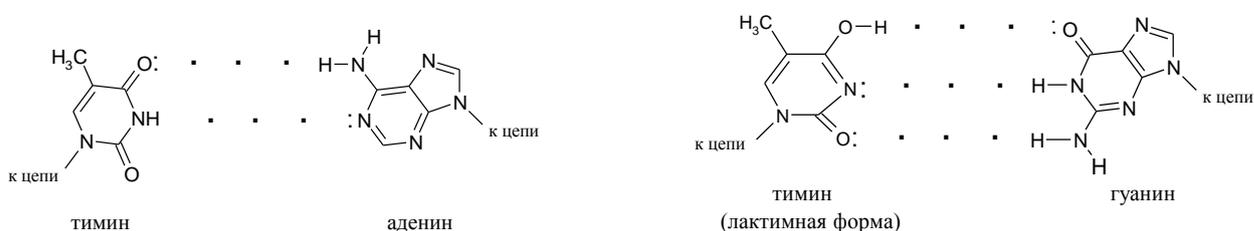


уридин-5'-монофосфат

Последовательность нуклеотидов в нуклеиновых кислотах определяет их первичную структуру. Соотношение азотистых оснований и последовательность их расположения вдоль полинуклеотидной цепи различны в каждой нуклеиновой кислоте и определяют первичную структуру полинуклеотида. Вторичная структура ДНК (Крик и Уотсон) имеет вид спиральной лестницы. Такая структура состоит из двух полинуклеотидных цепей, закрученных друг относительно друга в двойную правостороннюю спираль с диаметром 1,8 нм. Каждый виток спирали содержит по 10 нуклеотидов. Полинуклеотидные цепи спирали связаны друг с другом через определенные интервалы при помощи водородных связей, возникающих между направленными навстречу друг другу гетероциклами. Количество содержащегося в ДНК аденина всегда равно количеству тимина, а содержание гуанина, всегда равно содержанию

цитозина (правило Чаргаффа). Комплементарность, цепей составляет химическую основу важнейшей функции ДНК — хранения и передачи наследственных признаков. Сохранность нуклеотидной последовательности является залогом безошибочной передачи генетической информации. Однако нуклеотидная последовательность ДНК под воздействием различных факторов может подвергаться изменениям, которые называют мутациями.

Наиболее распространенный вид мутации — замена какой-либо пары оснований на другую. Одной из причин замены может явиться сдвиг таутомерного равновесия. Например, тимин в лактамной форме не образует водородные связи с гуанином, а в лактимной форме образует, что приводит к замене обычной пары тимин — аденин на пару тимин — гуанин.



Аналогичная картина наблюдается, когда сдвиг в сторону лактимной формы происходит у гуанина. Тогда он образует водородные связи с необычным для него основанием — тимином. Замена «нормальных» пар оснований передается при «переписывании» (транскрипции) генетического кода с ДНК на РНК и приводит в итоге к изменению аминокислотной последовательности в синтезируемом белке. При накоплении мутаций возрастает число ошибок в биосинтезе белка. Мутации под действием различных химических соединений, называемых мутагенными веществами, имеют большое значение для управления наследственностью с целью ее улучшения. Результаты этих исследований нашли применение в селекции сельскохозяйственных культур, создании штаммов микроорганизмов, производящих антибиотики, витамины, кормовые дрожжи.

РНК преимущественно находятся в рибосомах, а также протоплазме клеток. Сегодня доказано наличие в живой клетке по крайней мере трех видов РНК:

а) информационная РНК (и-РНК) несет «считанную» с ДНК информацию о том, какой структуры белок должен синтезироваться в конкретной клетке;

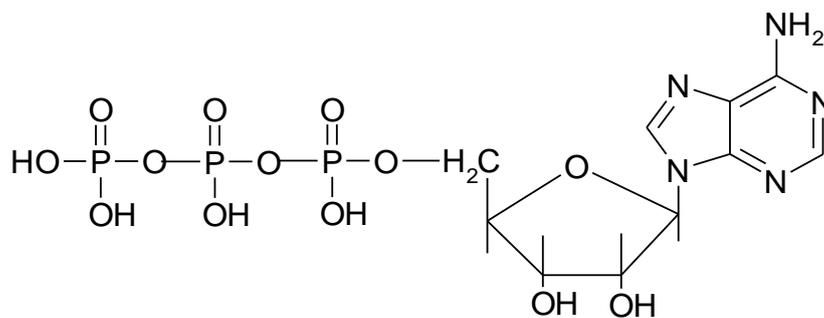
б) транспортная РНК (т-РНК) доставляет в рибосому аминокислоты, необходимые для синтеза белка;

в) рибосомальная РНК (р-РНК) осуществляет в рибосоме синтез белка.

