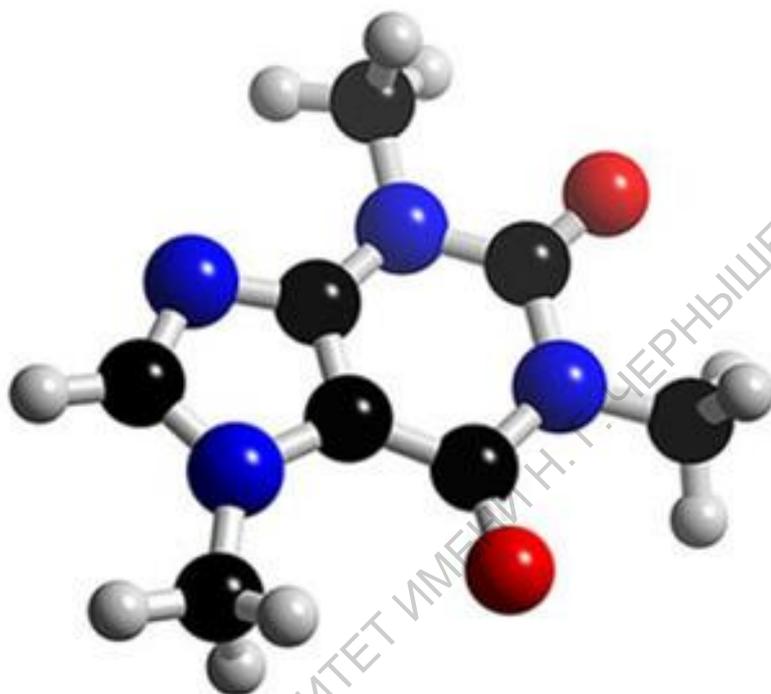


Мажукина О.А.



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Учебно-методическое пособие для студентов факультета НБиМТ

2015

Содержание

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ	3
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ	6
СВОЙСТВА ОТДЕЛЬНЫХ КЛАССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	9
1. Предельные углеводороды (алканы)	9
2. Этиленовые углеводороды (алкены)	11
3. Ацетиленовые углеводороды (алкины)	13
4. Ароматические углеводороды (арены)	14
5. Галогенпроизводные углеводородов	15
6. Гидроксипроизводные углеводородов	16
7. Альдегиды и кетоны	18
8. Карбоновые кислоты	21
9. Углеводы	23
10. Гетероциклы	27
Темы лабораторных занятий	31
РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ	32
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	54

I. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

I. Общие правила работы

1. Во время работы в лаборатории соблюдайте чистоту, тишину и порядок. Беспорядочность, поспешность или неряшливость часто приводят к повторению работы и даже к несчастным случаям с тяжелыми последствиями. Поэтому запрещается посторонним лицам посещать студентов, работающих в лаборатории, и отвлекать их.
2. Не разрешается работать в лаборатории в отсутствие лаборанта или преподавателя. Категорически запрещается работать одному.
3. Приступайте к каждой работе только с разрешения преподавателя и после полного усвоения всех её операций. Запрещается производить какие бы то ни было работы, не связанные непосредственно с выполнением задания.
4. Перед проведением каждой операции тщательно осмотрите аппаратуру и посуду, убедитесь в том, что установка или прибор собран правильно и что взятые химические вещества соответствуют указанным в работе.
5. В лаборатории следует работать в халатах из хлопчатобумажной ткани, застегивающихся спереди; такой халат в случае воспламенения можно легко с себя сбросить.
6. Рабочее место содержите в чистоте и порядке, не загромождайте его посудой, бумагой. Запрещается держать на лабораторных столах портфели, сумки и другие посторонние предметы.
7. Не пейте в лаборатории воду, не принимайте пищу, не курите.
8. Во время работы не следует касаться руками лица: многие органические вещества сильно раздражают кожу, а при попадании на слизистую оболочку глаз вызывают сильное жжение и последующее воспаление.
9. Нельзя нагревать закупоренными никакие сосуды или аппараты, кроме специально предназначенных для такого нагревания. При перегонках нельзя наглухо присоединять приемник – это может вызвать взрыв.
10. Во время нагревания жидкостей или твердых тел в пробирках (или колбах) не направляйте отверстие сосуда на себя или на соседей, не заглядывайте в пробирки, (колбы) сверху, так как в случае возможного выброса нагретого вещества может произойти несчастный случай.
11. Нагревание пробирок и других стеклянных сосудов следует производить очень осторожно и постепенно перед нагреванием на голом огне, песчаной бани пробирка или сосуд должна быть вытерты снаружи насухо.
12. Категорически запрещается пробовать какие-либо вещества на вкус. Определять запах соединения можно, осторожно направляя к себе его пары легким движением руки.
13. Не выливайте в раковины остатки кислот, щелочей, растворителей, смол, сильно пахнущих жидкостей. Сливайте указанные вещества в предназначенные для них специальные склянки, находящиеся в вытяжных шкафах.
14. Не бросайте в раковину бумагу, песок, вату, битое стекло и другие твердые вещества.

15. Слянки с веществами или растворами нельзя поднимать или переносить, держа за горлышко. Их берут, схватывая рукой сбоку. Большие слянки берут за горлышко, поддерживая другой рукой дно слянки.

16. Категорически запрещается оставлять действующую установку без присмотра.

