

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 16.11.2023 16:06:58

Уникальный программный ключ:

f6c6d686f0c899fdf78a1ed8b448432ab8cac6fb1af659768d40cdf1bdc60ae2

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

Межинститутская кафедра естественно-научных
и социально-гуманитарных дисциплин

Органическая и физколлоидная химия

Методические указания
для самостоятельной работы обучающихся
очной и заочной формы обучения
по направлению подготовки
19.03.04 Технология продукции и организация общественного
питания

Электронное издание

Уссурийск 2022

УДК 547

Никулина О.А. Органическая и физколлоидная химия: методические указания для самостоятельной работы обучающихся очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания [Электронный ресурс] / сост. О.А. Никулина; ФГБОУ ВО Приморская ГСХА. - Электрон. текст. дан. – Уссурийск: ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, 2022. – 61 с.- Режим доступа: www.de.primacad.ru.

Методические указания составлены в соответствии с ФГОС ВО 3++, учебным планом и рабочей программой дисциплины (модуля).

Включают краткое содержание разделов курса, задания для выполнения самостоятельной работы и список литературы.

Предназначены для обучающихся очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

Рецензент: Л.В. Митрополова, канд. с.-х. наук, доцент ИЗаТ

Электронное издание

Издается по решению методического совета ФГБОУ ВО Приморская ГСХА

Раздел 1. Органическая химия

1. Углеводороды

Изучение органической химии необходимо начинать с класса углеводородов. Это объясняется тем, что они имеют простой состав и являются как бы родоначальниками всех других классов органических соединений. Кроме того, на углеводородах показаны понятия о гомологических рядах, об изомерии и номенклатуре.

Углеводороды — класс органических соединений, молекулы которых состоят из атомов углерода и водорода. Путем замещения атомов водорода различными группами или радикалами из углеводородов можно получить разнообразные соединения. Очень часто органическую химию называют химией углеводородов и их соединений.

Деление как ациклических, так и циклических углеводородов проводят внутри класса по характеру связей между атомами углерода. Различают одинарные связи ($C - C$), двойные ($C = C$) и тройные связи ($C \equiv C$).

Углеводороды, содержащие **одинарные** связи между атомами углерода, называются **предельными, насыщенными**, а также имеют общее название по международной номенклатуре «**алканы**». Название предельные, насыщенные произошло от того, что эти углеводороды в отличие от других имеют самое высокое содержание атомов водорода, говорят до предела насыщены водородом.

Углеводороды, содержащие кратные связи относят к непредельным, ненасыщенным. В свою очередь их подразделяют на **алкены**, т.е. непредельные углеводороды, содержащие одну двойную связь между атомами углерода ($\diagup C = C \diagdown$); алкины – одну тройную связь ($- C \equiv C -$); алкадиены – две двойные связи ($2 \diagup C = C \diagdown$).

В свою очередь, соединения перечисленных углеводородов, группируются в гомологические ряды, в которых каждый последующий гомолог отличается от предыдущего на группу $-CH_2$, называемую *гомологической разностью*. Каждый гомологический ряд объединяет большое количество соединений и имеет свою общую формулу.

В пределах гомологического ряда наблюдается закономерность в изменении физических и химических свойств углеводородов и эти

изменения являются общими для всех гомологических рядов и соединений других классов.

Многообразие и различие по составу и строению углеводородов можно представить следующей схемой:



Предельные углеводороды. Характерной особенностью предельных углеводородов является то, что атомы углерода в молекуле соединены одной валентной связью, а все остальные валентности насыщены атомами водорода. Общая формула предельных углеводородов C_nH_{2n+2} . Представители предельных углеводородов — метан CH_4 , этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} , пентан C_5H_{12} и т. д. — составляют гомологический ряд. Соединения, являющиеся членами гомологического ряда, называются *гомологами* и близки по своим свойствам.

При составлении структурных формул необходимо иметь в виду, что углерод в органических соединениях всегда четырехвалентный.

Для написания структурных формул органических веществ необходимо вначале составить цепь углеродных атомов (углеродный скелет), а затем показать валентные связи углеродных атомов и присоединить к ним атомы водорода.

Органические соединения, имеющие одинаковый химический состав, но различную структурную формулу, называются *изомерами*. При этом, если в молекуле углеродная цепь прямая, то соединение называется нормальным, а вещества с разветвленной цепью углеродных атомов (углеродным скелетом) называются *изосоединениями*.

Наиболее приемлемой номенклатурой, которая дает возможность дать химическое название такому многообразию органических веществ в классе углеводородов и других соединений является международная (систематическая или ИЮПАК) номенклатура. Применительно к углеводородам в основу международной номенклатуры положены следующие принципы:

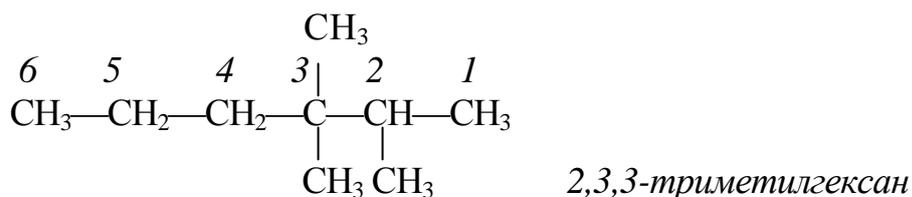
1) Сначала находится самая длинная цепь углеродных атомов (главная цепь, основа).

2) Нумеруются атомы углерода в главной цепи, начиная от того конца цепи, к которому ближе подходит ее разветвление.

3) Цифрами обозначается атом углерода главной цепи, от которого отходят радикалы (боковые цепи); для обозначения одностепенных радикалов используются греческие числительные, которые пишутся прописью.

4) Указывают название радикала или боковой цепи.

5) Далее пишется название углеводорода согласно количеству атомов углерода в главной углеродной цепи.



Углеродные атомы, составляющие цепь в молекулах углеводородов и их производных, могут быть *первичными*, когда они соединены с одним атомом углерода, *вторичными* - с двумя атомами углерода, *третичными* - с тремя атомами углерода и *четвертичными* - с четырьмя. В приведенном углеводороде (2,3,3 - триметилгексан) атомы углерода первый и шестой являются первичными, четвертый и пятый — вторичными, второй — третичным, третий — четвертичным.

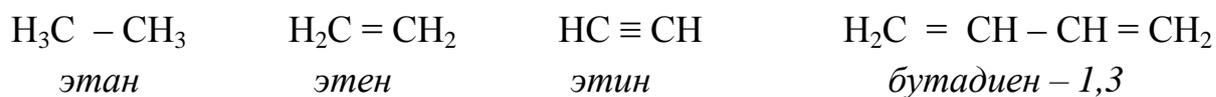
Связи углеродных атомов в молекуле предельных углеводородов насыщены полностью. Поэтому предельные углеводороды не вступают в реакцию присоединения, не взаимодействуют с окислителями.

При высокой температуре предельные углеводороды сгорают до конечных продуктов окисления — углекислого газа и воды.

Характерными реакциями предельных углеводородов являются реакции замещения, особенно реакции с галогенами.

Непредельные углеводороды. Непредельными углеводородами называются углеводороды с двойными и тройными связями.

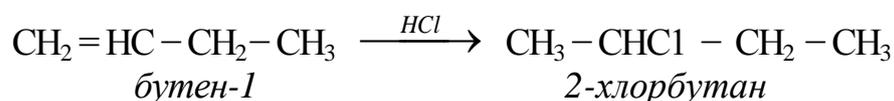
По международной номенклатуре названия углеводородов образуются от соответствующих алканов путем замены суффикса «ан» на «ен» для этиленовых, на «ин» — для ацетиленовых и на «диен» — для диеновых углеводородов (углеводороды с двумя двойными связями). Например:



При выведении формулы изомеров непредельных углеводородов необходимо написать цепь атомов углерода, поставить кратные связи во всех возможных положениях, а затем заполнить свободные валентности атомами водорода. Цифры, стоящие после названия углеводорода, показывают местоположение кратных связей.

Благодаря наличию кратных связей непредельные углеводороды легко вступают в реакцию присоединения по месту разрыва двойной связи и переходят в предельные углеводороды. Характерна реакция полимеризации.

В реакциях с непредельными углеводородами нужно обратить внимание на правило Марковникова, согласно которому водород присоединяется к более гидрогенизированному (более насыщенному водородом) углероду. Например:

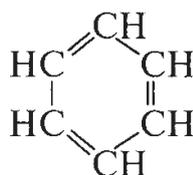


В отличие от предельных углеводородов, непредельные легко окисляются.

Из диеновых углеводородов большое практическое значение имеют углеводороды с сопряженными двойными связями, например, бутадиен-1,3; 2-хлорбутадиен-1,3 (хлорпрен); 2-метилбутадиен-1,3

(изопрен), которые используются в производстве каучука. Природный каучук является полимером изопрена ($\text{CH}_2 = \text{CH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH}_2$).

Арены (Ароматические углеводороды). Ароматические углеводороды – это карбоциклические углеводороды, содержащие одно или несколько бензольных колец.



бензол

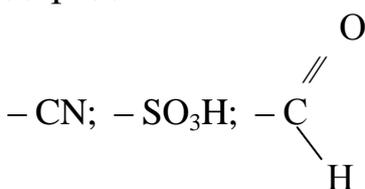
Бензол в обычных условиях вступает в ряд специфических реакций - легче реагирует с азотной кислотой (нитруется) и серной кислотой (сульфируется).

При реакциях замещения у гомологов бензола заместитель в бензольном ядре обладают определенными направляющими или ориентирующими действиями и по характеру этого действия делятся на две группы:

— заместители первого рода в реакциях электрофильного замещения направляют последующие вводимые группы в орто- и пара-положения. К заместителям этого рода относятся группы: $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$;

$-\text{NH}_2$; $-\text{OH}$; $-\text{CH}_3$; $-\text{Cl}$; $-\text{Br}$; $-\text{I}$.

— заместители второго рода обычно вообще затрудняют реакции замещения. Особенно затруднено замещение в орто- и пара-положении и относительно легче происходит замещение в мета-положении. Заместители второго рода являются электроноакцепторами, т. е. электронные облака бензольного кольца смещаются в сторону этих групп, что приводит к меньшей активности атомов водорода. К заместителям этого рода относятся группы: $-\text{NO}_2$;



2. Кислородсодержащие органические соединения

2.1. Спирты и фенолы

Спирты – это производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены гидроксильными группами – OH. Изомерия спиртов зависит от разветвления углеродной цепи и от положения гидроксила в цепи. В зависимости от расположения гидроксила различают спирты первичные, вторичные и третичные.

По международной номенклатуре название спиртов производят от названия соответствующих углеводородов, прибавляя суффикс «ол» и указывая цифрой местоположение гидроксила. Например:



Спирты не обладают ярко выраженными кислотными или основными свойствами, но алкильный радикал в молекуле спирта вызывает смещение электронной плотности к атому кислорода. Поэтому диссоциация связи C—OH проходит в большей степени, чем диссоциация связи O—H.

Для спиртов характерны реакции окисления первичных и вторичных спиртов, образования алкоголятов, гликолятов, глицератов, сахаратов, получение простых эфиров.

Химический характер соединения определяется не только реакциями той группы, которая характеризует данный класс органических веществ, но и реакциями связанного с ней радикала. Этим объясняется различие в химических свойствах предельных и непредельных спиртов жирного ряда.

Фенолами называют производные ароматических углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода в ароматическом кольце замещены гидроксильными группами. В зависимости от количества гидроксильных групп, различают фенолы одноатомные, двухатомные, трехатомные. Для них ха-

рактерна одна и та же функциональная группа — ОН, но в ароматических спиртах она находится в боковой цепи углеродных атомов, а в фенолах — в ядре.

Различие в строении спиртов и фенолов обуславливает электроотрицательность фенильного радикала, который придает фенолу кислотные свойства. Поэтому фенолы взаимодействуют со щелочами, а одноатомные спирты этой реакции не дают, так как являются нейтральными соединениями.

С другой стороны, характерным для фенолов является то, что под влиянием гидроксильной группы атомы водорода в бензольном ядре в орто- и пара-положениях приобретают большую подвижность и большую способность к реакциям замещения. Бензол при обычных условиях с бромом не реагирует, а в фенолах, при тех же условиях, под влиянием гидроксильной группы водородные атомы легко замещаются на галогены и кислотные остатки.

2.2. Альдегиды и кетоны

Альдегидами называются производные углеводородов, в молекулах которых атом водорода замещен альдегидной группой



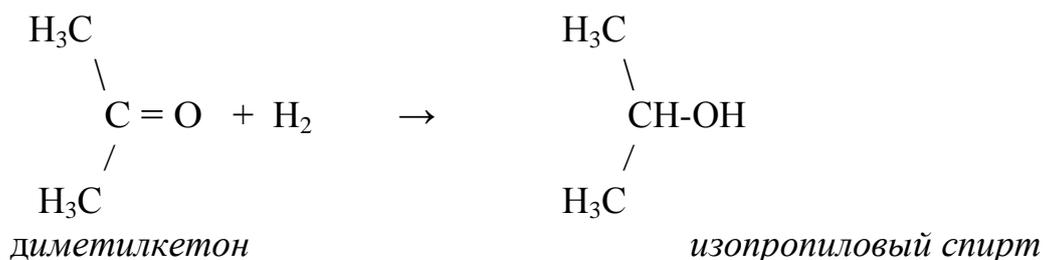
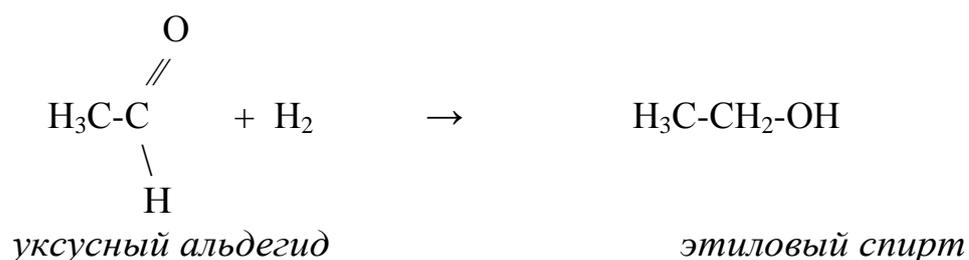
Альдегиды образуются при окислении первичных, а кетоны — вторичных спиртов.

Кетоны — это производные углеводородов, содержащие в молекулах карбонильную группу, соединенную с двумя углеводородными радикалами.

Альдегиды и кетоны обладают большой реакционной способностью, которая объясняется наличием двойной связи в карбонильной группе — С = О. Наиболее характерна для альдегидов и кетонов реакция присоединения. Следует сопоставить химические свойства альдегидов и кетонов, указать реакции, отличающие эти два вида соединений, знать, какие реакции присоединения и заме-

щения свойственны альдегидам, какие — кетонам; как протекает у них реакция полимеризации и конденсации, как и какие продукты получаются при окислении. Наблюдается подвижность водорода при α -углеродном атоме, т. е. углероде, непосредственно связанном с карбонильной группой.