Во всех тканях организма в свободном состоянии содержатся моно-, ди- и трифосфаты нуклеозидов. Особенно широко известны аденинсодержащие нуклеотиды — аденозин-5'-фосфат (АМР), аденозин-5'-дифосфат (АДР) и аденозин-5'-трифосфат (АТР) (для этих соединений, наряду с приведенными сокращенными обозначениями латинскими буквами, в отечественной литературе используют сокращения соответствующих русских названий — АМФ, АДФ, АТФ). В ряде биохимических реакций участвуют такие нуклеотиды, как гуанозинтрифосфат (GTP), уридинтрифосфат (UTP), цитидинтрифосфат (CTP). Их дифосфатные формы обозначаются соответственно GDP, UDP и CDP.

Нуклеотиды, фосфорилированные в разной степени, способны к взаимопревращениям путем наращивания или отщепления фосфатных групп. Дифосфатная группа содержит одну, а трифосфатная — две ангидридные связи, называемые макроэргическими, поскольку они обладают большим запасом энергии. Необходимые для образования такой связи энергетические затраты покрываются за счет энергии, выделяющейся в процессе метаболизма углеводов.

Аденозинтрифосфат (АТФ) является универсальным переносчиком фосфорной кислоты при различных жизненных процессах.



аденозинтрифосфат (АТФ)

При расщеплении макроэргической связи P~O (обозначаемой волнистой линией) выделяется ~ 32 кДж/ моль. АТФ содержит в своем составе две ангидридные связи, за счет этой энергии в клетке при обычной температуре могут идти такие реакции, которые вне клетки при такой температуре вообще не идут.

Варианты тестовых заданий

№ варианта	Номера вопросов								
	1	1	13	15	17	28	33	35	37
2	3	7	10	13	20	23	28	31	38
3	12	15	19	24	28	35	40	9	31
4	7	16	18	22	26	32	1	27	40
5	2	10	14	25	31	34	36	15	27
6	8	11	17	24	26	39	34	2	9
7	13	19	22	27	30	33	38	10	5
8	3	8	12	17	23	32	38	28	34
9	9	11	15	18	20	31	35	38	40
10	4	7	18	25	34	39	40	23	30
11	1	14	19	20	29	33	38	21	35
12	3	10	13	19	21	27	36	39	40
13	5	6	11	23	26	30	32	34	29
14	6	12	15	26	28	30	39	37	16
15	1	11	13	22	24	37	5	20	36
16	6	8	9	18	20	27	29	34	37

1. Понятие "двойная спираль" относится к молекуле:

- а) белка;
- б) полисахарида;
- в) ДНК;
- г) т-РНК.

2. Из каких мономерных единиц построены молекулы нуклеиновых кислот:

- а) нуклеозидов;
- б) аминокислот;
- в) нуклеотидов.

3. Сколько разновидностей нуклеотидов входят в состав ДНК:

- а) три;
- б) четыре;
- в) пять;
- г) шесть.

4. Сколько разновидностей нуклеотидов входят в состав РНК:

- а) три;
- б) четыре;
- в) пять;
- г) шесть.

5. Чем 2 - дезокси - D - рибоза по строению отличается от D - рибозы:

- а) отсутствует на 2-м атоме углерода OH – группа;
- б) отсутствует на 2-м атоме углерода NH₂ – группа;
- в) отсутствует на 2-м атоме углерода C=O группа.

6. Чтобы из нуклеозиды получить нуклеотид, надо ввести в структуру:

- а) остаток серной кислоты;
- б) остаток фосфорной кислоты;
- в) гетероциклическое основание.