17. При всех работах с металлическим натрием, концентрированным раствором аммиака, едкими щелочами, кислотами, взрывчатыми веществами надевайте на глаза защитные очки со стеклами «триплекс». Помните, что для роговицы глаз особенно опасны щелочь и аммиак.

18. При работе с металлическим натрием соблюдайте особую осторожность. Ни в коем случае не допускайте соприкосновения его с водой, так как может произойти сильный взрыв, пожар в несчастный случай. Нельзя брать натрий руками, а пинцетом или щипцами. Все работы с натрием следует проводить только надев защитные очки.

19. Диэтиловый эфир, ацетон, петролейный эфир и другие горячие и легко воспламеняющиеся жидкости нельзя нагревать на голом огне, на сетке, вблизи открытого огня. Эти вещества нагревают и отгоняют на электрической, водяной или воздушной бане со скрытыми нагревательными элементами.

II. Тушение местного пожара и горячей одежды

1. При возникновении пожара немедленно выключите газ к электроприборы, уберите все горючие вещества подальше от огня, засыпьте песком или покройте войлочным, шерстяным, или асбестовым одеялом очаг пожара. Большое пламя тушат с помощью углекислотных огнетушителей.

2. Если загорится одежда, пострадавшего следует облить водой или немедленно повалить на пол и накрыть войлочным или шерстяным одеялом, которое не снимают до тех пор, пока не погаснет пламя. Можно потушить пламя, перекатываясь по полу.

3. О сильном пожаре следует тотчас же сообщать дежурному пожарной охраны.

III. Первая помощь при ожогах, и других несчастных случаях

1. При термических ожогах немедленно сделайте длительную примочку обожженного места 0,5%-ным раствором перманганата калия или этиловым спиртом, затем нанесите на пораженный участок мазь от ожогов.

2. При ожогах кислотами пораженное место промойте 10-15 минут проточной водой, а затем 3%-ным раствором гидрокарбоната натрия. Если поражены глаза, то после длительной обработки водой промойте 2-3%-ным раствором гидрокарбоната натрия и направьте пострадавшего к врачу,

3. При ожогах едкими щелочами хорошо промойте обожженное место проточной водой, затем 1%-ным раствором уксусной кислоты. При попадании растворов щелочей в глаза их сразу же обильно промойте водой, а затем 0,5%-ным раствором борной кислоты; далее необходимо немедленно обратиться к врачу.

4. При ожогах кожи бромом быстро смойте его большим количеством спирта и смажьте пораженное место мазью от ожогов.

5. Если на кожу попадает разъедающее органическое вещество, то промывание водой в большинстве случаев бесполезно. Нужно проминать подходящим растворителем

(спиртом, эфиром). Применять растворитель надо по возможности быстро и в большом количестве. Органические растворители облегчают проникновение вредных веществ через кожу, а поэтому надо избегать образования на коже концентрированных растворов.

6. При раздражении дыхательных путей парами броню следует вдыхать пары этилового спирта, затем выйти на свежий воздух.

7. При порезах стеклом удалите из раны видимые осколки стекла, обработайте рану 3%-ным спиртовым раствором йода и наложите повязку. При сильном непрекращающемся кровотечении, особенно в случае повреждения артерии, рекомендуется наложить жгут выше раны, после чего пострадавшего следует направить к врачу.

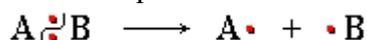
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. -- Общие сведения о механизмах органических реакций

Химическая реакция – это взаимное действие веществ друг на друга. Знание закономерностей механизмов реакций имеет большое практическое значение для органического синтеза.

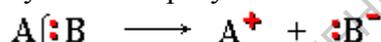
По способу разрыва старых и образования новых валентных связей реакции делятся на две большие группы гомолитические (радикальные) и гетеролитические (ионные):

При гомолитическом разрыве общая электронная пара распадается под действием светового, ядерного, рентгеновского излучения симметрично и каждый из атомов получает по одному электрону, в результате образуются свободные радикалы – нейтральные частицы с неспаренными электронами:



Реакции протекают по цепному механизму.

При гетеролитическом разрыве общая электронная пара остается у более электроотрицательного атома, в результате образуются катионы и анионы:



В зависимости от природы реагирующих частиц и продуктов реакции ионные процессы подразделяют на **электрофильные и нуклеофильные**.

Электрофильной называется реакция, в которой молекула органического вещества подвергается действию **электрофильного реагента**. Электрофильные ("любящие электроны") реагенты или **электрофилы** - это частицы (катионы или молекулы), имеющие свободную орбиталь на внешнем электронном уровне. Примеры электрофильных частиц: H^+ , CH_3^+ и другие карбокатионы, NO_2^+ , $ZnCl_2$, $AlCl_3$.

Электрофильное присоединение:

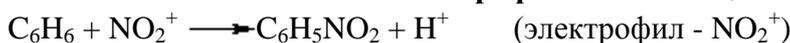


Стадии:



Механизм электрофильного присоединения обозначается символом **Ad_E** (по первым буквам английских терминов: Ad – addition [присоединение], E – electrophile [электрофил]).