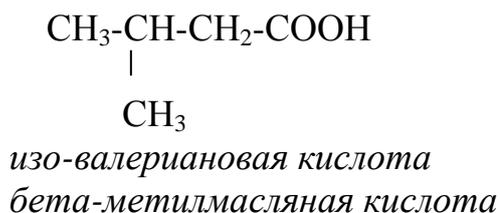
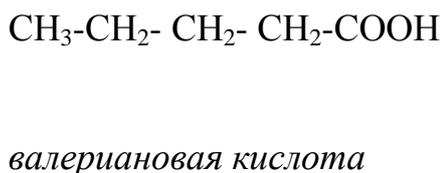
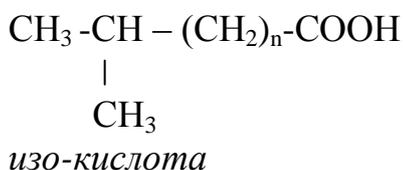
Альдегиды и кетоны присоединяют сильную кислоту HCN с образованием оксинитрилов (циангидринов). Также, способны присоединять водород (восстанавливаться) по двойной связи, альдегиды при этом дают первичные спирты, кетоны – вторичные:



Также, альдегиды и кетоны способны образовывать бисульфитные соединения с бисульфитом (гидросульфитом) натрия NaHSO_3 , с оксинитрилом. Характерны реакции конденсации – альдольной и кротоновой, которые протекают таким образом, что в реакцию одновременно вовлекаются альфа-водородные атомы и оксогруппа.

Качественной реакцией на альдегиды является их взаимодействие с аммиачным раствором гидроксида серебра (реакция «серебряного зеркала»).

заместителя в цепи указывают буквами греческого алфавита (альфа, бета, гамма и т.д.) При этом, буквой обозначают ближайший к карбоксильной группе атом углерода, например:



Химические свойства карбоновых кислот определяются свойствами карбоксильной группы и свойствами соответствующего радикала.

В предельных кислотах карбоксильная группа сообщает подвижность и повышенную реакционную способность атомам водорода при α -углероде. В непредельных кислотах кислотные свойства выражены значительно сильнее, чем у соответствующих предельных кислот, что объясняется влиянием непредельного радикала на свойства карбоксильной группы.

Несмотря на наличие карбонильной ($-\text{C}=\text{O}$) и гидроксильной ($-\text{OH}$) групп, химические свойства карбоновых кислот отличаются от свойств альдегидов, кетонов и спиртов, так как карбонил и гидроксил в молекуле кислоты взаимно влияют друг на друга. Для карбоновых кислот не характерна реакция присоединения. Спирты — нейтральные соединения, а карбоновые кислоты проявляют кислотный характер. Однако кислоты проявляют некоторое сходство со свойствами спиртов: вступают в реакцию с пятихлористым фосфором, дегидратируются с образованием соединений ангидридного типа.

В связи с этим следует хорошо изучить карбоновые кислоты и ясно представить химические свойства, четко дифференцировать, с одной стороны, химические реакции карбоновых кислот, с другой — реакции спиртов, альдегидов и кетонов. Из химических реакций особое внимание нужно уделить образованию сложных эфиров и амидов.

При изучении **двухосновных карбоновых кислот** (которые содержат две карбоксильные группы) следует уяснить, что по международной номенклатуре их названия складываются аналогично названию одноосновных карбоновых кислот с использованием окончания *–диовая*. Но для таких соединений часто употребляют тривиальные названия, например:



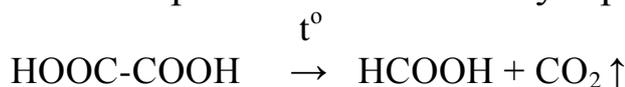
этандиовая кислота
(щавелевая)



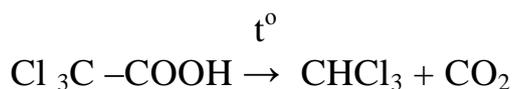
2-метилбутандиовая кислота
(метил-янтарная)

Двухосновные карбоновые кислоты сильнее одноосновных кислот, степень диссоциации понижается с увеличением их молекулярной массы.

Двухосновные карбоновые кислоты проявляют все реакции карбоксильной группы, но в отличие от одноосновных кислот могут образовывать два вида производных — полные, когда в реакцию вступают обе карбоксильные группы, и неполные, когда только одна карбоксильная группа вступает в реакцию. Двухосновные кислоты неодинаково относятся к нагреванию. Так, нагревание щавелевой и малоновой кислот сопровождается выделением CO_2 (*декарбоксилирование*, т.е. выделение углекислого газа) и образованием монокарбоновых кислот с укороченной углеродной цепью:

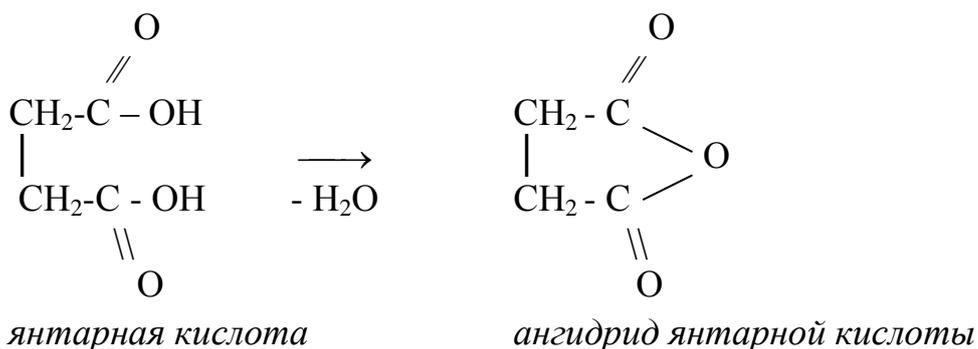


Такого рода декарбоксилирование происходит легко в таких условиях, когда связь С-С, соединяющая карбоксил с α -углеродным атомом, сильно поляризована в результате влияния каких-либо электроноакцепторных групп:



Двухосновные кислоты с четырьмя и пятью атомами углерода в молекуле (янтарная и глутаровая кислоты) при нагревании

отщепляют воду (*дегидратация*) и образуют внутренние циклические ангидриды:



2.4. Липиды

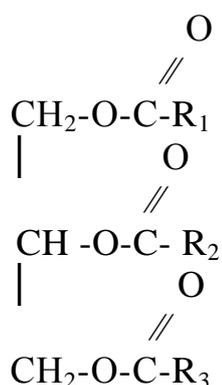
К липидам относятся жиры и жироподобные вещества растительного и животного происхождения. Обычно их делят на две подгруппы: простые липиды – жиры и сложные липиды (фосфатиды, церебролизиды, фосфосфингозиды).

С химической точки зрения, **жиры** представляют собой эфиры трехатомного спирта глицерина и высших карбоновых кислот (стеариновая, пальмитиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая) и называют их **глицериды**.

В жирах природного происхождения обычно присутствуют остатки карбоновых кислот с четным числом атомов углерода в цепи. Твердые жиры (животные) – глицериды предельных кислот, в основном, миристиновой (C₁₄), пальмитиновой (C₁₆), стеариновой (C₁₈).

Жидкие жиры (растительные или масла) – глицериды непредельных кислот, чаще всего олеиновой CH₃-(CH₂)₇-CH=CH-(CH₂)₇-COOH; линолевой CH₃-(CH₂)₄-CH=CH-CH₂-CH=CH-(CH₂)₇-COOH или линоленовой CH₃-CH₂-CH=CH-CH₂-CH=CH-CH₂-CH=CH-(CH₂)₇-COOH.

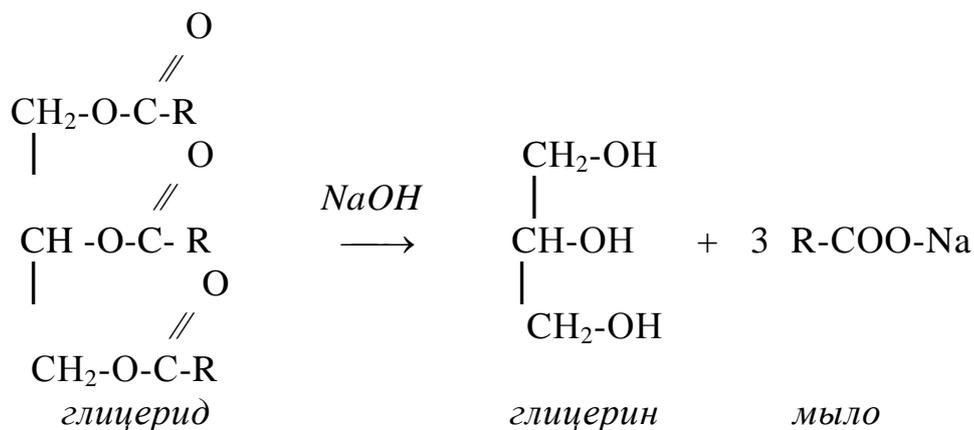
В общем виде химическое строение жиров можно выразить формулой:



где R_1, R_2, R_3 – углеводородные радикалы, насыщенные, ненасыщенные, одинаковые или разные.

Процесс образования сложного эфира (например, жира) – это процесс *этерификации*. Обратный процесс превращения сложного эфира в глицерин и соль карбоновой кислоты – *омыление*.

Среди химических свойств глицеридов в первую очередь отмечают реакцию гидролиза. Этот процесс в промышленных масштабах осуществляют при производстве мыла:



Для жиров характерны реакции гидрогенизации (присоединение атомов водорода по имеющимся в жидких жирах двойным связям), которая приводит к превращению жидких жиров в твердые жиры, которые с точки зрения пищевой промышленности, считают более предпочтительными.

Прогоркание жиров – это медленно протекающий процесс окисления в присутствии кислорода воздуха, приводящий к образованию летучих и плохо пахнущих альдегидов и карбоновых кислот.

Воски – это твердые эфиры высших жирных спиртов и высших карбоновых кислот ($C_{16}-C_{38}$), которые подразделяют на растительные и животные.

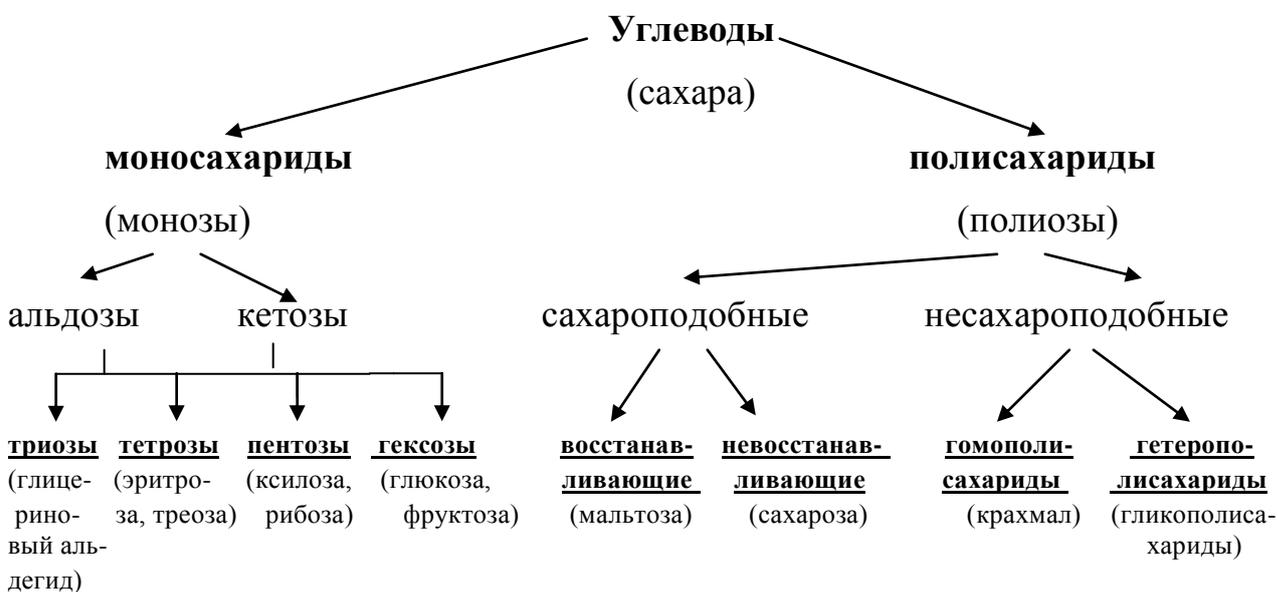
К группе сложных **липидов** относят диглицериды жирных кислот в которых одна из спиртовых групп глицерина замещена на производные фосфорной кислоты (*фосфатиды или фосфолипиды*), серной кислоты (*сульфолипиды*).

Особенно важное биологическое значение приобрели фосфатиды, обладающие уникальным свойством при диспергировании в воде самоорганизовываться в биослои. В них полярные части ориентированы в водную среду, а неполярные гидрофобные цепи – к центру биослоя. Именно такие фосфолипидные бимолекулярные слои составляют основу биологических клеточных мембран. Уникальные свойства таких фосфолипидных мембран обеспечивают избирательную проводимость для разных веществ и обеспечивают взаимосвязь живой клетки с окружающей средой и клеток между собой.

2.5 Углеводы

Углеводы или **сахара** — это группа органических соединений, играющих большое биологическое значение в жизни животных и растений.

К настоящему времени классификация углеводов имеет следующий вид:

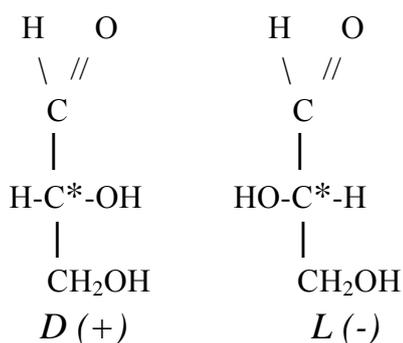


Моносахариды не подвержены гидролизу на более простые сахара; с химической точки зрения представляют собой многоатомные спирты, дополнительно содержащие альдегидную или кетонную функциональные группы. Число углеродных атомов в молекуле монозы позволяет делить их на тетрозы (C₄), пентозы (C₅), гексозы (C₆) и т.д. С учетом наличия альдегидной или кетонной группы различают альдогексозы и кетогексозы.

Полисахариды (полиозы) – при их гидролизе происходит присоединение молекул воды по месту нахождения простой эфирной связи и отщепления более простых фрагментов или молекул моноз. Среди них выделяют группу *олигосахаридов*, молекулы которых обычно включают в себя от двух до 10 остатков моноз. По наличию способности восстанавливать ионы меди или серебра их делят на *восстанавливающие* и *невосстанавливающие*. Молекулы *высокомолекулярных* полиоз состоит из сотен и тысяч остатков моноз. Гидролиз полисахаридов – ступенчатый процесс и приводит к образованию олиго- и моносахаридов.

Если молекулы полисахарида состоят из остатков одного моносахарида, он называется *гомополисахаридом*. *Гетерополисахариды* содержат в цепи остатки разных моносахаридов.