7. С каким атомом углерода углеводной молекулы в нуклеозиде связано гетероциклическое основание:

- а) с первым;
- б) со вторым;
- в) с третьим;
- г) с пятым.

8. С какими атомами углерода углеводной молекулы в нуклеотиде может быть связан остаток фосфорной кислоты:

- а) с первым;
- б) со вторым;
- в) с третьим;
- г) с пятым.

9. Какая компонента не входит в состав нуклеотида:

- а) молекула углевода;
- б) гетероциклическое основание;
- в) аминокислота;
- г) фосфорная кислота.

10. Производные каких гетероциклов входят в состав нуклеиновых кислот:

- а) пиримидина;
- б) пиридина;
- в) пурина;
- г) индола.

11. Какое гетероциклическое основание не входит в состав РНК:

- а) цитозин;
- б) аденин;
- в) тимин;
- г) гуанин.

12. Какое гетероциклическое основание не входит в состав ДНК:

- а) урацил;
- б) аденин;
- в) гуанин;
- г) цитозин.

13. Чем по химическому строению отличаются молекулы ДНК и РНК:

- а) в их состав входят разные углеводные молекулы;
- б) в их состав входят разные гетероциклические основания;
- в) с разными атомами углерода связаны гетероциклические основания;
- г) с разными атомами углерода связаны остатки фосфорной кислоты.

14. Чем отличаются друг от друга полинуклеотидные цепи:

- а) формой спирали;
- б) последовательностью нуклеотидов;
- в) способом соединения нуклеотидов.

15. Сколько нуклеотидов входит в состав кодона:

- а) два;
- б) три;
- в) четыре;
- г) пять.

16. За синтез какой молекулы отвечает один кодон:

- а) карбоновой кислоты;
- б) аминокислоты;
- в) оксикислоты;
- г) минеральной кислоты.

17. Структура высшего порядка нуклеиновых кислот представляет собой:

- а) моноспираль;
- б) двойную спираль;

в) тройную спираль.

18. Двойная спираль нуклеиновых кислот сохраняет свою форму благодаря наличию между двумя ее цепями:

- а) координационных связей;
- б) водородных связей;
- в) донорно - акцепторных связей.

19. Какую биологическую роль выполняют нуклеиновые кислоты в живых организмах:

- а) катализируют биохимические реакции;
- б) участвуют в синтезе белка;
- в) регулируют обменные процессы;
- г) передают генетическую информацию по наследству.

20. В какой форме в нуклеиновых кислотах находится молекула пентозы:

- а) α - фуранозной;
- б) α - пиранозной;
- в) β - фуранозной;
- г) β - пиранозной.

21. В двойной спирали нуклеиновых кислот между какими участками двух полинуклеотидных цепей образуются водородные связи:

- а) между гетероциклом одной цепи и остатком фосфорной кислоты другой;
- б) между гетероциклом одной цепи и пентозой другой;
- в) между гетероциклами разных цепей;
- г) между пентозой одной цепи и остатком фосфорной кислоты другой.

22. Количество цепей в молекуле ДНК:

- а) одноцепочечная молекула;
- б) двухцепочечная молекула.

23. Количество цепей в молекуле РНК:

- а) одноцепочечная молекула;
- б) двухцепочечная молекула.

24. Азотистые основания, входящие в состав рибонуклеиновой кислоты:

- а) аденин, тимин, гуанин, цитозин;
- б) аденин, урацил, гуанин, цитозин.