Электрофильное замещение:

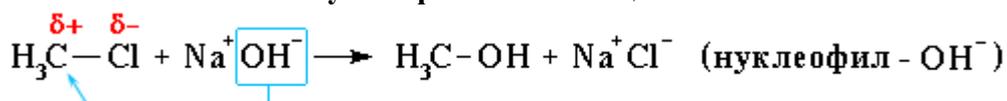


Катион NO_2^+ образуется в смеси конц. кислот HNO_3 и H_2SO_4 .

Обозначение механизма - **S_E** (S – substitution [замещение]).

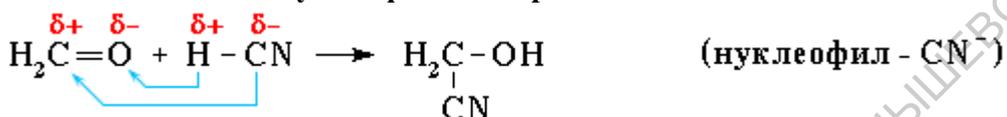
Нуклеофильной называется реакция, в которой молекула органического вещества подвергается действию **нуклеофильного реагента**. Нуклеофильные ("любящие ядро") реагенты, или **нуклеофилы** - это частицы (анионы или молекулы), имеющие неподеленную пару электронов на внешнем электронном уровне. Примеры нуклеофильных частиц: OH^- , Cl^- , Br^- , CN^- , H_2O , CH_3OH , NH_3 .

Нуклеофильное замещение:



Механизм нуклеофильного замещения обозначается символом S_N (по первым буквам английских терминов: S – substitution [замещение], N – nucleophile [нуклеофил]).

Нуклеофильное присоединение:



Обозначение механизма - Ad_N (Ad – addition [присоединение]).

2. Электронные эффекты заместителей

Электронные эффекты - смещение электронной плотности в молекуле, ионе или радикале под влиянием заместителей.

Заместителем считается любой атом (кроме водорода) или группа атомов, связанные с атомом углерода.

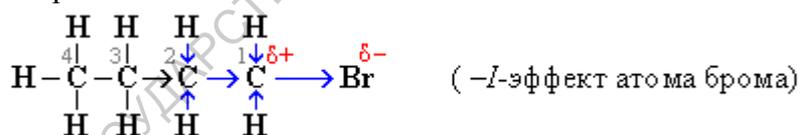
Различают индуктивный (I) и мезомерный (M) эффекты заместителей.

Индуктивный эффект — смещение электронной плотности по цепи σ -связей, которое обусловлено различиями в электроотрицательностях атомов.

Из-за слабой поляризуемости σ -связей I-эффект быстро затухает с удалением от заместителя и через 3-4 связи становится практически равным 0.

Индуктивный эффект называют отрицательным ($-I$), если заместитель уменьшает электронную плотность на атоме углерода, с которым связан этот заместитель. При этом заместитель приобретает частичный отрицательный заряд (δ^-), а атом углерода – частичный положительный заряд (δ^+).

Например:



Индуктивный эффект называется положительным ($+I$), если заместитель увеличивает электронную плотность на атоме углерода, индуцируя на нем частичный отрицательный заряд δ^- , сам при этом приобретая заряд δ^+ . Направление (знак) I-эффекта заместителя качественно оценивается путем сравнения со стандартом — атомом водорода, индуктивный эффект которого принят за 0.

• $-I$ -эффект проявляют заместители, которые содержат более электроотрицательные атомы, чем атом углерода:

-F, -Cl, -Br, -OH, -NH₂, -NO₂, >C=O, -COOH и др.

• $+I$ -эффект проявляют заместители, содержащие атомы с низкой электроотрицательностью:

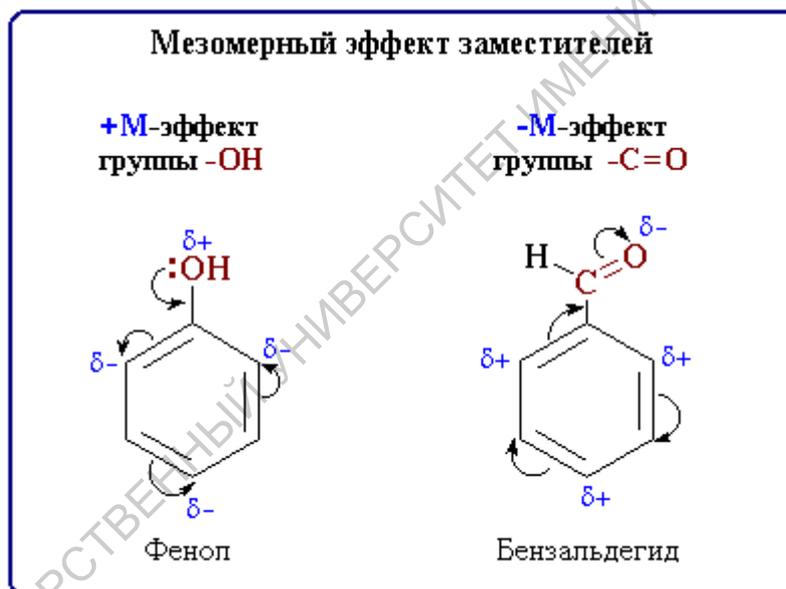
-Mg-, -Li; алифатические углеводородные радикалы (-CH₃, -C₂H₅) и т.п.

Этот эффект проявляют заместители, связанные с sp^2 - или sp -гибридизованным атомом. Благодаря подвижности π -электронов, М-эффект передается по цепи сопряжения без затухания.