Пространственное строение углеводов иллюстрирует существование глицеринового альдегида в виде двух антиподов D (+) и L (-), отличающихся расположением спиртового гидроксила у асимметричного (*) атома углерода:

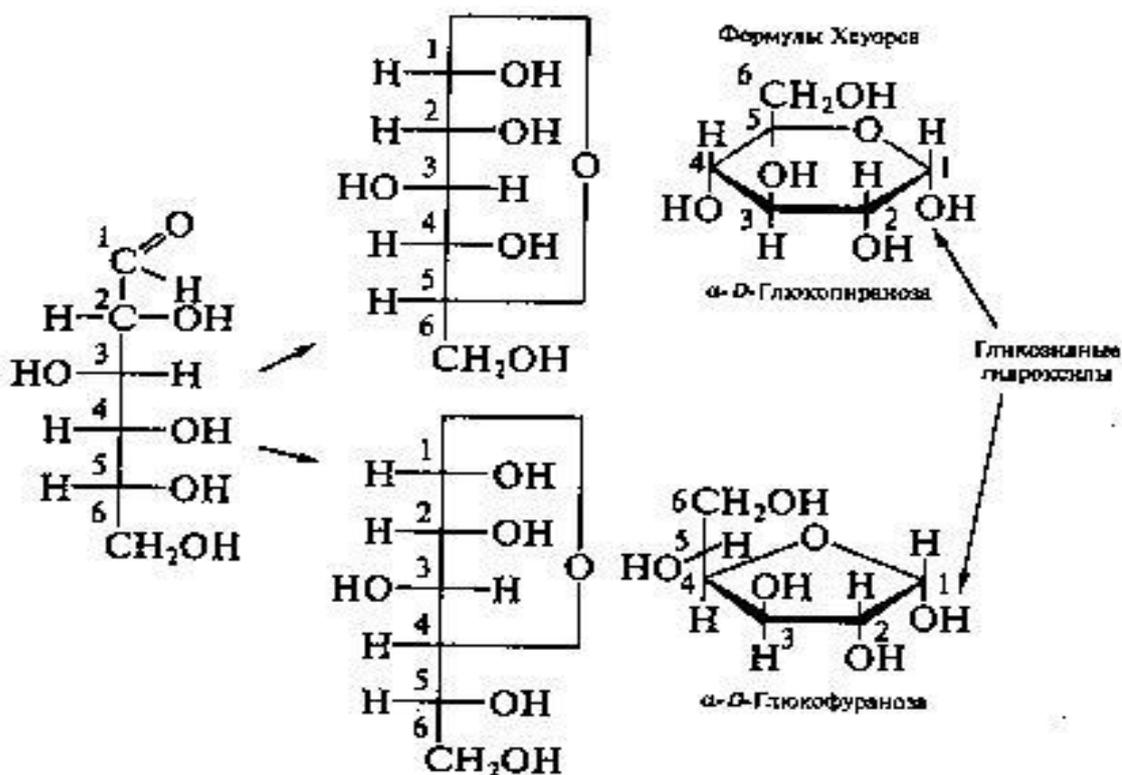


Если строение монозы выводить из глицеринового альдегида, то отнесение любого углевода к D- или L- стериическому ряду определяется конфигурацией его последнего (считая от карбонильной группы) асимметрического атома углерода: гидроксил справа - D-ряд, гидроксил слева - L-ряд.

Открытую проекционную цепочечную структуру монозам придал Э. Фишер исходя из того, что они дают почти все реакции оксосоединений. Все альдозы содержат асимметрические атомы углерода, которые обозначаются * и существуют в виде оптических изомеров, образуя генетические ряды.

Моносахариды могут иметь двойное строение: не только альдегидо- и кетоспиртов, но и внутренних циклических полуацеталей, не содержащих свободной альдегидной (или кетонной) группы, но легко дающих ее при разрыве цикла. В кристаллическом состоянии моносахариды имеют циклическое строение, а в растворах представлены открытыми оксо-формами, находящимися в динамическом равновесии – *кольчато-цепная таутомерия*. Такой процесс продолжается в растворе беспрерывно до установления равновесия – образования *рацемата*, в котором количество образовавшихся и прореагировавших молекул будет равным и стабильным.

Но открытые структуры молекул не учитывают наличие еще одного асимметрического атома углерода в альдопентозах и альдогексозах. По теории Байера применительно к углеводам, в результате циклизации наблюдаются наиболее устойчивые пяти- и шестичленные циклы. При этом открытые (оксо-) и закрытые (циклические) формы находятся в динамическом равновесии:



Крайние таутомерные формы сахаров отличаются расположением особого гликозидного гидроксила. Ту циклическую форму, в которой полуацетальный (гликозидный) гидроксил находится в *цис*-положении (по одну сторону) с гидроксилом, определяющим конфигурацию монозы (принадлежность к D- или L-ряду), называют *альфа*-формой. Если же полуацетальный и определяющий конфигурацию гидроксилы находятся в *транс*-положении друг к другу, то образуется циклическая *бета*-форма.

α - и β - формы не являются антиподами, а представляют собой *диастереомеры*. Диастереомерные альдозы, отличающиеся конфигурацией у первого углеродного атома, называются аномерами.

Моносахариды вступают во многие химические реакции, характерные для содержащихся в них функциональных групп. Как спирты, они могут быть превращены в простые эфиры, реагируют с кислотами и их производными с образованием сложных эфиров. Как соединения, содержащие карбонильную группу, они могут легко окисляться, восстанавливаться, вступать в реакции нуклеофильного присоединения.

Гликозиды представляют собой вещества, в которых остаток циклической формы моно- или олигосахарида связан через гликозидный гидроксил с другим органическим остатком, который назван агликоном. Связь между гликозидным остатком и агликоном называют *гликозидной*. Разнообразие гликозидов зависит от вида сахара и вида агликона.

В зависимости от природы гетероатома, связывающего углеводную часть с агликоном, различают O-, N-, S-гликозиды. К N-гликозидам относятся нуклеозиды-фрагменты нуклеиновых кислот. Наибольшее распространение в природе имеют O-гликозиды, среди которых гликозиды многих лекарственных растений (сердечные, желудочно-кишечные и др.). O-гликозидами являются полисахариды, агликоном которых являются остатки моносахаридов и олигосахаридов.

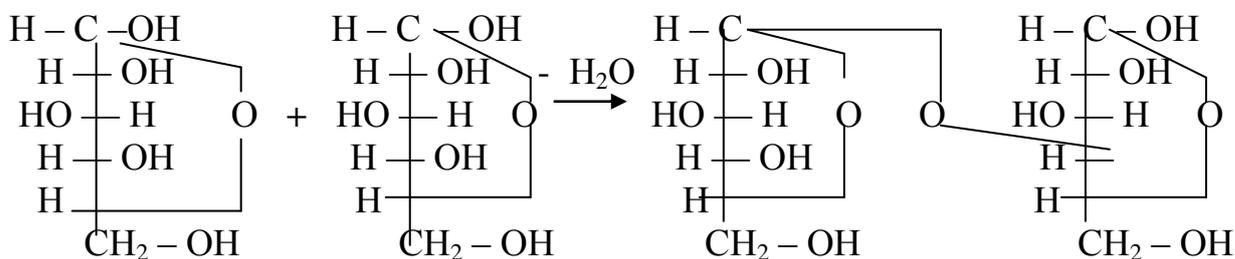
Олигосахариды построены из остатков моносахаридов (от 2 до 20), соединенных гликозидными связями. Соединение моносахаридных остатков происходит при помощи либо двух полуацетальных гидроксильных групп (при этом, образованный дисахарид будет относиться к группе *невосстанавливающих*), либо одного гликозидного и одного спиртового гидроксильных групп (восстанавливающий дисахарид). Во втором

случае один из моносахаридных остатков, имеющий свободный полуацетальный (гликозидный) гидроксил, может присутствовать также и в открытой (цепной) форме и проявлять восстанавливающие свойства. Многие дисахариды имеют тривиальные названия: мальтоза, целлобиоза, лактоза.

Восстанавливающие дисахариды или гликозид – гликозы – это такие дисахариды, которые образуются за счет дегидратации (отнятия воды) от полуацетального (гликозидного) гидроксила одной молекулы моносахарида и обычного спиртового гидроксила второй молекулы моносахарида.

Связь между звеньями моносахаридов в таких дисахариды – моногликозидная (моно - один, участвует в образовании связи один гликозидный гидроксил). К природным восстанавливающим дисахаридам относятся мальтоза (солодовый сахар), лактоза (молочный сахар), целлобиоза.

Мальтоза – широко распространенный дисахарид, в живых организмах образуется как промежуточное вещество в результате частичного ферментативного гидролиза полисахаридов (крахмала и гликогена) под действием группы ферментов амилаз, другое название у этой группы ферментов – солод, отсюда название солодовый сахар. При дальнейшем гидролизе (в кислой среде или под действием фермента мальтаза) мальтоза распадается на две молекулы D,α – глюкопираноз. Как было установлено рядом физико-химических методов эти два звена D,α – глюкопираноз соединены в молекуле мальтозы 1,4α – гликозидной связью по схеме:



D,α-глюкопираноза

мальтоза (тривиальное название)
D,α-глюкопиранозид-
-4-D,α-глюкопираноза
(международное название)

При составлении международного названия исходят из общего названия восстанавливающих дисахаридов, где первая часть гликозид и где затрачен гликозидный гидроксил, а во второй части сохраняется окончание -оза, т.к сохраняется этот гликозидный гидроксил. Перед названием второй части дисахарида ставится номер спиртовой гидроксогруппы, затраченной на образование моногликозидной связи (у большинства природных дисахаридов – это четвертый по счету гидроксил).

Во втором моносахаридном остатке остается свободный гликозидный гидроксил, за счет которого в растворе молекула мальтозы таутомерно переходит в открытую форму. В этой таутомерной форме мальтоза дает все реакции на карбонильную группу, в том числе и качественные на альдегидную группу с реактивом Толленса и реактивом Фелинга.

Характерной химической реакцией, свойственной для всех олигосахаридов, является кислотный гидролиз, в результате которого расщепляются гликозидные связи и образуются дисахариды.

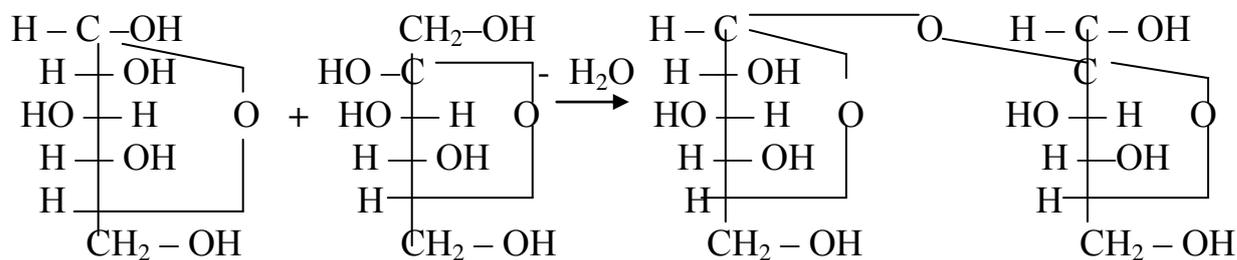
Невосстанавливающие дисахариды (гликозид – гликозиды) – это дисахариды, образованные дегидратацией двух гликозидных гидроксильных групп двух молекул моносахаридов, отсюда и общее название их гликозид – гликозиды, за счет дигликозидной связи между звеньями моносахаридов.

Сахароза (левулоза, тростниковый или свекловичный сахар).

Сахароза чрезвычайно распространена в растительном мире как энергетический источник. Она содержится в листьях растений, в плодах, сопровождая глюкозу. Самый высокий процент ее в сахарном тростнике, сахарной свекле.

Гидролизуется сахароза в организме под действием фермента инвертазы до D,α – глюкопиранозы и D,β – фруктофуранозы. Связь между звеньями моносахаридов в молекуле сахарозы – дигликозидная. Фруктоза обладает сильным левым вращением, чем глюкоза правым, и поэтому раствор гидролизованной сахарозы имеет левое вращение тогда как исходный раствор имел правое вращение, это явление изменение правого вращения раствора на левое названо инверсией, а гидролизованная сахароза – инвертным сахаром. Природным инвертным сахаром является пчелиный мед.

По свойствам сахара не восстанавливает реактив Фелинга и Толленса, т.к. не имеет альдегидной группы, из-за отсутствия свободного гликозидного гидроксила для нее не характерна таутомерия.

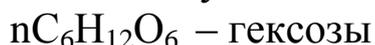


D, α -глюко-
пираноза

D, β -фрукто-
фураноза

сахароза
D, α -глюкопиранозид-
-D, β -фруктофуранозид

Полисахариды - это несакхароподобные сложные углеводы, образующие при гидролизе множество молекул моносахаридов. По характеру связей между моносахаридными остатками полисахариды являются простыми эфирами и полигликозидами. В природе встречаются полисахариды, образованные как пентозами – пентозаны, так и гексозами – гексозаны. Последние имеют наибольшее значение и отвечают составу:



где n-степень полимеризации, порядка сотен и тысяч звеньев моносахаридов.

Различают также гомополисахариды. Гомополисахариды состоят из звеньев одного и того же моносахарида, гетерополисахариды - из различных моносахаридов. К гомополисахаридам, гексозанам относятся крахмал, целлюлоза, гликоген, хитин и др., к гетерополисахаридам, гексозанам-гепарин, гиалуроновая кислота, пектиновые вещества и др.

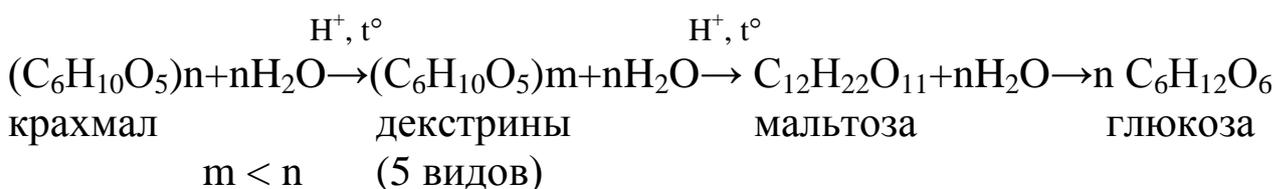
По биологическим функциям полисахариды делятся на:

1) структурные, выполняющие опорную, скелетную функцию. К ним относятся целлюлоза, хитин, гемицеллюлозы;

2) резервные, выполняющие в конечном итоге энергетическую функцию – это крахмал, гликоген и ряд гемицеллюлоз.

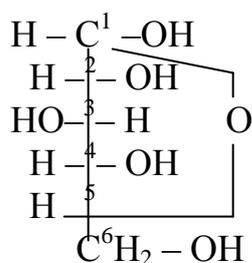
Разнообразные полисахариды под общим названием мукополисахариды (гепарин, гиалуроновая кислота и др.) находятся в организмах животных и каждый из них имеет свое важнейшее назначение для организма. Например, гепарин находясь в крови, препятствует ее свертыванию.