25. Азотистые основания, входящие в состав дезоксирибонуклеиновой кислоты:

- а) аденин, урацил, гуанин, цитозин;
 - б) аденин, тимин, гуанин, цитозин.
26. Углевод, входящий в состав дезоксирибонуклеиновой кислоты:
- а) в состав нуклеиновой кислоты входит рибоза;
 - б) в состав нуклеиновой кислоты входит дезоксирибоза.
27. Углевод, входящий в состав рибонуклеиновой кислоты:
- а) в состав нуклеиновой кислоты входит рибоза;
 - б) в состав нуклеиновой кислоты входит дезоксирибоза.
28. Местонахождение молекулы ДНК в клетке:
- а) содержится в ядре, рибосомах, цитоплазме;
 - б) содержится в ядре, митохондриях, хлоропластах.
29. Местонахождение молекул РНК в клетке:
- а) содержится в ядре, рибосомах, цитоплазме;
 - б) содержится в ядре, митохондриях, хлоропластах.
30. Функции рибонуклеиновых кислот:
- а) участвует в хранении, воспроизведении и передаче наследственной информации;
 - б) участвует в передаче наследственной информации.
31. В молекуле ДНК не встречается азотистое основание:
- а) тимин;
 - б) гуанин;
 - в) аденин;
 - г) урацил.
32. Какая пара комплементарных азотистых оснований входит в состав молекулы ДНК:
- а) У-Т;
 - б) А-Т;
 - в) Г-А;
 - г) У-А.
33. В молекуле РНК не встречается азотистое основание:
- а) урацил;
 - б) аденин;
 - в) гуанин;
 - г) тимин.
34. Какая пара комплементарных азотистых оснований не входит в состав молекулы ДНК:

- а) Г-А;
- б) А-Т;
- в) У-Т.

35. Мономерами нуклеиновых кислот являются:

- а) глюкоза;
- б) глицерин;
- в) нуклеотиды;
- г) аминокислоты.

36. Понятие "двойная спираль" относится к молекуле:

- д) белка;
- е) полисахарида;
- ж) ДНК;
- з) т-РНК.

37. Какой клеточный органоид содержит ДНК:

- а) лизосома;
- б) хлоропласт;
- в) рибосома;
- г) вакуоль.

38. Сколько водородных связей формируется в молекуле ДНК между аденином и тиминном двух комплементарных друг другу цепей нуклеотидов:

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 1.

39. Цепочка ДНК образуется за счет:

- а) ионных связей между комплементарными основаниями;
- б) ковалентных связей между аминокислотами;
- в) ковалентных связей между дезоксирибозой одного нуклеотида и остатком фосфорной кислоты другого;
- г) водородных связей между комплементарными основаниями.

40. Назовите нуклеиновую кислоту, которая имеет самый большой молекулярный вес и содержит 100 млн и более нуклеотидов:

- а) т-РНК;
- б) ДНК;
- в) м-РНК;
- г) р-РНК.

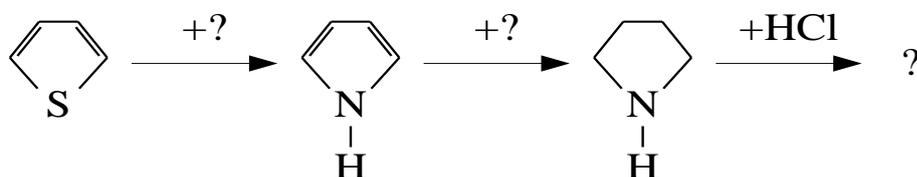
**Задания для коллоквиума по теме
«Азотсодержащие органические соединения»**

Вариант 1

1. Докажите, что D-рибоза имеет в своем составе альдегидную группу и несколько спиртовых групп. Напишите соответствующие уравнения реакций, назовите полученные продукты.
2. С помощью реакции Гофмана получите триэтиламин из хлорэтана.
3. Напишите уравнение диссоциации глутаминовой кислоты, укажите рН водного раствора этой кислоты.
4. Сравните основность пиррола и пиридина. Обоснуйте свой ответ.
5. Напишите схему образования нуклеотида ДНК, используя в качестве гетероциклического основания аденин.

Вариант 2

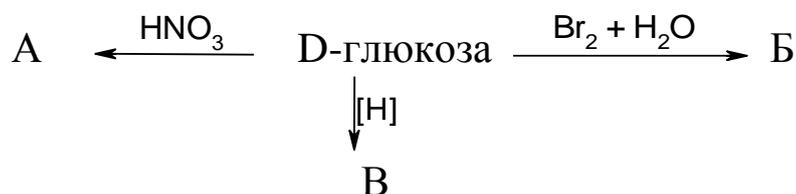
1. Напишите для D-альтрозы уравнение цикло-цепной таутомерии. Назовите полученные продукты.
2. При действии азотистой кислоты на амин состава $C_4H_{11}N$ выделился газ и образовался спирт, а при действии на него соляной кислоты образовался хлорид вторбутиламмония. Установите строение амина и напишите его реакцию с серной кислотой.
3. Предложите схему образования трипептида из фенилаланина, валина и аспарагиновой кислоты.
4. Осуществите превращения:



5. Напишите схему образования гуанозин-5'-трифосфата.