+М-эффектом обладают заместители, повышающие электронную плотность в сопряженной системе. К ним относятся группы, которые содержат атомы с неподеленной парой электронов, способные к передаче этой пары электронов в общую систему сопряжения. +М-эффект характерен для групп -ОН и -NH₂.

-М-эффект проявляют заместители с электроотрицательными атомами и смещающие электронную плотность на себя. -М-эффект характерен для групп -СН=О, -СООН, -NO₂. Хотя эти группы имеют неподеленные электронные пары, пространственное расположение орбиталей с этими электронами не позволяет им вступать в систему сопряжения. Таким образом, в данном случае заместитель может лишь оттягивать электроны из общей системы сопряжения за счет своей более высокой электроотрицательности.

Направление смещения электронной плотности под влиянием М-эффекта обозначается изогнутыми стрелками.



3. Классификация органических соединений

Органические соединения отличаются своей многочисленностью и разнообразием. Поэтому необходима их систематизация. Органические соединения классифицируют, учитывая два основных структурных признака:

- строение углеродной цепи (углеродного скелета);
- наличие и строение функциональных групп.

Углеродный скелет (углеродная цепь) - последовательность химически связанных между собой атомов углерода.

Функциональная группа - атом или группа атомов, определяющие принадлежность соединения к определенному классу и ответственные за его химические свойства.

Классы органических соединений

Функциональная группа	Название группы	Классы соединений	Общая формула	Пример
-OH	Гидроксип	Спирты	R-OH	C_2H_5OH этиловый спирт
		Фенолы		 фенол
$>C=O$	Карбонил	Альдегиды	$\begin{matrix} R \\ \diagup \\ C=O \\ \diagdown \\ H \end{matrix}$	CH_3CHO уксусный альдегид
		Кетоны	$\begin{matrix} R \\ \diagup \\ C=O \\ \diagdown \\ R \end{matrix}$	CH_3COCH_3 ацетон
$\begin{matrix} O \\ \parallel \\ -C \\ \diagdown \\ OH \end{matrix}$	Карбоксип	Карбоновые кислоты	$R-C \begin{matrix} \parallel \\ O \\ \diagdown \\ OH \end{matrix}$	CH_3COOH уксусная кислота
-NO ₂	Нитрогруппа	Нитро-соединения	R-NO ₂	CH_3NO_2 нитрометан
-NH ₂	Аминогруппа	Амины	R-NH ₂	 анилин
-F, -Cl, -Br, -I (Hal)	Фтор, хлор, бром, иод (галоген)	Галогено-производные	R-Hal	CH_3Cl хлористый метил

СВОЙСТВА ОТДЕЛЬНЫХ КЛАССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

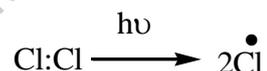
1. Предельные углеводороды (алканы)

Характерной особенностью алканов является то, что атомы углерода связаны друг с другом только σ -связями. Предельные углеводороды не вступают в реакции присоединения. Даже такие сильные окислители, как хромовая кислота и марганцовокислый калий, при комнатной температуре не взаимодействуют с предельными углеводородами. При высоких температурах предельные углеводороды сгорают в кислороде воздуха до оксида углерода и воды. Алканы -малополярные соединения, для них характерна Гомолитические реакции замещения: галогенирование, нитрование, сульфирование.

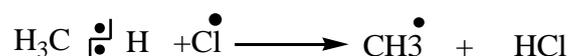
1.1. Галогенирование

Наибольшее промышленное значение имеет реакция хлорирования

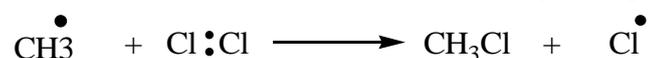
Реакцию проводят на свету. Молекулы хлора под действием света распадаются на радикалы:



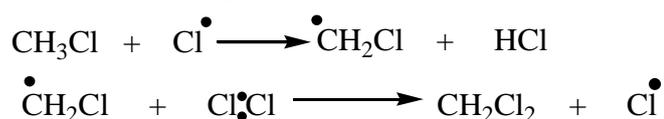
На следующей стадии атом хлора, атакует молекулу углеводорода, образуя молекулу хлористого водорода и углеводородный радикал:



Органический радикал, обладая высокой активностью, атакует молекулу хлора с образованием молекулы алкилгалогенида и регенерирует радикал хлора:



Процесс начинается снова. Кроме хлористого метила получают хлористый метилен, CH_2Cl_2 хлороформ CHCl_3 , четыреххлористый углерод CCl_4 :



Процессы такого типа называются цепными реакциями. Но существу достаточно, чтобы в реакции образовался один радикал хлора, далее реакция может протекать самопроизвольно, новые радикалы будут образовываться в процессе реакции. Большие заслуги в изучении цепных реакций принадлежат советскому академику Н.Н.Семенову.

Как было замечено еще В.В.Марковниковым (1875 г.), относительная реакционная способность связей С-Н при реакциях радикального замещения алканов увеличивается в ряду первичный < вторичный < третичный атомы углерода, что соответствует энергиям диссоциации связей С-Н, которые необходимо разорвать при гомолитических реакциях.