Крахмал является одним из самых распространенных резервных полисахаридов растений. Он образуется в процессе фотосинтеза в листьях растений и по мере накопления расщепляется и преобразуется до растворимых соединений, а затем повторно откладывается в семенах, корнях, плодах растений. Гидролиз крахмала в организмах идет ступенчато, под действием ряда ферментов (амилаз). В лаборатории гидролиз крахмала проводят под действием кислоты и нагревания.

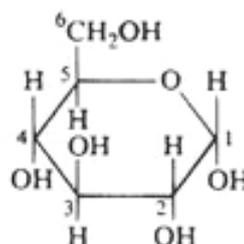


Крахмал не является однородным веществом. При обработке крахмала теплой водой его удастся разделить на две фракции: одна, растворимая в теплой воде (составляет 10-20%), называется амилозой; вторая нерастворимая, образующая коллоидный раствор – амилопектином (80-90%).

Амилоза состоит из неразветвленных молекул, при гидролизе которых образуется от 200 до 6000 молекул D, α – глюкопираноз, соединенных между собой в молекуле амилозы по типу мальтозы 1,4 α – гликозидными связями.

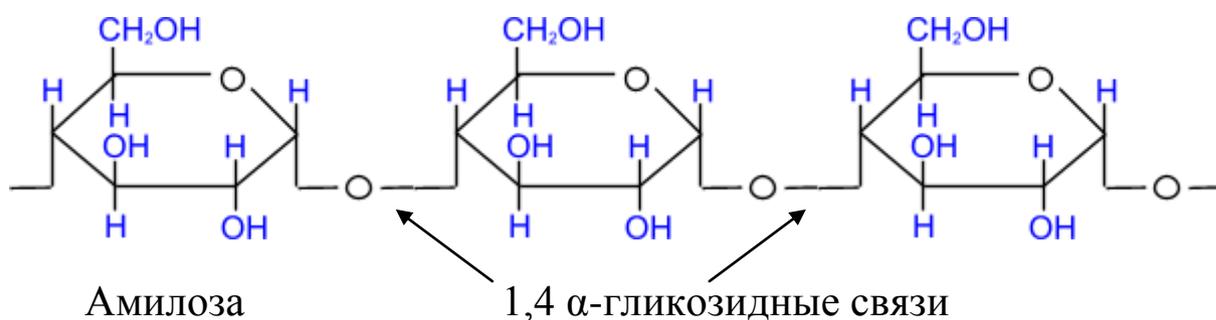


D,α-глюкопираноза
(проекционная формула
Фишера)

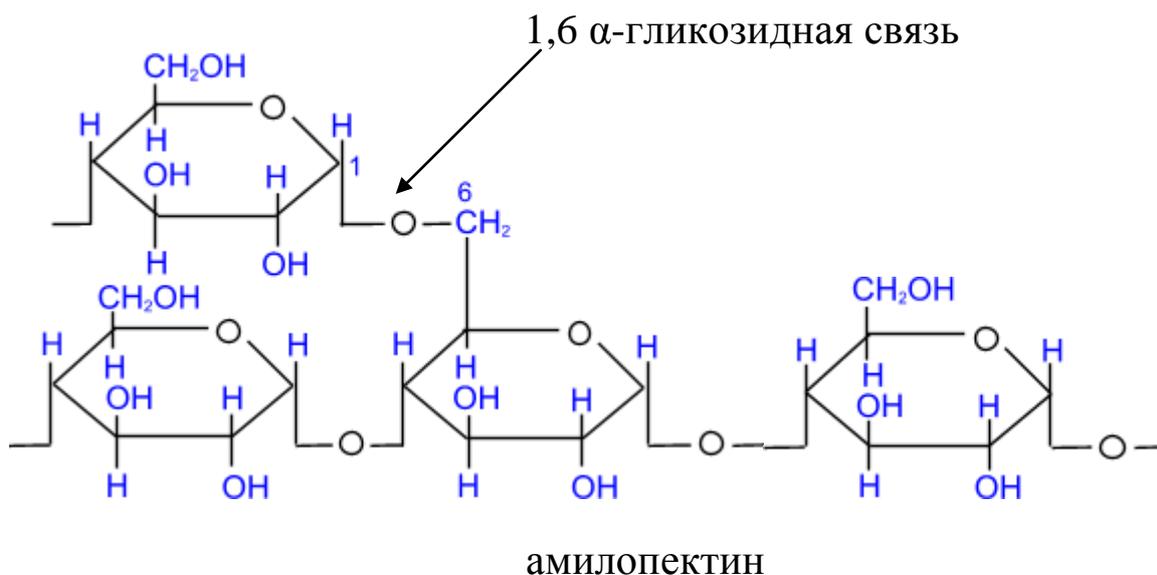


D,α-глюкопираноза
(перспективная формула
Хеуорса)

При изображении структуры полисахаридов целесообразно использовать перспективные формулы Хеурса, которые точнее передают пространственное строение молекул полисахаридов. Для перехода от формул Фишера к формулам Хеурса необходимо провести нумерацию атомов углерода в проекционной и перспективной формулах. Все заместители, изображенные в формулах Фишера справа, в формулах Хеурса располагаются внизу, под плоскостью цикла, а те что слева - над плоскостью. Боковые цепи ($\text{CH}_2\text{-OH}$) при C_5 в пиранозах или при C_4 в фуранозах изображают над плоскостью цикла для D-стерического ряда.



Цепи молекул амилопектина построены подобно молекулам амилозы, но они значительно разветвлены за счет 1,6 α – гликозидных связей, которые повторяются через 24-28 звеньев D, α – глюкопираноз, соединенных между собой 1,4 α – гликозидными связями.



Таким образом, наряду с 1,4 α – гликозидными связями амилопектине имеются 1,6 α – гликозидные связи и общее число глюкопи-

ранозных звеньев значительно больше, чем в амилозе, достигает от 6 до 36 тысяч.

Качественная реакция на крахмал – окрашивание в темносиний цвет под действием раствора йода, при этом окраска амилозы – синяя, амилопектина – фиолетовая.

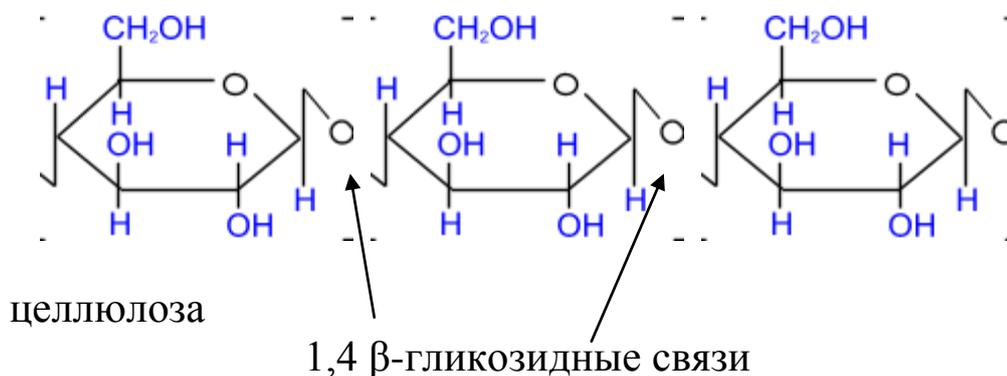
Гликоген (животный крахмал)- это резервный полисахарид, который содержится во всех тканях животных. Особенно много его в печени (до 20%), в мышцах (до 4%). Все процессы жизнедеятельности, в первую очередь, мышечная работа, сопровождается расщеплением гликогена отдающего сосредоточенную в нем энергию, гидролиз идет до D, α – глюкопиранозы, даже до молочной кислоты.

Молекулы гликогена построены по тому же типу, что и молекулы амилопектина, отличие в обилии боковых цепей, т.е. 1,6 α - гликозидная связь повторяется через 12-14 звеньев D, α – глюкопиранозы, в два раза чаще, чем в амилопектине. Число звеньев глюкозы в два раза больше чем в амилопектине до 72 тысяч.

Окраска с йодом у гликогена – от вино-красного до красно-бурого в зависимости от вида животного.

Целлюлоза или клетчатка ($C_6H_{10}O_5$)_n – это полисахарид, представляющий собой основное вещество, из которого строятся стенки растительных клеток, является главной составной частью древесины (до 70%). Обычно целлюлозе в древесине сопутствуют так называемые гемицеллюлозы (полуклетчатка) – полисахариды, образованные пентозами (пентозаны), гексозами (гексозаны). Кроме того, в древесине имеется лигнин – вещество неуглеводного, ароматического строения. Полный гидролиз молекулы целлюлозы приводит к образованию от 6 до 12 тысяч звеньев D, β – глюкопираноз, связи между которыми в молекуле целлюлозы 1,4 β – гликозидные.

По данным рентгеноструктурного анализа было выяснено, что линейные молекулы целлюлозы уложены пучками, причем цепи удерживаются друг около друга водородными связями между гидроксогруппами. В пучке около 60 макромолекул целлюлозы, которые группируясь образуют прочные волокна. За счет высокой прочности целлюлозы она усваивается только жвачными животными.



Сравнивая строение целлюлозы и амилозы, видно, что различие сводится к появлению 1,4β – гликозидной связи, у амилозы (1,4α – гликозидная). Однако, эта казалась бы небольшая деталь и наличие внутримолекулярных водородных связей делают молекулы целлюлозы прочными. Благодаря наличию свободных гидроксильных групп, которые пространственно не затруднены, целлюлоза вступает в многочисленные реакции со спиртами, кислотами с образованием простых и сложных эфиров. Эти эфиры лежат в основе производств: текстильного, бумажной промышленности, производства ряда пластмасс, взрывчатых вещества и т.д.

3. Азотсодержащие органические соединения

3.1. Амины

Амины – класс органических соединений, который образуется при замещении атомов водорода в молекуле аммиака на углеводородный радикал. По количеству замещенных атомов водорода в аммиаке амины делят на первичные, вторичные и третичные:



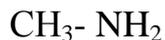
В зависимости от строения радикала амины классифицируют на насыщенные, ненасыщенные и ароматические. В зависимости от

количества аминогрупп в молекуле различают моно-, ди- и триамины:



этилендиамин

Названия аминов образуются от названий углеводородных радикалов, связанных с азотом, с добавлением окончания –*амин*:



метиламин



изопропиламин

Амины жирного ряда более сильные основания, чем аммиак. Более сильная щелочная реакция водных растворов аминов объясняется положительным индукционным влиянием алкильных радикалов, за счет чего повышается электронная плотность у атома азота (реакции солеобразования).

Для аминов характерны реакции образования солей, ацилирование, алкилирование, нитрозирование, изонитрильная реакция.

Диамины содержат две аминогруппы в одной молекуле. Простейшим диамином является этилендиамин (этандиамин-1,2).



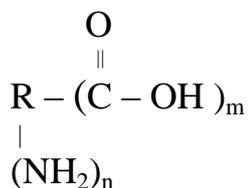
этилендиамин

Для диаминов характерны те же химические реакции, что и для моноаминов. Отличительными свойствами являются склонность к комплексообразованию и реакции поликонденсации.

Многие диамины встречаются или образуются в результате жизнедеятельности или разложения растительных или животных организмов: путресцин (бутандиамин) $\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$ и кадаверин (пентандиамин-1,5) $\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_5-\text{NH}_2$

3.2. Аминокислоты. Белки

Аминокислоты – это производные карбоновых кислот, содержащиеся в углеводородном радикале одну или несколько аминогрупп. Общая формула, исходя из определения.



Природных аминокислот известно порядка 150, из них наибольший интерес представляют 24 протеиногенных аминокислоты, т.е. образующих белок (протеин-белок, ген - составная часть). В свою очередь протеиногенные делят на незаменимые (их 10) и заменимые (соответственно – 14). Незаменимые и заменимые аминокислоты, образуют растения, животные организмы, в основном, образуют заменимые аминокислоты. Немногие незаменимые аминокислоты образуют травоядные животные, но даже к их грубым кормам добавляют незаменимую аминокислоту – лизин, которого недостаточно и в растениях. Названия незаменимые аминокислоты получили потому, что для синтеза полного набора белков в организме необходим весь комплекс аминокислот не только из пищи животного, но и растительного происхождения.

К незаменимым аминокислотам относятся: валин, лейцин, изолейцин, аргинин, треонин, метионин, лизин, фенилаланин, триптофан, гистидин.

Заменимых 14: глицин, аланин, аспарагиновая кислота, аспарагин, глутаминовая кислота, глутамин, оксипролин, серин, цистеин, цистин, тирозин, пролин, оксипролин, тироксин.

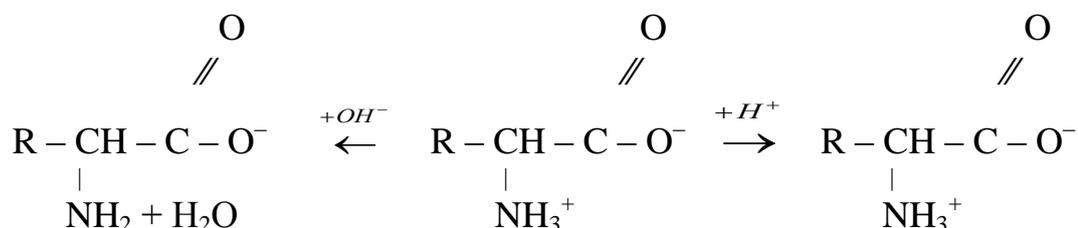
Итак, в биологическом плане аминокислоты делят на заменимые и незаменимые. Но по структуре они все разные и делят их на четыре класса, по четырем признакам (химическая классификация).

Из общей формулы следуют три признака в строении:

- 1) характер радикала;
- 2) число карбоксильных групп;
- 3) число аминогрупп;

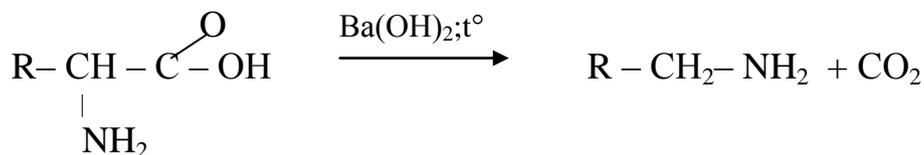
Есть еще четвертый признак, не отраженный в общей формуле: наличие других функциональных групп в радикале помимо аминогруппы.

Амфотерность аминокислот можно объяснить следующей схемой:



Способность аминокислот сохранять постоянным рН среды при добавлении к ним определенного количества кислоты или щелочи называют буферными свойствами. Для физиологических жидкостей организма, где содержатся аминокислоты, белки, их буферность – это ценное свойство.