Вариант 3

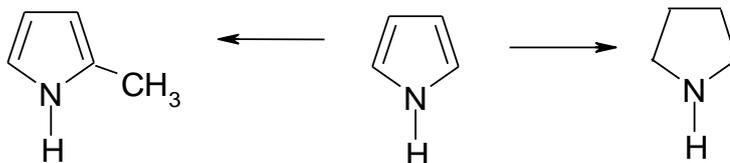
1. Осуществите превращения:



2. Расположите в ряд по убыванию основности амины: метиламин, анилин, диметиламин и дифениламин. Ответ обоснуйте.
3. Получите из изовалерианового альдегида лейцин (2-амино-4-метилпентановую кислоту).
4. Напишите схемы реакций получения пирролидина из тиофена.
5. Напишите схему образования нуклеотида из рибозы, пуринового основания и фосфорной кислоты.

Вариант 4

1. Напишите уравнение цикло-цепной таутомерии для D-рибозы. Назовите полученные соединения.
2. Получите двумя способами метилизопропиламин.
3. Напишите схему образования трипептида из глицина, триптофана и глутаминовой кислоты.
4. Осуществите превращения:



5. Напишите схему образования нуклеотида РНК, содержащего в своем составе пуриновое основание.

Вариант 5

1. Осуществите превращения:



Назовите полученное соединение.

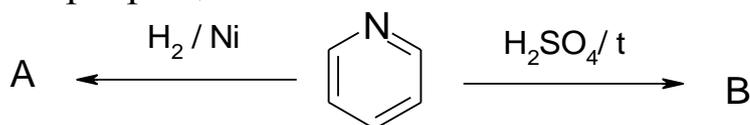
2. Напишите возможные структурные формулы изомерных аминов состава $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$, которые с серной кислотой образуют соли, а при взаимодействии с азотистой кислотой—нитрозоамины. Напишите уравнения реакций.
3. Напишите схему образования трипептида из изолейцина, серина и фенилаланина.
4. Пиррол, его строение, ароматичность, химические свойства.
5. Напишите схему образования дезоксигуанозина.

Вариант 6

1. Напишите уравнения реакций D-идозы с: а) этиловым спиртом; б) иодистым метилом; в) водородом в присутствии никеля.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия анилина с серной кислотой; с соляной кислотой; с бромной водой; с водородом в присутствии никеля.
3. Предложите несколько способов получения изолейцина.
4. Напишите реакции, протекающие при 450°C в присутствии оксида алюминия при взаимодействии пиррола с сероводородом, фурана с аммиаком.
5. Напишите схему образования аденозин-3'-монофосфата.

Вариант 7

1. Из двух молекул β -D-галактопиранозы образуйте восстанавливающий и невосстанавливающий дисахариды.
2. Предложите несколько способов получения метилбутиламина.
3. Предложите схему образования трипептида из серина, валина и лейцина.
4. Осуществите превращения:



5. Напишите схему образования уридин-5'-монофосфата.

Вариант 8

1. Напишите уравнения реакций образования фенил- α -D-глюкопиранозида, пентаацетил- α -D-глюкопиранозы и D-глюконовой кислоты.
2. Предложите несколько способов получения метилэтиламина.
3. Напишите уравнение диссоциации лейцина, укажите pH водного раствора данной аминокислоты.
4. Из пиррола получите тетрагидрофуран.
5. Напишите схему образования нуклеотида РНК, содержащего в своем составе пуриновое основание.