Энергия диссоциации связей С-Н в углеводородах

Углеводород	Образующиеся частицы	Энергия диссоциации в кДж/моль
CH_4	$\text{CH}_3^\bullet + \text{H}^\bullet$	435
CH_3CH_3	$\text{CH}_3\text{CH}_2^\bullet + \text{H}^\bullet$	410
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2$	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}^\bullet + \text{H}^\bullet$	393
$(\text{CH}_3)_3\text{CH}$	$(\text{CH}_3)_3\text{C}^\bullet + \text{H}^\bullet$	377

Состав реакционной смеси зависит не только от строения органической молекулы, но и от активности реагента. Чем более реакционноспособен радикал галогена, тем меньше его селективность. При галогенировании селективность увеличивается в ряду

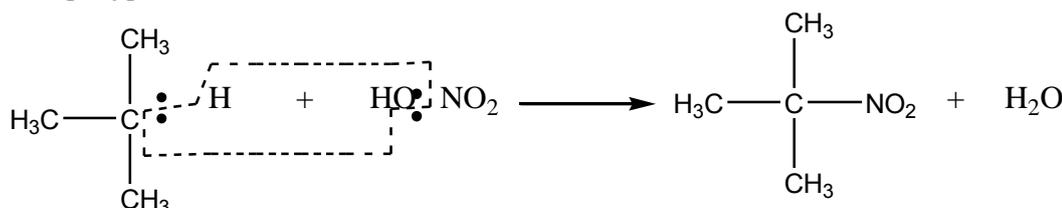


Атомы фтора очень активны, прямое фторирование алканов обычно принимает характер взрыва. Реакция настолько экзотермична, что выделяющаяся энергия достаточна для разрыва всех связей С-С и С-Н. Поэтому обычно образуются сложные смеси полифтор производных.

1.2 Нитрование

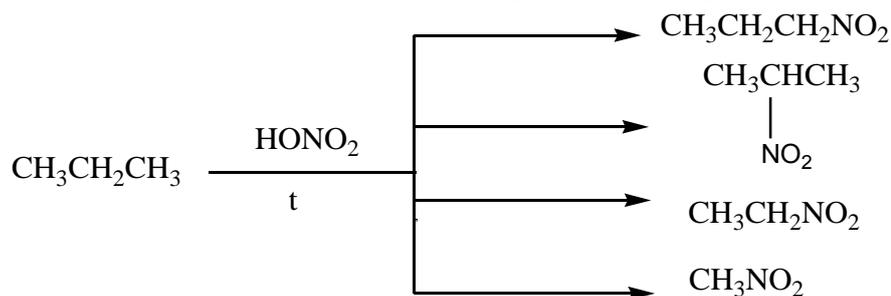
Азотная кислота при комнатной температуре не действует на предельные углеводороды, при нагревании является окислителем.

В 1889 г. русским ученым М.И. Коноваловым была открыта реакция нитрования углеводородов разветвленного строения разбавленной азотной кислотой под давлением при температуре 140°C :



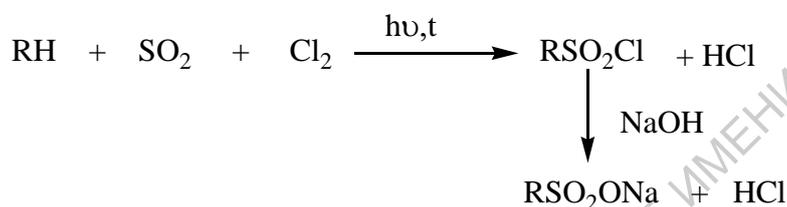
В промышленности нитрование алканов осуществляют с помощью азотной кислоты в газовой фазе при 400°C . При такой высокой температуре избирательность теряется,

наряду с разрывом связей C-H происходит разрыв связей C-C и образуется сложная смесь нитроалканов. Из пропана таким путем образуется четыре нитроалкана:

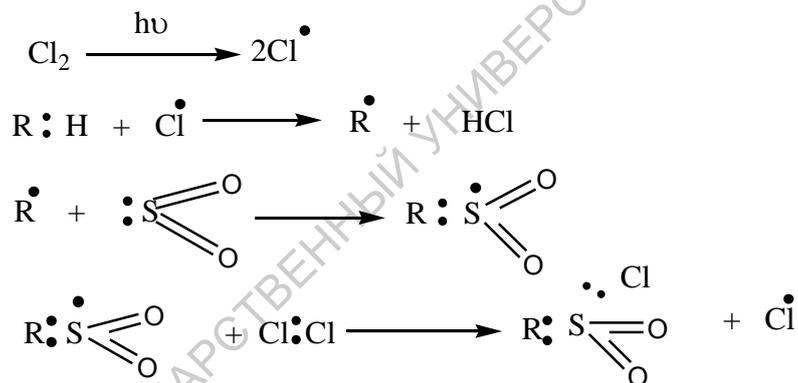


1.3 Сульфохлорирование

Реакция имеет большое значение в производстве синтетических средств. Сульфохлорирование алканов осуществляют смесью оксида серы (IV) и хлора при освещении ультрафиолетовым светом. Образующиеся сульфохлориды при омылении щелочами дают соли сульфокислот, применяемые в качестве моющих средств:

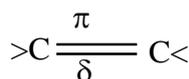


Сульфохлорирование является цепной реакцией:



2. Этиленовые углеводороды (алкены)