Другим отличительным свойством аминокислот от обычных карбоновых кислот является декарбоксилирование. Этот процесс происходит при нагревании аминокислот в присутствии гидроксида бария с образованием аминов:



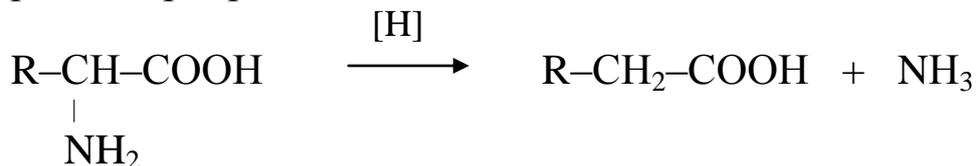
По аминогруппе аминокислоты повторяют свойства аминов: образуют соли с минеральными кислотами, легко ацилируются и алкилируются. Аминокислоты содержат первичную аминогруппу, поэтому для них характерна реакция дезаминирования – качественная реакция на первичную аминогруппу. Различают несколько видов реакций дезаминирования в зависимости от условий прохождения реакции.

Под действием азотистой кислоты аминокислоты превращаются в оксикислоты с выделением свободного азота.

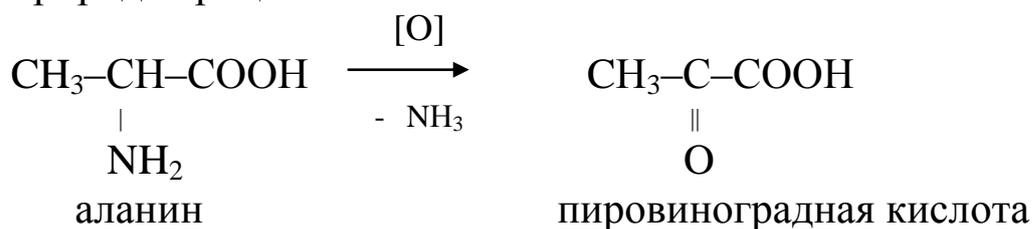


В живых организмах дезаминирование осуществляется под воздействием ферментов несколькими путями: восстановлением, окислением и гидролизом.

Восстановительное дезаминирование характерно для некоторых микроорганизмов:

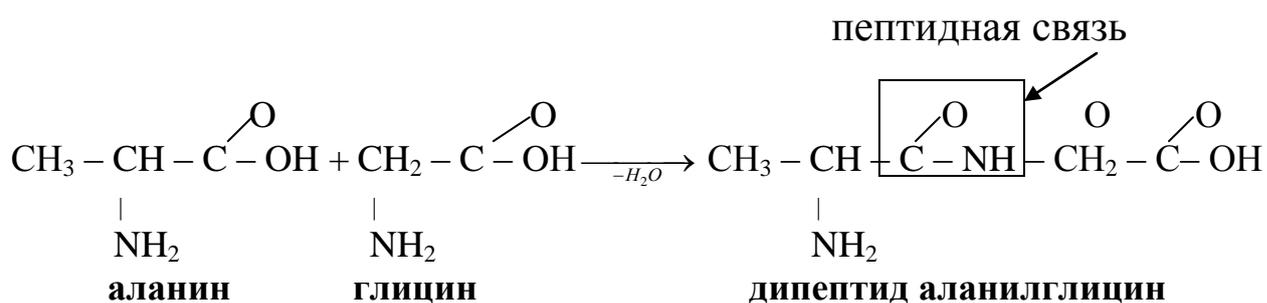


Окислительное дезаминирование наиболее распространенный в природе процесс:



Реакции поликонденсации очень распространены в природе и означают взаимодействие множества мелких молекул (мономеров) друг с другом с образованием крупной молекулы (полимера) и выделения низкомолекулярного побочного продукта (например, воды).

В такую реакцию в организме вступают протеиногенные α-аминокислоты при образовании белков.



При образовании названия пептида начинают с N-концевой аминокислоты (содержащей свободную аминогруппу), при этом используют короткие тривиальные названия аминокислот, в которых окончание «-ин» заменяют на «-ил» для той кислоты, которая потеряла гидроксогруппу карбоксила.

Белки (полипептиды)– это природные высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, построенные из остатков α -аминокислот.

Белки играют ключевую роль в клетке и присутствуют в виде главных компонентов в любых формах живой материи, будь то микроорганизмы, животные или растения. Они выполняют многочисленные биологические функции – ферментативную, гормональную, структурную, защитную, сократительную и многое другое.

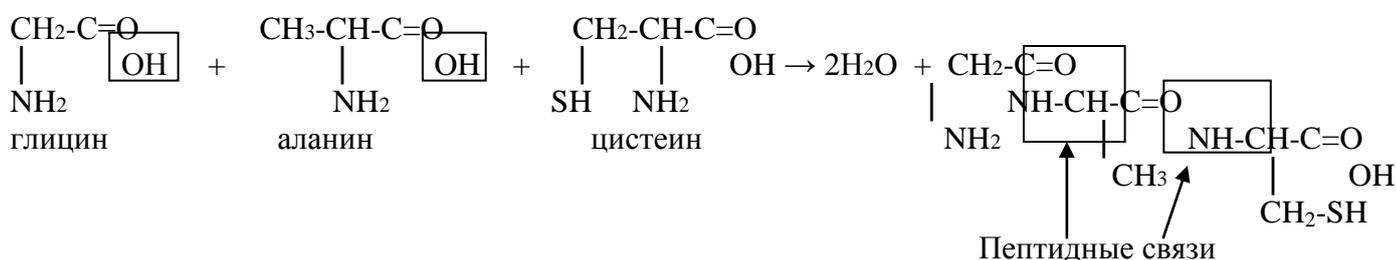
В строении большинства белков различают три структуры: первичную, вторичную, третичную. Самые сложные белки имеют и четвертичную структуру.

Первичная структура белка - это полипептидная цепь, состоящая из остатков α -аминокислот, которые соединены между собой в строго определенной последовательности. Эта последовательность называется генетическим кодом. Каждый организм в силу многообразия белков имеет свой набор белков.

Интересно, что даже близкие родственники имеют не вполне одинаковый набор белков.

Это обстоятельство неслучайно – оно представляет собой выражение глубокой закономерности. Индивидуальный набор белков обеспечивает биологическую изоляцию и устойчивость организма (высокий иммунитет). Клетки отвергают все чужеродные белки, отсюда причина тканевой несовместимости, которая возможна при пересадке органов.

В основе образования первичной структуры белков лежит реакция поликонденсации α -аминокислот.



Трипептид – глицил–аланил–цистеин

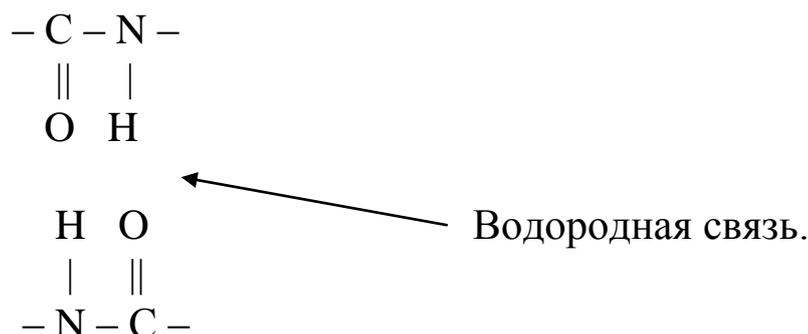
Основная связь в первичной структуре белков пептидная:
-CO-NH-

Некоторые пептиды нашли применение в качестве антибиотиков. К ним относят циклоспорин, актиномицины, грамицидин и др.

Но полипептид – это еще не белок. Каждая белковая молекула в пространстве имеет определенную форму.

Пространственное строение белковой молекулы включает в себя и вторичную, и третичную структуры.

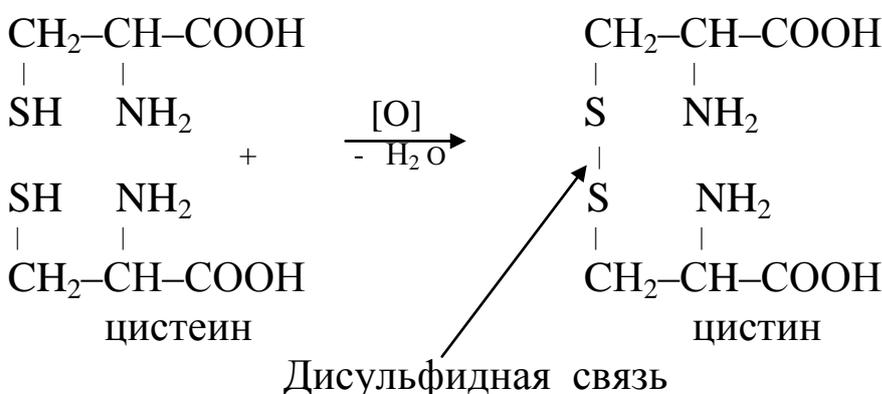
Вторичная структура белка – это пространственное строение полипептидной цепи в виде спирали, закрученной вправо (α -спираль). За счет монотонных водородных связей между карбонилем ($>C=O$) и аминогруппой (NH)



Такую спиралевидную форму полипептидной цепи открыл Л. Полинг (лауреат Нобелевской премии), рассчитал, что в виток спирали входит около четырех остатков α -аминокислот (3,6 остатков).

Элементы вторичной структуры определенным образом располагаются в пространстве относительно друг друга, образуя третичную структуру.

Третичная структура белка – это пространственное строение полипептидной спирали в виде клубка (глобулярные белки) или жгута из нескольких α -спиралей (фибрилярные белки). В формировании третичной структуры большую роль играют дисульфидные, водородные и сложноэфирные связи.



Термин *четвертичная структура* относится к сложным белкам, которые имеют несколько третичных структур. Наиболее известным

примером белка, имеющего четвертичную структуру, является гемоглобин.

3.3. Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты

Гетероциклические соединения и их производные широко распространены в природе и многие из них играют ключевую роль в биологических процессах, протекающих в живых организмах. В этом отношении особый интерес вызывают азотистые гетероциклы, которые являются составными частями нуклеиновых кислот, ферментов, витаминов, гормонов, алкалоидов.

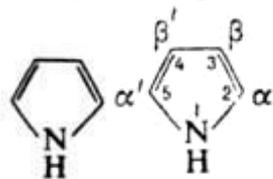
Большая группа сульфаниламидных лекарственных препаратов, антибиотиков по структуре относятся к производным азотистых гетероциклов. Некоторые азотистые гетероциклы составляют основу молекул гемоглобина, хлорофилла и некоторых незаменимых аминокислот.

По строению **гетероциклы** – это циклические соединения, кольца которых состоят из атомов **различных** элементов.

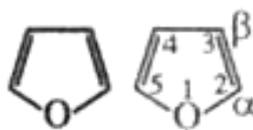
В настоящее время можно с уверенностью утверждать, что в образовании молекул гетероциклов принимают участие наряду с атомами углерода атомы всех элементов периодической системы Д.И. Менделеева, валентность которых не меньше двух. Наибольшее значение имеют гетероциклы, содержащие такие гетероатомы как азот, кислород и сера.

Классифицируют гетероциклы по четырем признакам:

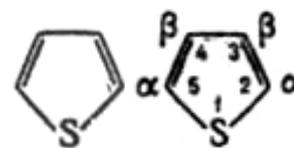
1. По характеру гетероатома различают азот-, кислород-, серосодержащие и др. гетероциклы



пиррол



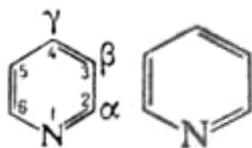
фуран



тиофен

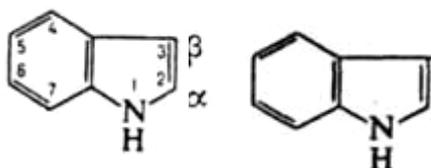
Номенклатуру чаще всего используют тривиальную.

2. По числу атомов элементов, образующих цикл необходимо отметить наиболее устойчивые пяти- и шестичленные циклы.



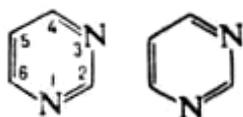
Пиридин – шестичленный азотистый гетероцикл

3. Классифицируют гетероциклы по количеству колец в молекуле на моноциклические, бициклические и другие гетероциклы.



Индол – бициклический азотистый гетероцикл.

4. Число гетероатомов в молекуле гетероцикла может быть больше одного



Пиримидин – гетероцикл с двумя гетероатомами азота.

Алкалоиды – особая группа сложного строения азотсодержащих гетероциклических органических соединений, обладающих основным характером и, обычно, растительного происхождения. Все они оказывают сильное влияние на живые организмы.

По строению их гетероциклических ядер алкалоиды классифицируют на группы:

1. пиридина и пиперидина (никотин, анабазин, конин);
2. хинолина (хинин, цинхонин);
3. изохинолин (папаверин, курарин);
4. фенантрено-изохинолина (морфин, кодеин);
5. пурина (кофеин, теобромин);
6. тропана (атропин, кокаин).

Нуклеиновые кислоты – это полимеры, мономерами которых являются нуклеотиды.

Полинуклеотиды, связываясь с белками солеобразными и водородными связями, образуют *нуклеопротеиды*.

Их макромолекулы состоят из 3 основных частей: остатков гетероцикла и фосфорной кислоты, соединенных остатком альдопентозы. В качестве последней выступает либо остаток *дезоксирибозы* (на ее основе построены ДНК), либо остаток *рибозы* (так построены рибонуклеиновые кислоты или РНК).

В состав нуклеозидов РНК в качестве гетероцикла (R) входят остатки аденина, гуанина, урацила и цитозина. В состав нуклеозидов ДНК - аденин, гуанин, цитозин и тимин вместо урацила. Именно из таких простейших нуклеозидов и нуклеотидов строятся огромных размеров полимерные молекулы *полинуклеотидов*.

Биологическая роль ДНК огромна. ДНК – это хранилище информации, которую она же и использует, как руководящую в биосинтезе белка. Эти функции обеспечиваются следующими свойствами ДНК: а) способность к редупликации (удвоению) - синтезу других молекул ДНК, идентичным исходным; б) способность избирательно направлять синтез белка на получение специфичных для данного вида белковых макромолекул.

Задания для выполнения самостоятельной работы

1. Напишите структурные формулы всех изомерных углеводов, имеющих молекулярные формулы: а) C_6H_{14} , б) C_7H_{16} . Назовите их по рациональной и систематической номенклатуре.
2. Напишите структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре следующие углеводороды: а) диметилэтилметан, б) диметилпропилметан, в) диметилизопропилметан, г) диизопропилметан, д) этилпропил-втор-бутилметан.
3. Напишите все структурные формулы углеводородов и назовите их по рациональной номенклатуре: а) 4-метилгептан, б) 3-этилоктан, в) 2,2,3-триметилбутан, г) 2,5- диметил-3-этилгексан, д) 2,2,4-триметил-3-этилпентан.
4. Напишите для углеводородов состава C_6H_{14} структурные формулы: а) изомера, содержащего три первичных атома углерода, б) изомера с одним вторичным атомом углерода.