Вариант 9

1. Осуществите превращения:



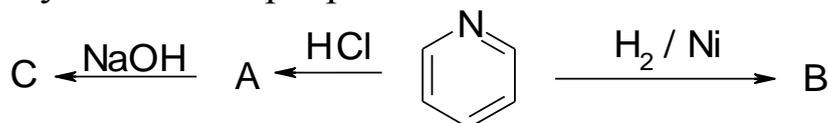
2. Напишите уравнения реакций диэтиламина с соляной кислотой, азотистой кислотой и пропаноил хлоридом.
3. Напишите уравнение диссоциации валина, укажите pH водного раствора данной аминокислоты.
4. Из пиррола получите тетрагидрофуран.
5. Напишите схему образования нуклеозида ДНК, содержащего в своем составе пиримидиновое основание.

Вариант 10

1. Напишите уравнение реакции эимеризации на примере D-фруктозы.
2. Осуществите превращения:
$$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \xrightarrow{\text{NH}_3} \text{A} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{B} \xrightarrow{\text{H}_2/\text{Ni}} \text{C}$$
3. Напишите уравнения реакций термоллиза α , β и γ -аминомасляных кислот. Назовите полученные продукты.
4. Из бутандиала получите фуран, а из фурана — тиофен.
5. Напишите схему образования нуклеозида РНК, содержащего в своем составе пуриновое основание.

Вариант 11

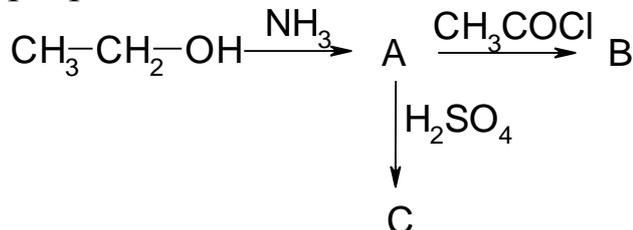
1. Напишите схему образования целлобиозы и реакции ее окисления и восстановления.
2. Какие амины могут быть получены при действии аммиака на йодистый пропил? Напишите последовательно все реакции и назовите продукты реакций.
3. Напишите уравнение диссоциации аспарагиновой кислоты, укажите рН водного раствора данной аминокислоты.
4. Осуществите превращения:



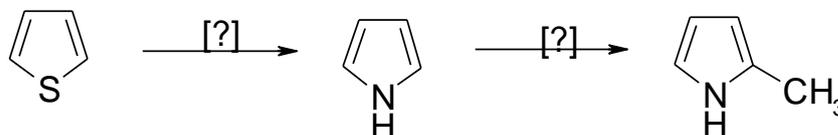
5. Напишите схему образования аденозин-5'-дифосфат.

Вариант 12

1. Напишите уравнения реакций образования фенил-β-D-маннопиранозида, пентаэтил-α-D-маннопиранозы и маннаровой кислоты.
2. Осуществите превращения:



3. С помощью каких реакций можно доказать амфотерные свойства валина.
4. Осуществите превращения:



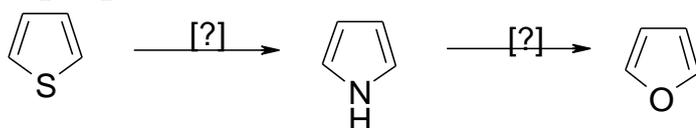
5. Напишите схему образования нуклеозида РНК, содержащего в своем составе основание аденин.

Вариант 13

1. Напишите уравнения реакций образования D-глюкозы из D-арабинозы.
2. Напишите все возможные изомеры амина состава C₄H₁₁N, назовите их по рациональной номенклатуре.

3. Предложите несколько способов получения фенилаланина.

4. Осуществите превращения:



5. Напишите схему образования нуклеотида ДНК, содержащего в своем составе пиримидиновое основание.

Вариант 14

1. Напишите для D-сорбозы уравнение цикло-цепной таутомерии. Назовите полученные продукты.

2. Напишите последовательные реакции получения метилпропилэтиламина из 1-аминопропана.

3. Напишите уравнения реакций взаимодействия серина с соляной кислотой, с азотистой кислотой и реакцию ацилирования.

4. Из тиофена получите тетрагидрофуран.