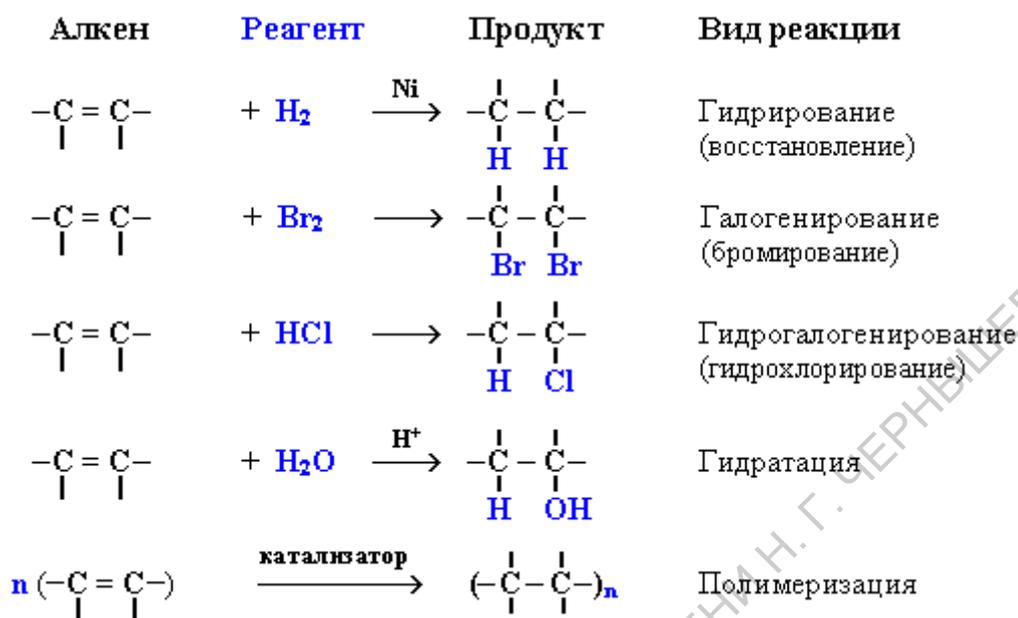
Характерной особенностью алкенов является то, что два атома углерода на связь друг с другом затрачивают по два электрона, образуя одну δ - и одну π -связь:



Химические свойства алкенов определяются прежде всего наличием π -связи. Вследствие высокой электронной поляризуемости и относительно низкой энергии образования π -связи эти соединения проявляют непредельный характер, то есть легко вступают в реакции присоединения с разрывом π -связи и образованием насыщенных соединений.

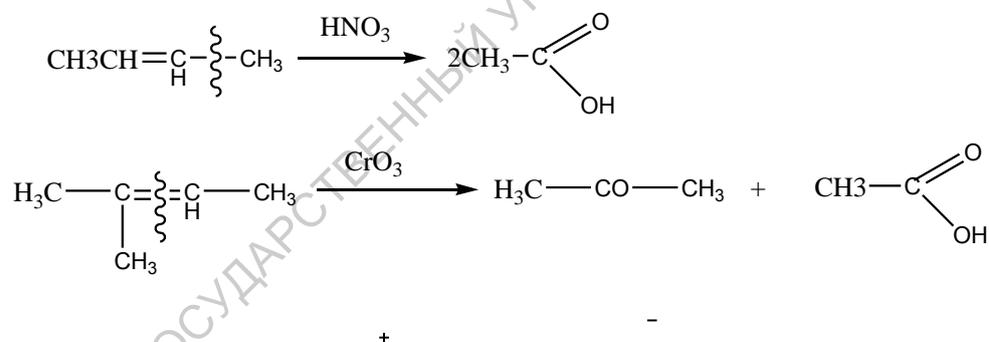
3.1 Электрофильное присоединение

Алкены по электрофильному механизму вступают в разнообразные реакции присоединения.

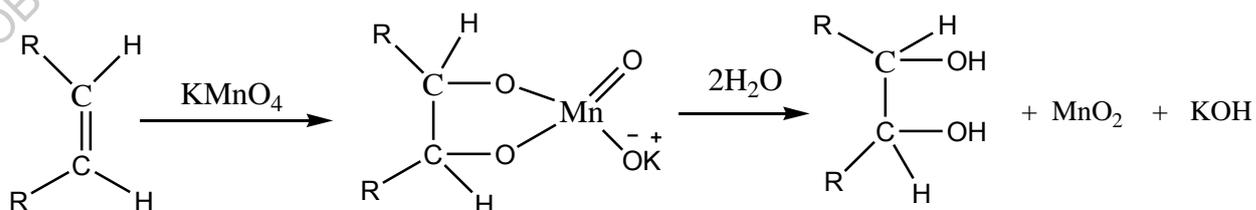


2.2 Окисление

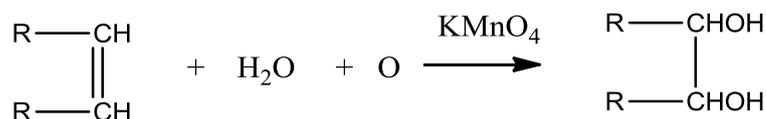
Направление окисления зависит от окислителя и условий реакции. Реакцию окисления часто используют для установления положения двойной связи. Такие окислители, как азотная, серная кислоты, хромовый ангидрид, разрывают двойные связи с образованием кислот и кетонов:



Окисление перманганатом калия в нейтральной или слабощелочной среде приводит к образованию гликолей (реакция Вагнера):



При этом наблюдается обесцвечивание раствора перманганатом калия и выпадение коричневого осадка MnO₂ (качественная реакция на наличие двойной связи). Формально эту реакцию можно записать так:



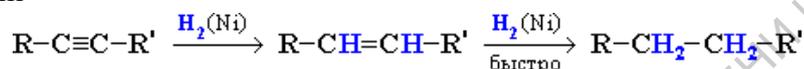
3. Ацетиленовые углеводороды (алкины)

Тройная связь по реакционной способности похожа на двойную связь, но не превосходит ее по активности. А_E-труднее, чем у C=C, т.к. sp ближе к ядру, S_E-кислотный H, А_N-менее активны.

Реакции присоединения, характерные для кратных связей, в случае тройной связи происходят в 2 ступени.

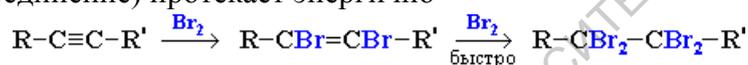
3.1. Присоединение водорода

С тройной связью H₂ в момент выделения не реагирует, но в присутствии активных катализаторов (Ni, Pt) сразу восстанавливает алкины в алканы. Реакция идет ступенчато, и ее можно остановить на стадии алкена (PbCO₃, железо Ренея), при этом получается цис-олефин



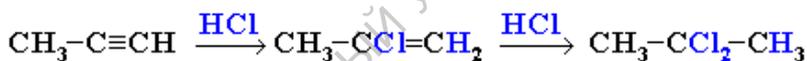
3.2. Присоединение галогенов

Реакция происходит в две легко разделимые стадии, из которых первая (транс-присоединение) протекает энергично

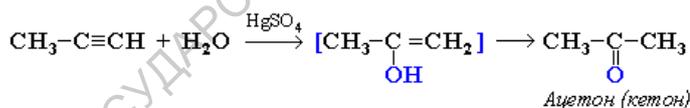


но галогидирование ацетиленовых протекает медленнее этиленовых.

3.3. Присоединение галогеноводородов и воды идет по правилу Марковникова:

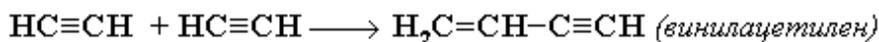


т.е. H присоединяется к наиболее гидрогенизированному атому углерода
стадии разделимы. Первая-промышленный способ получения хлористого винила, выпускаемого в больших количествах.

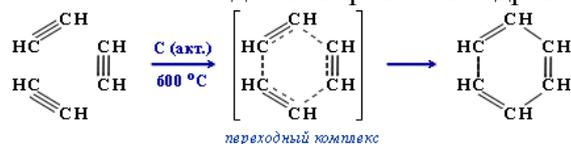


3.4. Реакции полимеризации

Линейная димеризация протекает при пропускании ацетилена в кислый раствор CuCl₂ в NH₄Cl



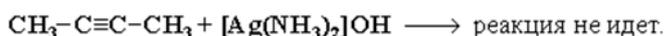
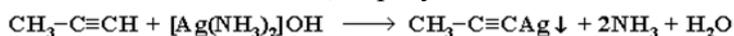
Тримеризация ацетилена-при длительном нагревании при t°≈600°C, ведет к получению бензола над активированным древесным углем в качестве катализатора.



Полимеризация ведет к получению высокомолекулярного продукта (Cu, t°=200-300°C)-купрена (C₂H₂)_x

3.5. Образование ацетиленидов

Алкины, у которых имеется при тройной связи водород $\equiv\text{C-H}$, способны замещать его на металл, образуя ацетилениды металлов:



Это свойство используется в анализе для установления концевой тройной связи. При пропускании ацетилена или его гомологов в аммиачный раствор оксида меди(I) или оксида серебра выпадают осадки ацетилинидов. В сухом состоянии ацетилиниды тяжелых металлов чувствительны к ударам и легко взрываются.

4. Ароматические углеводороды (арены)

4.1 Электрофильное замещение

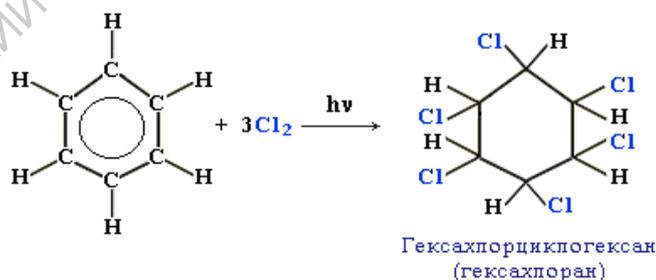
Бензол и еще легче его гомологи вступают в реакцию со многими электрофильными реагентами так, что один или несколько атомов водорода цикла замещаются на электрофильные группы атакующего реагента. Эти реакции имеют большое практическое значение и важны в синтетическом плане, т.к. позволяют получить практически любой тип ароматических соединений.



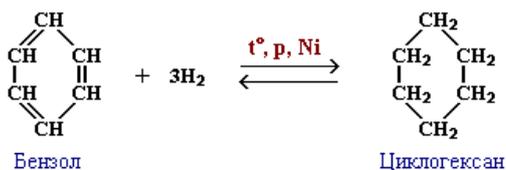
4.2 Реакции присоединения протекают в ряду ароматических углеводородов с большим трудом и в особых условиях, но все же возможны.