5. Напишите структурную формулу 2,4-диметил-4-этилгептана и уравнение реакции его бромирования.
6. Напишите уравнения реакций взаимодействия йодистого этила с веществами: цианидом калия, аммиаком, ацетатом натрия, магнием (в присутствии эфира).
7. Напишите уравнения реакций взаимодействия с водным раствором щелочи галогенопроизводных: а) йодистого изобутила, б) 1-хлор-2,2-диметилпропана, в) 1-бром-2-метилбутана.
8. Напишите уравнения реакций взаимодействия бромистого этила со следующими реагентами: а) гидроксидом натрия (водный раствор), б) гидроксидом серебра, в) гидроксидом калия (спиртовый раствор).
9. Напишите уравнения реакций взаимодействия 2-метилпентана с хлором и азотной кислотой. Назовите продукты реакции.
10. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов этиленового ряда следующего состава: а) C_5H_{10} и б) C_6H_{12} . Назовите их по рациональной и систематической номенклатуре.
11. Какие углеводороды получают при нагревании со спиртовым раствором щелочи следующих соединений: а) 2-бром-2-метилбутан, б) 1-йодпропан, в) 1,4-дибромпентан? Напишите уравнение реакций и назовите продукты реакции.
12. Составьте формулы предельных углеводородов, которые образуются при гидрировании изомерных алкенов с общей формулой C_6H_{12} . Напишите уравнения реакций.
13. Какие вещества образуются в результате следующих превращений:

$$\text{пентен-1} \xrightarrow{Br_2(\text{свет})} A \xrightarrow{KOH(\text{спирт.раствор})} B?$$
Напишите уравнения реакций и назовите продукты реакции.
14. Напишите уравнения реакций гидратации бутена-1 и 2-метилбутена-2. Назовите полученные продукты реакции.
15. Напишите уравнения реакций присоединения йодоводорода к следующим углеводородам: а) пропену, б) изобутену, в) пропилену, г) изопропилену, учитывая правило В.В. Марковникова.
16. Напишите уравнения реакций получения тремя способами 2-метил-1-пентена и уравнения реакций взаимодействия его с бромоводородом.

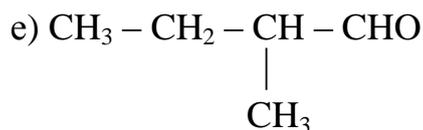
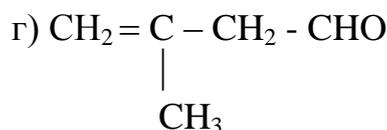
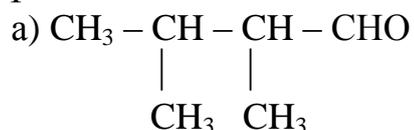
17. Напишите уравнения реакций получения бутена-2 из бутена-1 и 2,4-диметил-пентена-2 из 2,4-диметилпентена-1.
18. Как из первичного изоамилового спирта (3-метил-1-бутанола) получить триметилэтилен? Напишите соответствующие уравнения реакций.
19. Напишите уравнения реакций получения изобутана и 1,2-дибром-2-метилпропана из третичного бутилового спирта.
20. Напишите уравнения реакций взаимодействия ацетилен, метилацетилена с хлором, с йодоводородом, с аммиачным раствором гидроксида серебра.
21. Напишите уравнения реакций полимеризации ацетилен и метилацетилена, приводящих к образованию ароматических соединений.
22. Получите 5-метилгексин-1 из 5-метилгексена-1. Напишите формулы строения углеводородов, изомерных 5-метилгексину-1 и назовите их.
23. Из ацетилен получите бутин-2-диол-1,4.
24. Как можно отличить гексин-1 от гексина-2 с помощью химических реакций? Напишите уравнения реакций.
25. Напишите структурные формулы следующих углеводородов: а) гексадиен-2,4; б) 2,3-диметилбутадиен-1,3; в) 2-метилгексадиен-1,4; г) 2,5-диметилгексадиен-1,5.
26. Напишите структурные формулы изомерных диеновых углеводородов состава C_5H_8 и назовите их по международной номенклатуре.
27. Напишите реакции взаимодействия 2-метилпентадиена-1,3 с бромом и бромоводородом.
28. Какими способами можно получить бутин-2? Напишите уравнения реакций.
29. Как из бензола получить бензойную кислоту? Напишите схемы соответствующих реакций.
30. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) о-ксилол; б) изопропилбензол; в) 1,2,3-триметилбензол; г) 1-метил-3-этилбензол; д) втор-бутилбензол; е) п-этилстирол; ж) 2-этил-4-изопропилтолуол.
31. Получите реакцией Вюрца-Фиттига следующие углеводороды: п-этилтолуол, втор.-бутилбензол, 1,3-диэтилбензол.

32. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь галогенопроизводных: а) бромбензола и бромистого изопропила; б) хлористого бензила и хлористого этила; в) п-бромтолуола и бромистого этила?
33. Изомерия ароматических углеводородов. Напишите структурные формулы 1,3-дифенил-бутена-1; трет.-бутилбензола.
34. Химические свойства бензола. Напишите реакции (с образованием однозамещенных производных): а) сульфирования; б) бромирования. Назовите полученные соединения.
35. Из бензола получите следующие соединения: а) о-, м-, п-нитрохлорбензолы; б) м-бромбензойную кислоту; в) п-хлортолуол; 1-бром-4-этилбензол. Назовите все промежуточные соединения.
36. Напишите структурные формулы спиртов состава $C_5H_{11}OH$ и назовите их.
37. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2-метилпентанол-3; б) 2,3-диметилбутанол-2; в) 2,2,4-триметилпентанол-3; г) 2-метилбутанол-1; д) бутен-3-ол-2; е) 4,4-диметилпентен-1-ол-3; ж) 2,3-диметилпентадиол-2,3.
38. Получите гидратацией соответствующих этиленовых углеводородов следующие спирты: 3,3-диметилбутанол-2; 2-метилпентанол-2; 3-метилгексанол-2.
39. Какие одноатомные спирты образуются в результате щелочного гидролиза: а) бромистого втор.-бутила; б) 1-йод-4-метилпентана; в) 3-бромбутана; г) 2,3-дибромбутана? Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения.
40. Напишите схемы следующих превращений: а) хлористого бутила в бутанол-2; б) 2-бром-3-метилпентана в 3-метилпентанол-3; в) хлористого изопентила в 3-метилбутанол-2.
41. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:
 $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CHBr_2 \rightarrow CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_3$
 Назовите исходные и полученные соединения.

42. Напишите реакции гидратации бутена-1 и 3-метилпентена-1 в присутствии серной кислоты. Полученные соединения назовите и докажите их строение окислением.
43. Получите из соответствующих непредельных соединений: изопентиловый спирт, 4-метилпентанол-2, 2-метилбутанол-2. Для полученных спиртов напишите реакции: окисления и дегидратации.
44. Напишите уравнения реакций взаимодействия бромоводорода со спиртами: а) этиловым, б) пропиловым, в) изопропиловым. Назовите полученные соединения.
45. Напишите уравнения реакций, по которым можно отличить пропиловый спирт от изопропилового.
46. Химические свойства двухатомных спиртов на примере пропандиола-1,3.
47. Химические свойства трехатомных спиртов. Напишите уравнения реакций получения сложного эфира из глицерина и жирных кислот (олеиновой, стеариновой, пальмитиновой).
48. Напишите реакции гидратации для пропинола и бутин-3-ола-1.
49. Напишите структурные формулы следующих эфиров: метилпропилового, диизопропилового.
50. Химические свойства одноатомных фенолов на примере м-бромфенола.
51. Напишите схему получения из бензола о-крезола и 2,6-динитрофенола.
52. Напишите структурные формулы двух- и трехатомных фенолов и назовите их.
53. Напишите уравнения реакций между веществами: а) фенолят натрия и хлористый изопропил; б) м-крезол и конц. азотная кислота; в) п-крезол и бромная вода.
54. Напишите схемы реакций взаимодействия фенола со щелочью, бромной водой, хлоридом железа (III).
55. Назовите эфиры:
 а) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 б) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \underset{\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
56. Напишите структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре следующие альдегиды и

кетоны: а) пропионовый альдегид, б) изомаляновый альдегид, в) изовалериановый альдегид, г) метилэтилкетон, д) диэтилкетон.

57. Назовите следующие оксосоединения по систематической и рациональной номенклатуре:



58. Напишите структурные формулы изомерных альдегидов и кетонов общей формулы $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ и назовите их по международной номенклатуре.

59. Получите ацетон окислением соответствующего спирта. Напишите для него схемы реакций с водородом, гидразином, цианистым водородом.

60. Какие карбонильные соединения получатся в результате окисления следующих соединений: а) бутанол-1, б) бутанол-2, в) 2-метилбутанол-1, г) 2,4-диметилпентанол-1, д) 3-метилгексанол-1? Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения.

61. Окислением каких спиртов можно получить следующие карбонильные соединения: метилбутанон; трет.-бутилэтилкетон; 3-метил-бутаналь; 3,4-диметилгексаналь; гександион-2,5? Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения.

62. Получите 2-метилгексаналь окислением соответствующего спирта. Напишите для него схемы реакций с реактивом Толленса, с PCl_5 , с водородом.

63. Вещество $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ взаимодействует с цианистым водородом, гидразином, дает реакцию серебряного зеркала, превращаясь в изомаляновую кислоту. Определите его строение. Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения.

64. Напишите уравнения реакций получения 3-метилпентанона-2 и 3,3-диметилбутанона-2 по реакции Кучерова.

65. Напишите уравнения реакций, характеризующих свойства пропионового альдегида и диметилкетона.

66. Методы получения и химические свойства ароматических альдегидов. Напишите уравнения реакций окисления бензойного альдегида в соответствующую кислоту.
67. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) изомаляновый альдегид; б) 2,3-диметилбутаналь; в) втор.-пропил-трет.-бутилкетон; г) 2,2,3-триметилгептанон-4.
68. Составьте структурные формулы изомерных кетонов, имеющих состав $C_6H_{12}O$ и назовите их по международной номенклатуре.
69. Напишите схемы получения из пропионового альдегида следующих веществ а) перв. пропилового спирта; б) пропионовой кислоты; в) циангидрина пропаналя.
70. Из каких альдегидов или кетонов при восстановлении могут быть получены следующие спирты: а) пропанол-2; б) 2-метилбутанол-1; в) пентанол-3. Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения.
71. Напишите структурные формулы изомерных кислот, имеющих состав: а) $C_5H_{10}O_2$ (4 изомера); б) $C_6H_{12}O_2$ (7 изомеров). Назовите их по рациональной и систематической номенклатуре.
72. Напишите структурные формулы следующих соединений: ацетамид, бутират кальция, ангидрид масляной кислоты, хлорангидрид пропионовой кислоты.
73. Напишите структурные формулы карбоновых кислот состава $C_5H_{10}O_2$ и назовите их по международной номенклатуре.
74. Химические свойства двухосновных карбоновых кислот на примере янтарной кислоты.
75. Напишите схемы образования ангидридов из кислот: а) пропионовой; б) масляной; в) 3-метилпентановой.
76. Из соответствующих непредельных углеводородов получите следующие кислоты: а) 2,3-диметилпентановую; б) 3-метилпентановую; в) 2,4-диметилгексановую. Назовите все химические соединения.
77. Напишите уравнения реакций взаимодействия масляной кислоты с аммиаком, хлором, пятихлористым фосфором, с пропанолом-2, с гидрокарбонатом натрия.

78. Напишите реакции, протекающие при действии пятихлористого фосфора (PCl_5) на кислоты а) бензойную; б) фталевую. Назовите образующиеся соединения.
79. Напишите схемы превращений 3-метилбутена-1 в хлорангидрид 2,2-диметилбутановой кислоты.
80. Из бутилового спирта получите хлористый бутирил и напишите реакцию последнего с ацетатом натрия.
81. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) пальмитоолеостеарин; б) лецитин; в) тристеарин.
82. Химические свойства высших жирных кислот на примере стеариновой кислоты.
83. В чем заключаются сходства и различия простых и сложных эфиров? Написать уравнения реакций образования всех возможных простых и сложных эфиров, если имеются пропановая кислота и бутанол-2. Назвать полученные соединения.
84. Что такое жиры? Напишите схему образования всех возможных глицеридов стеариновой и олеиновой кислот.
85. Напишите структурные формулы триглицеридов: трипальмитина, диолеостеарина, тристеарина.
86. Напишите уравнения реакций гидролиза триолеина, олеодистеарина, олеопальмитостеарина.
87. Что такое фосфатиды? Их функции в живых организмах. Напишите схему реакции гидролиза кефалина (коламинфосфатида).
88. Напишите схемы реакций: а) омыления тристеарина; б) гидрогенизации триолеина.
89. Напишите схему реакции гидролиза лецитина (холинфосфатида).
90. Что такое воски? Их биологическая роль и применение. Напишите схему реакции образования пчелиного воска из пальмитиновой кислоты и мирицилового спирта.
91. Что такое оксикислоты? Напишите структурные формулы изомерных оксикислот состава: а) $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$; б) $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3$. Назовите их по систематической номенклатуре.
92. Получите следующие соединения: а) простой изопропиловый эфир молочной кислоты; б) неполный хлорангидрид яблочной

- кислоты; в) гидротартрат калия; лактон α -оксимасляной кислоты.
93. Получите пировиноградную кислоту из уксусного альдегида. Напишите реакции взаимодействия пировиноградной кислоты с этанолом, фенилгидразином и аммиаком. Назовите продукты реакции.
94. Напишите реакции с помощью которых можно осуществить следующие превращения: а) масляной кислоты в α -оксимасляную; б) ацетилена в 2-оксипропановую. Назовите все промежуточные соединения.
95. Как, исходя из этилового спирта, можно получить α -оксиизомасляную кислоту. Напишите уравнения реакций.
96. Напишите уравнения реакций получения молочной, α -оксиизокапроновой, 3-метил-2-оксипентановой кислот из соответствующих аминокислот при взаимодействии их с азотистой кислотой.
97. Как можно получить: а) из ацетона лимонную кислоту; б) из молочной кислоты пропионовую кислоту. Напишите уравнения реакций, назовите все соединения.
98. Напишите схемы реакций взаимодействия молочной кислоты с этанолом, гидроксидом натрия, с PCl_5 , аммиаком. Назовите продукты реакции.
99. Химические свойства α -оксикислот на примере α -оксивалериановой кислоты.
100. Напишите схемы реакций взаимодействия яблочной кислоты с этанолом, гидроксидом натрия, с PCl_5 , аммиаком. Назовите продукты реакции.
101. Классификация углеводов. Напишите карбонильные и циклические формы Д-глюкозы и Д-фруктозы. Обозначьте гликозидный гидроксил и объясните, чем он отличается от других гидроксильных групп.
102. Напишите формулы следующих соединений: метил- α -Д-глюкопиранозида; б) метил- β -L-глюкопиранозида; в) метил- α -Д-фруктофуранозида.
103. Из каких моноз и с помощью каких реакций можно получить следующие соединения: арабовую, ксилоновую, галактаровую (слизевую), рибаровую, глюконовую кислоты, маннит, сорбит?