5. Напишите схему образования тимидин-3'-монофосфата.

Вариант 15

1. Осуществите превращения:



2. Предложите качественные реакции позволяющие различить следующие соединения: этиламин, пропилэтиламин и диметилэтиламин.

3. Напишите уравнение диссоциации аспарагиновой кислоты, укажите рН водного раствора данной аминокислоты.

4. Получите из фурана пирролидин.

5. Напишите схему образования дезоксицитидин-3'-монофосфата.

Вариант 16

1. С помощью каких качественных реакций можно отличить D-маннозу и D-фруктозу. Приведите примеры.

2. Предложите несколько способов получения изобутиламина.

3. Напишите уравнения реакций валина с соляной кислотой, со щелочью, с хлорангидридом уксусной кислоты.

4. Пиридин, его строение, свойства.

5. Напишите схему образования нуклеозида ДНК, содержащего в своем составе пуриновое основание.

Список литературы

Основная литература

1. Грандберг И. И. Органическая химия / И. И. Грандберг. – М. : Высшая школа, 2004. – 480 с.
2. Заплишный В. Н. Органическая химия / В. Н. Заплишный. – Краснодар : Печатный двор Кубани, 2004. – 448 с.
3. Заплишный В. Н. Лабораторный практикум по органической химии / В. Н. Заплишный, С. Н. Михайличенко. – Краснодар : Печатный двор Кубани, 2003. – 278 с.

Дополнительная литература

1. Артемьева Н. Н. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии / Н. Н. Артемьева, В. Л. Белобородов, С. Э. Зурабян. – М. : Дрофа, 2003. – 180 с.
2. Общая органическая химия / Д. Бартона [и др.] ; пер. с англ. – М. : Химия, 1981. – 898 с.
3. Грандберг И. И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии / И. И. Грандберг. – М. : Высшая школа, 2001. – 230 с.
4. Морисон Р. Органическая химия / Р. Морисон, Р. Бойд ; пер. с англ. – М. : Мир, 1974. – 1133 с.
5. Несмеянов А. Н. Начала органической химии / А. Н. Несмеянов, Н. А. Несмеянов. – М. : Химия, 1970 – 1178 с.

Оглавление

Введение.....	3
ГЛАВА 1. Кислородсодержащие соединения.....	4
1.1 Гидроксильные соединения (спирты и фенолы).....	4
Индивидуальные задания.....	15
Варианты тестовых заданий.....	16
Лабораторная работа.....	22
1.2 Карбонильные соединения (альдегиды и кетоны).....	24
Индивидуальные задания.....	34
Варианты тестовых заданий.....	35
Лабораторная работа.....	42
1.3 Карбоновые кислоты.....	44
1.3.1 Непредельные карбоновые кислоты.....	55
1.3.2 Жиры.....	57
Индивидуальные задания.....	62
Варианты тестовых заданий.....	63
Лабораторная работа.....	69
1.4 Углеводы (сахара).....	71
1.4.1 Моносахариды (монозы).....	71
1.4.2 Дисахариды (биозы).....	80
1.4.3 Полисахариды (полиозы).....	83
Индивидуальные задания.....	87
Варианты тестовых заданий.....	88
Лабораторная работа.....	95
ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОЛЛОКВИУМА.....	98
ГЛАВА 2. Азотсодержащие соединения.....	106
2.1 Амины.....	106
Индивидуальные задания.....	112
Варианты тестовых заданий.....	113
Лабораторная работа.....	120
2.2 Аминокислоты. Белки.....	122
Индивидуальные задания.....	130
Варианты тестовых заданий.....	131
Лабораторная работа.....	137
2.3 Гетероциклические соединения (гетероциклы).....	140
Варианты тестовых заданий.....	149
2.4 Нуклеиновые кислоты (полинуклеотиды).....	155
Варианты тестовых заданий.....	160
ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОЛЛОКВИУМА.....	166
Список литературы.....	172

Учебное издание

Макарова Наталья Анатольевна

**КИСЛОРОД И АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ
ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 30.06.2015. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л.— 10,1. Уч.- изд. л. — 7,9.

Тираж 100 экз. Заказ № .

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13