104. Какие виды структурной и пространственной изомерии характерны для моносахаридов? Напишите проекционные формулы всех оптических изомеров альдопентоз.
105. Напишите проекционные (по Фишеру) и перспективные (по Хеуорсу) формулы аномеров: а) α - и β -L-глюкопиранозы; б) α - и β -D-рибофуранозы; в) α - и β -L-фруктопиранозы; г) α - и β -D-фруктофуранозы; д) α - и β -D-арабопиранозы.
106. С помощью каких реакций можно отличить D-арабинозу от D-маннозы?
107. Напишите реакции D-галактозы со следующими веществами: уксусным ангидридом, гидроксиламином, метиловым спиртом (в присутствии HCl).
108. Получите α -D-маннопиранозилпентаацетат из D-маннозы и α -D-фруктофуранозилпентаацетат из D-фруктозы.
109. Для D-маннозы запишите фуранозные и пиранозные формы и назовите их.
110. Напишите уравнения реакций окисления и восстановления D-рибозы. Назовите продукты реакции.
111. Спиртовые свойства сахаров на примере L-глюкозы. Напишите уравнения реакций образования фруктозо-6-фосфата и фруктозо-1,6-дифосфата.
112. Глюкоза, ее нахождение в природе, строение и химические свойства.
113. Как осуществляются реакции перехода карбонильных форм сахаров в соответствующие циклические формы на примере D-галактозы и D-фруктозы.
114. Какой вид изомерии называется стереоизомерией и какой атом углерода – ассиметрическим? Напишите проекционные формулы стереоизомеров маннозы D- и L-ряда. Отметьте у них ассиметрические атомы углерода.
115. Чем отличается мальтоза от целлобиозы? Написать альдегидные формы этих дисахаридов.
116. Объясните, почему сахароза, в отличие от мальтозы, не вступает в реакцию по карбонильной группе. Напишите перспективную и проекционную формулы сахарозы и назовите её по современной номенклатуре.
117. Напишите уравнения реакций соответственно схеме: лактоза \rightarrow лактобионовая кислота $\xrightarrow{\text{серн.кислота}}$ A + B

Назовите продукты гидролиза.

118. В чем заключается инверсия сахаров? Что такое инвертный сахар? Напишите соответствующие уравнения реакций.
119. В чем различие строения амилопектина и гликогена? Какую роль играет гликоген в организме?
120. Крахмал, его строение и биологическая роль. Кислотный гидролиз крахмала.
121. Какие соединения называют аминами? Напишите формулы аминов: а) первичных, содержащих радикалы: этил, фенил; б) вторичных, содержащих радикалы: пропил, фенил, метил, этил. Назовите эти амины.
122. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) трет.-бутиламин; б) 4-амино-2-метилбутан; в) этил-изопропиламин; г) 1,3-диамино-2-метилпентан.
123. Химические свойства аминов на примере этиламина.
124. Что происходит при растворении в воде: а) диэтиламина; б) триметиламина? Что представляют собой образующиеся соединения?
125. Используя ацетилен в качестве исходного продукта, получите метиламин, этиламин, пропиламин.
126. Из бромистого трет.-бутила получите трет.-бутилметиламин. Для амина напишите реакции с азотистой кислотой, уксусным ангидридом.
127. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: а) 1-нитропропана в 1-пропанол; б) 1-бутиламина в бутаналь; в) бутанола-2 в 2-метилбутиламин?
128. Напишите структурные формулы изомерных аминов состава C_3H_9N . Назовите их.
129. Сколько третичных аминов соответствует молекулярной формуле $C_5H_{13}N$? Назовите их.
130. Напишите возможные структурные формулы изомерных аминов состава $C_4H_{11}N$, которые с соляной кислотой образуют соли, а при взаимодействии с азотистой кислотой нитрозамины (три изомера). Напишите уравнения соответствующих реакций.
131. Аминокислоты, их классификация и биологическая роль. Написать уравнение реакции образования цистина из цистеина.

132. Амфотерные свойства аминокислот на примере аланина и аминокислоты.
133. Получите любым способом аланин и напишите для него реакции с азотистой кислотой, пятихлористым фосфором, изопропиловым спиртом.
134. Из уксусной кислоты получите глицин и подвергните его нагреванию. Напишите уравнения реакций и назовите все соединения.
135. Напишите структурные формулы аминокислот: а) β -аминовалериановой; б) α -аминоизовалериановой; в) γ -аминоизокапроновой; г) 2-аминобутандиовой; д) 2,5-диаминогексановой.
136. Напишите уравнения реакций, происходящих при нагревании изомерных аминокислот состава $C_4H_9O_2N$.
137. Напишите структурные формулы и назовите дипептиды, которые могут быть получены из следующих аминокислот: а) глицина и лейцина; б) аланина и валина; в) аланина и фенилаланина.
138. Напишите схемы реакций взаимодействия аланина с азотистой кислотой, с цистеином, гидроксидом натрия, хлорангидридом уксусной кислоты.
139. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) неполный хлорангидрид глутаминовой кислоты; б) амид фенилаланина; в) глицил-аланил-валин; г) внутренняя соль серина.
140. Белки, их строение и классификация. Напишите схему реакции образования глицил-валил-аланина.
141. Индол, его строение и свойства. В состав какой незаменимой аминокислоты входит ядро индола?
142. Строение пурина и его производных: аденина и гуанина. Напишите схему реакции образования нуклеотида из аденина, рибозы и фосфорной кислоты.
143. Строение пиримидина. Напишите уравнение реакции образования нуклеотида из урацила, рибозы и фосфорной кислоты.
144. Строение пиррола. Какое биологическое значение имеют производные пиррола: пролин, оксипролин, гем, хлорофилл.

145. Что представляют собой алкалоиды? Напишите формулы никотина, анабазина и конина.
146. Нуклеиновые кислоты и их биологическая роль. Напишите схему реакции образования нуклеотида из урацила, рибозы и фосфорной кислоты.
147. Рибонуклеиновые кислоты, их биологическая роль. Напишите схему реакции образования нуклеотида из аденина, рибозы и фосфорной кислоты.
148. Дезоксирибонуклеиновые кислоты, их биологическая роль. Напишите схему реакции образования нуклеотида из гуанина, дезоксирибозы и фосфорной кислоты.
149. Напишите схемы образования рибонуклеозидов: уридина, цитидина, аденозина.
150. Чем отличаются нуклеотиды от нуклеозидов? Запишите схему гидролиза любого нуклеотида РНК.

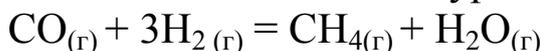
Раздел 2. Физколлоидная химия

1. Энергетика химических реакций

Пример 1.

Напишите термохимическое уравнение реакции между $\text{CO}_{(г)}$ и водородом, в результате которой образуются $\text{CH}_{4(г)}$ и $\text{H}_2\text{O}_{(г)}$. Рассчитайте тепловой эффект этой реакции, если известны стандартные энтальпии образования реагирующих веществ.

Решение. Составим уравнение химической реакции



Из таблицы 1 Приложения выпишите стандартные энтальпии образования исходных веществ и продуктов реакции:

$$\Delta H_{обр}^{\circ}(\text{CO}_{(г)}) = - 110,52 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H_{обр}^{\circ}(\text{H}_{2(г)}) = 0 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H_{обр}^{\circ}(\text{CH}_{4(г)}) = - 74,85 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H_{обр}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}_{(г)}) = - 241,83 \text{ кДж/моль}$$

Согласно следствию из закона Гесса тепловой эффект химической реакции равен разности между суммой энтальпий образования продуктов реакции и суммой энтальпий образования исходных веществ с учетом стехиометрических коэффициентов в уравнении реакции:

$$\Delta H_{x.p.}^{\circ} = \sum n_j \Delta H_{обр}^{\circ} (\text{продуктов реакции}) - \sum n_i \Delta H_{обр}^{\circ} (\text{исходных веществ}),$$

где n_i и n_j – стехиометрические коэффициенты перед исходными веществами и продуктами реакции. Рассчитаем тепловой эффект данной химической реакции:

$$\begin{aligned} \Delta H_{x.p.}^{\circ} &= \Delta H_{обр}^{\circ} (\text{CH}_4) + \Delta H_{обр}^{\circ} (\text{H}_2\text{O}) - (\Delta H_{обр}^{\circ} (\text{CO}) + 3\Delta H_{обр}^{\circ} (\text{H}_2)) = \\ &= -74,85 + 110,52 - 241,83 - 3 \cdot 0 = -206,16 \text{ кДж} \end{aligned}$$

Ответ: $\Delta H_{x.p.}^{\circ} = -206,16$

Пример 2.

На основании стандартных энтальпий образования веществ и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислить ΔG_{298}° химической реакции, протекающей по уравнению:
 $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$

Решение.

Изменение энергии Гиббса для химической реакции будем вычислять по формуле: $\Delta G_{x.p.}^{\circ} = \Delta H_{x.p.}^{\circ} - T \Delta S_{x.p.}^{\circ}$.

Для расчета $\Delta H_{x.p.}^{\circ}$ и $\Delta S_{x.p.}^{\circ}$ воспользуемся формулами:

$$\Delta H_{x.p.}^{\circ} = \sum n_j \Delta H_{обр}^{\circ} (\text{продуктов реакции}) - \sum n_i \Delta H_{обр}^{\circ} (\text{исходных веществ}),$$

$$\Delta S_{x.p.}^{\circ} = \sum n_j S^{\circ} (\text{продуктов реакции}) - \sum n_i S^{\circ} (\text{исходных веществ})$$

Из таблицы 1 Приложения выпишем стандартные энтальпии образования и абсолютные стандартные энтропии исходных веществ и продуктов реакции:

$$\Delta H_{обр}^{\circ} (\text{CO}(\text{г})) = -110,52 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H_{обр}^{\circ} (\text{H}_2\text{O}(\text{ж})) = -285,84 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H_{обр}^{\circ}(\text{CO}_2(\text{г})) = - 393,51 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H_{обр}^{\circ}(\text{H}_2(\text{г})) = 0 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S^{\circ}(\text{CO}(\text{г})) = 197,91 \text{ кДж/(моль}\cdot\text{К)}$$

$$\Delta S^{\circ}(\text{H}_2\text{O}(\text{ж})) = 69,94 \text{ кДж/(моль}\cdot\text{К)}$$

$$\Delta S^{\circ}(\text{CO}_2(\text{г})) = 213,65 \text{ кДж/(моль}\cdot\text{К)}$$

$$\Delta S^{\circ}(\text{H}_2(\text{г})) = 130,59 \text{ кДж/(моль}\cdot\text{К)}$$

Для данной химической реакции

$$\begin{aligned} \Delta H_{x.p.}^{\circ} &= \Delta H_{обр}^{\circ}(\text{CO}_2) + \Delta H_{обр}^{\circ}(\text{H}_2) - (\Delta H_{обр}^{\circ}(\text{CO}) - \Delta H_{обр}^{\circ}(\text{H}_2\text{O})) = \\ &= - (- 110,52 - 285,84) = 2,85 \text{ кДж} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta S_{x.p.}^{\circ} &= S^{\circ}(\text{CO}_2) + S^{\circ}(\text{H}_2) - (S^{\circ}(\text{CO}) - S^{\circ}(\text{H}_2\text{O})) = 213,65 + 130,59 - \\ &197,91 - 69,94 = 76,39 \text{ Дж/}\cdot\text{К} = 0,07639 \text{ кДж/К} \end{aligned}$$

$$\Delta G_{x.p.}^{\circ} = 2,85 - 298 \cdot 0,07639 = - 19,91 \text{ кДж}$$

Задания для выполнения самостоятельной работы

151. Газообразный этиловый спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ можно получить при взаимодействии этилена $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г})$ и водяных паров. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите ее тепловой эффект.

152. Определите стандартную энтальпию образования сероуглерода CS_2 , если известно:



153. Тепловой эффект реакции сгорания жидкого бензола с образованием паров воды и оксида углерода (IV) равен $- 3135,58 \text{ кДж}$. Составьте термохимическое уравнение этой реакции и вычислите стандартную энтальпию образования бензола $\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж})$.

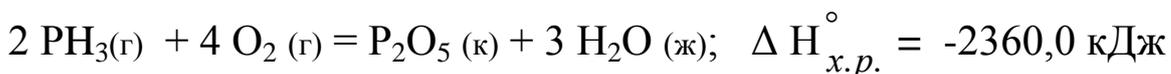
154. При взаимодействии газообразных сероводорода и оксида углерода (IV) образуются сероуглерод $\text{CS}_2(\text{г})$ и пары воды. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите ее тепловой эффект.

155. Реакция горения аммиака выражается термохимическим уравнением:

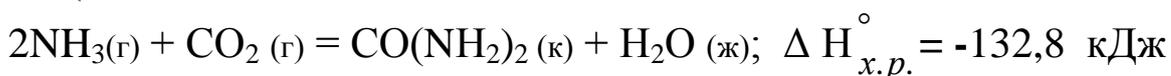


Вычислите стандартную энтальпию образования аммиака.

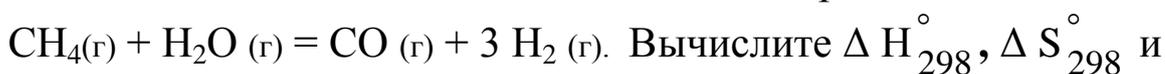
156. Рассчитайте стандартную энтальпию образования $\text{PH}_3(\text{г})$, если известно:



157. Вычислите стандартную энтальпию образования мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, если известно:



158. Одним из способов промышленного получения водорода является взаимодействие метана с водяным паром:



ΔG_{298}° этой реакции и установите, будет ли она самопроизвольно протекать при стандартных условиях.

159. На основании стандартных энтальпий образования веществ и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислить ΔG_{298}° химической реакции, протекающей по уравнению $\text{CH}_4(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) = 2 \text{CO}(\text{г}) + 2 \text{H}_2(\text{г})$. Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

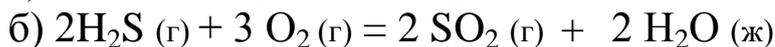
160. На основании стандартных энтальпий образования веществ и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислить ΔG_{298}° химической реакции, протекающей по уравнению $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + 3 \text{O}_2(\text{г}) = 2 \text{CO}_2(\text{г}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.

Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

161. На основании стандартных энтальпий образования веществ и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислить ΔG_{298}° химической реакции, протекающей по уравнению $4 \text{NH}_3(\text{г}) + 5 \text{O}_2(\text{г}) = 2 \text{NO}(\text{г}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{г})$

Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

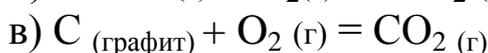
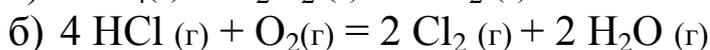
162. Вычислите ΔS_{298}° для химических реакций, протекающих по уравнениям:



163. Реакция горения ацетиленов $\text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$ идет по уравнению $\text{C}_2\text{H}_2(\text{г}) + 5/2\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.

Вычислите ΔH_{298}° , ΔS_{298}° и ΔG_{298}° этой химической реакции и установите, будет ли она самопроизвольно протекать при стандартных условиях.

164. Вычислите ΔS_{298}° для химических реакций, протекающих по уравнениям:



165. На основании стандартных энтальпий образования веществ и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ

вычислить ΔG_{298}° химической реакции, протекающей по уравнению:



Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

2. Электрохимия

Пример.

Гальванический элемент состоит из металлической кобальтовой пластинки, погруженной в 0,001 М раствор нитрата кобальта (III) и металлической оловянной пластинки, погруженной в 0,01 М раствор нитрата олова (II). Составьте схему гальванического элемента, напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента.

Решение. Потенциал металлического электрода зависит от концентрации его ионов в растворе. Эта зависимость выражается уравнением Нернста и при $T = 298\text{ К}$ имеет вид

$$E_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}} = E_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}}^\circ + \frac{0,059}{n} \lg C_M,$$

где $E_{Me^{n+}/Me}^{\circ}$ — стандартный электродный потенциал металлического электрода;

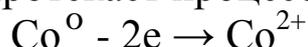
C_M — молярная концентрация ионов соли в растворе электролита

Вычислим электродные потенциалы металлов при данных услови-

$$\text{ях: } E_{Co^{2+}/Co} = E_{Co^{2+}/Co}^{\circ} + \frac{0,059}{n} \lg C_M(Co^{2+}) = -0,28 + \frac{0,059}{2} \lg 10^{-3} = -0,37 \text{ В}$$

$$E_{Sn^{2+}/Sn} = E_{Sn^{2+}/Sn}^{\circ} + \frac{0,059}{n} \lg C_M(Sn^{2+}) = -0,14 + \frac{0,059}{2} \lg 10^{-2} = -0,2 \text{ В}$$

Кобальт имеет меньший электродный потенциал и является анодом, на котором протекает процесс окисления:



Олово имеет больший электродный потенциал и является катодом, на котором протекает процесс восстановления:

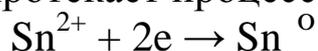


Схема данного гальванического элемента

A (-) Co / Co(NO₃)₂ // Sn(NO₃)₂ / Sn (+) K

Для определения ЭДС гальванического элемента из потенциала катода следует вычесть потенциал анода

$$\mathcal{E} = E_K - E_A = E_{Sn^{2+}/Sn} - E_{Co^{2+}/Co} = -0,2 - (-0,37) = 0,17 \text{ В} .$$

Задания для выполнения самостоятельной работы

166. Марганцевый электрод в растворе его соли имеет потенциал – 1,23 В. Вычислите концентрацию ионов Mn²⁺ (в моль/л).

167. При какой концентрации ионов Zn²⁺ (моль/л) потенциал цинкового электрода будет на 0,015 В меньше его стандартного электродного потенциала?

168. При какой концентрации ионов Cu²⁺ (моль/л) значение потенциала медного электрода станет равным стандартному потенциалу водородного электрода?

169. Составьте схему, напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС медно-кадмиевого гальванического элемента, в котором [Cd²⁺] = 0,8 моль/л, а [Cu²⁺] = 0,01 моль/л.

170. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых медь служила бы катодом, а в другом – анодом. Напиши-

те для каждого из этих элементов уравнения электродных процессов и вычислите значения стандартных ЭДС.

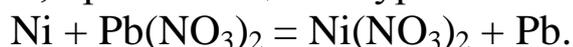
171. Какой гальванический элемент называется концентрационным? Составьте схему, напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из серебряных электродов, опущенных: первый в 0,01 М, а второй в 0,1 М растворы AgNO_3 .

172. Гальванический элемент составлен из стандартного цинкового электрода и хромового электрода, погруженного в раствор, содержащий ионы Cr^{3+} . При какой концентрации ионов Cr^{3+} ЭДС этого гальванического элемента будет равна 0 В?

173. Гальванический элемент состоит из металлического цинка, погруженного в 0,1 М раствор нитрата цинка и металлического свинца, погруженного в 0,02 М раствор нитрата свинца (II). Составьте схему гальванического элемента, напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента.

174. При каком условии будет работать гальванический элемент, электроды которого сделаны из одного и того же металла? Составьте схему, напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, в котором один никелевый электрод находится в 0,001 М растворе, а другой такой же электрод – в 0,01 М растворе хлорида никеля (II).

175. Составьте схему гальванического элемента, в основе которого лежит реакция, протекающая по уравнению



Напишите уравнения анодного и катодного процессов. Вычислите ЭДС этого элемента, если $[\text{Ni}^{2+}] = 0,01$ моль/л, $[\text{Pb}^{2+}] = 0,0001$ моль/л.

176. Составьте схему, напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из свинцовой и магниевой пластин, опущенных в растворы своих солей с концентрацией $[\text{Pb}^{2+}] = [\text{Mg}^{2+}] = 0,01$ моль/л.

177. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых никель является катодом, а в другом – анодом. Напишите для каждого из этих элементов уравнения электродных процессов и вычислите значения стандартных ЭДС.

178. Гальванический элемент состоит из серебряного электрода, погруженного в 1 М раствор AgNO_3 , и стандартного водородного электрода. Составьте схему гальванического элемента, напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента.

179. Составьте схему, напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из пластин кадмия и магния, опущенных в растворы своих солей с концентрацией $[\text{Mg}^{2+}] = [\text{Cd}^{2+}] = 0,1$ моль/л.

180. Составьте схему, напишите уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из свинцовой и магниевой пластин, опущенных в растворы своих солей с концентрацией $[\text{Pb}^{2+}] = [\text{Mg}^{2+}] = 0,1$ моль/л.

3. Коллоидные системы

Задания для выполнения самостоятельной работы

181-195. Напишите формулу мицеллы, полученной по реакции в таблице 1. Приведите названия всех слоев мицеллы.

В чем сущность правила Шульце-Гарди?

Расположите нижеперечисленные электролиты в порядке увеличения их коагулирующей силы для этих коллоидов:



№ задачи	Процесс получения коллоида
181	$\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$ изб.
182	$\text{FeCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}$ изб.
183	$\text{AgNO}_3 + \text{KCl} = \text{AgCl} + \text{KNO}_3$ изб.
184	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaCl}$ изб.
185	$\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ изб.
186	$\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ изб.
187	$\text{AgNO}_3 + \text{KI} = \text{AgI} + \text{KNO}_3$ изб.
188	$\text{CrCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}$ изб.
189	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} = \text{PbI}_2 + 2\text{KNO}_3$ изб.
190	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$ изб.
191	$\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ изб.
192	$\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ изб.
193	$\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$ изб.
194	$\text{CrCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}$ изб.
195	$\text{FeCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}$ изб.

196-210. Что такое изоэлектрическое состояние полиэлектролита в растворе? Что такое изоэлектрическая точка белка? Определите знак заряда частицы белка в растворах с указанными в таблице 2 значениями pH и укажите, к какому электроду будут двигаться молекулы аминокислоты.

Таблица 2

№ задачи	Белок	Изоэлектрическая точка белка	pH раствора
196	альбумин	4,8	8,5
197	альбумин	4,8	4,0
198	глобулин	5,4	7,0
199	глобулин	5,4	3,5
200	желатин	4,7	5,0
201	желатин	4,7	3,0
202	казеин	4,6	4,0
203	казеин	4,6	6,0
204	глиадин	9,8	7,0
205	глиадин	9,8	11,0
206	альбумин	4,8	3,0
207	глобулин	5,4	10,0
208	желатин	4,7	8,5
209	казеин	4,6	9,0
210	глиадин	9,8	3,5

**Приложение
Приложение А**

Стандартные энтальпии образования ΔH_{298}° , энтропии S_{298}° и энергии

Гиббса образования ΔG_{298}° некоторых веществ при 298 К

Вещество	ΔH_{298}°, кДж/моль	S_{298}°, Дж/мольК	ΔG_{298}°, кДж/моль
C _(графит)	0	5,7	0
CH _{4(г)}	- 74,9	186,2	- 50,8
C ₂ H _{2(г)}	226,8	200,8	209,2
C ₂ H _{4(г)}	52,3	219,4	68,1
C ₂ H _{6(г)}	-89,7	229,5	-32,9
C ₆ H _{6(ж)}	82,9	269,2	129,7
C ₂ H ₅ OH _(ж)	-277,6	160,7	-174,8
C ₂ H ₅ OH _(г)	-235,31	-	-
CO _(г)	-110,5	197,5	-137,1
CO _{2(г)}	-393,5	213,7	-394,4
CS _{2(г)}	115,3	237,8	65,1
CH ₃ OH _(ж)	-238,7	126,7	-166,31
Cl _{2(г)}	0	222,9	0
CuO _(к)	-162,0	42,6	-129,9
FeO _(к)	-264,8	60,8	-244,3
Fe _(к)	0	27,15	0
Fe ₂ O _{3(к)}	-822,2	87,4	-740,3
Fe ₃ O _{4(к)}	-1117,1	146,2	-1014,2
2H _{2(г)}	0	130,5	0
HCl _(г)	-92,3	186,8	-95,2
HI _(г)	26,6	206,5	1,8
H ₂ O _(г)	-241,8	188,7	-228,6
H ₂ O _(ж)	-285,8	70,1	-237,3
H ₂ S _(г)	-21,0	205,7	-33,8
N _{2(г)}	0	191,5	0
NH _{3(г)}	-46,2	192,6	-16,7
N ₂ O _(г)	82,0	219,9	104,1
NO _(г)	90,3	210,6	86,6
NO _{2(г)}	33,5	240,2	51,5
O _{2(г)}	0	205,0	0
P ₂ O _{5(к)}	-1492,0	114,5	-1348,8
SO _{2(г)}	-296,9	248,1	-300,2
SO _{3(г)}	-395,8	256,7	-371,2
Ti _(к)	0	30,6	0
TiO _{2(к)}	-943,9	50,3	-888,6

Приложение Б

**Стандартные электродные потенциалы (E°)
некоторых металлов при 25 °С**

Ox/Red	Электродный процесс	E° , В
K^+/K	$K^+ + \bar{e} = K$	- 2,92
Ba^{2+}/Ba	$Ba^{2+} + 2\bar{e} = Ba$	- 2,90
Ca^{2+}/Ca	$Ca^{2+} + 2\bar{e} = Ca$	- 2,87
Na^+/Na	$Na^+ + \bar{e} = Na$	- 2,71
Mg^{2+}/Mg	$Mg^{2+} + 2\bar{e} = Mg$	- 2,37
Al^{3+}/Al	$Al^{3+} + 3\bar{e} = Al$	- 1,70
Ti^{2+}/Ti	$Ti^{2+} + 2\bar{e} = Ti$	- 1,60
Mn^{2+}/Mn	$Mn^{2+} + 2\bar{e} = Mn$	- 1,18
Cr^{2+}/Cr	$Cr^{2+} + 2\bar{e} = Cr$	- 0,913
Zn^{2+}/Zn	$Zn^{2+} + 2\bar{e} = Zn$	- 0,76
Cr^{3+}/Cr	$Cr^{3+} + 3\bar{e} = Cr$	- 0,74
Fe^{2+}/Fe	$Fe^{2+} + 2\bar{e} = Fe$	- 0,44
Cd^{2+}/Cd	$Cd^{2+} + 2\bar{e} = Cd$	- 0,403
Co^{2+}/Co	$Co^{2+} + 2\bar{e} = Co$	- 0,28
Ni^{2+}/Ni	$Ni^{2+} + 2\bar{e} = Ni$	- 0,25
Sn^{2+}/Sn	$Sn^{2+} + 2\bar{e} = Sn$	- 0,136
Pb^{2+}/Pb	$Pb^{2+} + 2\bar{e} = Pb$	- 0,127
Fe^{3+}/Fe	$Fe^{3+} + 3\bar{e} = Fe$	- 0,037
$2H^+/H_2$	$2H^+ + 2\bar{e} = H_2$	0,00
Cu^{2+}/Cu	$Cu^{2+} + 2\bar{e} = Cu$	+ 0,34
Ag^+/Ag	$Ag^+ + \bar{e} = Ag$	+ 0,80
Hg^{2+}/Hg	$Hg^{2+} + 2\bar{e} = Hg$	+ 0,85
Pt^{2+}/Pt	$Pt^{2+} + 2\bar{e} = Pt$	+ 1,20
Au^{3+}/Au	$Au^{3+} + 3\bar{e} = Au$	+ 1,50
Au^+/Au	$Au^+ + \bar{e} = Au$	+ 1,70

Литература

1. Грандберг, И.И. Органическая химия: учебник / И.И. Грандберг, Н.Л. Нам. — 8-е изд. — М.: Юрайт, 2016. — 608 с. - ISBN 978-5-9916-3944-6.
2. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 1: учебник / В. А. Каминский. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2019. — 287 с. — ISBN 978-5-534-02906-2. — URL: <https://urait.ru/bcode/437748>. — Режим доступа: по подписке ПримГСХА. — Текст: электронный.
3. Каминский, В. А. Органическая химия в 2 ч. Часть 2: учебник / В. А. Каминский. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2019. — 314 с. — ISBN 978-5-534-02911-6. — URL: <https://urait.ru/bcode/437949>. — Режим доступа: по подписке ПримГСХА. — Текст: электронный.
4. Физическая и коллоидная химия. В 2 ч. Часть 1. Физическая химия: учебник / В. Ю. Конюхов [и др.]; под ред. В. Ю. Конюхова, К. И. Попова. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 259 с. — ISBN 978-5-534-06719-4. — URL: <https://urait.ru/bcode/454193>. — Режим доступа: по подписке ПримГСХА. — Текст: электронный.
5. Физическая и коллоидная химия. В 2 ч. Часть 2. Коллоидная химия: учебник / В. Ю. Конюхов [и др.]; под ред. В. Ю. Конюхова, К. И. Попова. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2020. — 309 с. — ISBN 978-5-534-06720-0. — URL: <https://urait.ru/bcode/454487>. — Режим доступа: по подписке ПримГСХА. — Текст: электронный.

Содержание

Раздел 1. Органическая химия.....	3
1. Углеводороды.....	3
2. Кислородсодержащие органические соединения.....	8
2.1. Спирты и фенолы.....	8
2.2. Альдегиды и кетоны.....	9
2.3. Карбоновые кислоты.....	11
2.4. Липиды.....	14
2.5. Углеводы.....	16
3. Азотсодержащие органические соединения.....	26
3.1. Амины.....	26
3.2. Аминокислоты. Белки.....	28
3.3. Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты	33
Задания для самостоятельной работы.....	35
Раздел 2. Физколлоидная химия.....	47
1. Энергетика химических реакций.....	47
2. Электрохимия.....	51
3. Коллоидные системы.....	54
Приложение.....	57
Литература.....	59

Никулина Ольга Азгатовна

Органическая и физколлоидная химия

Методические указания
для самостоятельной работы обучающихся
очной и заочной формы обучения
по направлению подготовки
19.03.04 Технология продукции и организация общественного
питания

Электронное издание

ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная
академия»
692510, г. Уссурийск, пр. Блюхера, 44