Присоединения галогена действием УФ- облучением (цепной, радикальный процесс)

Радикальное хлорирование на свету

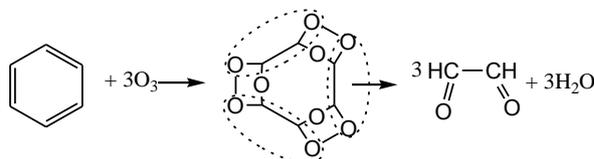


Присоединение водорода в присутствии катализатора Ni (150°C), Pt (50°C) 1900 г. Сабатье. Происходит переход ароматических соединений в ациклические. (При гидрировании кольцо адсорбируется на катализаторе, ароматическая система нарушается и становится возможным присоединение).

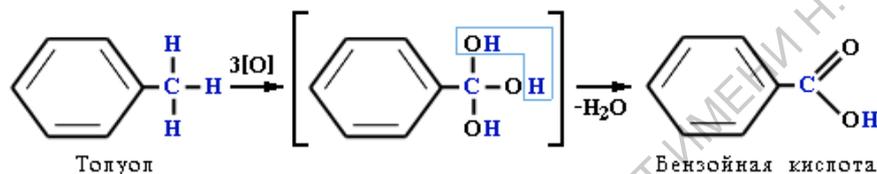


4.3 Реакции окисления

Сам бензол устойчив к окислителю. Однако вступит в реакцию озонирования по Гарриесу.

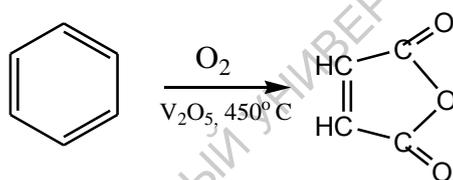


При действии окислителя гомологи бензола превращаются в ароматические кислоты при этом до COOH превращаются боковые цепи независимо от их сложности. Реакция имеет промышленное значение (бензойная кислота).



Толуол обесцвечивает раствор $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ при нагревании.

Сам бензол окисляется кислородом воздуха с V_2O_5 до малеинового ангидрида.

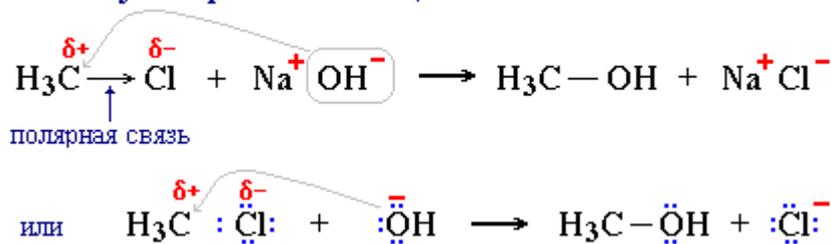


5. Галогенпроизводные углеводородов

Галогенопроизводные алканов (галогеналканы) имеют очень важное значение для синтеза многих соединений. Замена атомов водорода на галоген делает соединение химически активным, т.к. связь углерода с более электроотрицательным атомом галогена является полярной и довольно реакционноспособной в реакциях ионного типа. Полярность ковалентной связи, например C-Cl, приводит к смещению электронной плотности соседних связей в молекуле (индуктивный эффект).

Для галогенпроизводных характерно замещение галогена на другие группы атомов при действии воды, оснований и солей. Эти реакции протекают по механизму нуклеофильного замещения (S_N), т.к. положительно заряженный углеродный атом, связанный с галогеном, является центром атаки нуклеофильными частицами (OH^- , OR^- , CN^- , NH_2^- и др.).

Нуклеофильное замещение в галогеналканах



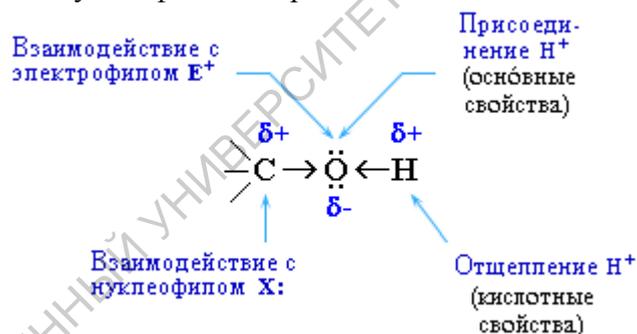
6. Гидроксипроизводные углеводородов

В химических реакциях гидроксисоединений возможно разрушение одной из двух связей:

- С–ОН с отщеплением ОН-группы
- О–Н с отщеплением водорода.

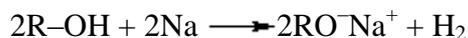
Это могут быть реакции **замещения**, в которых происходит замена ОН или Н, или реакция **отщепления** (элиминирования), когда образуется двойная связь.

Полярный характер связей С–О и О–Н способствует гетеролитическому их разрыву и протеканию реакций по **ионному** механизму. При разрыве связи О–Н с отщеплением протона (H⁺) проявляются кислотные свойства гидроксисоединения, а при разрыве связи С–О – свойства основания и нуклеофильного реагента.



6.1 Кислотные свойства

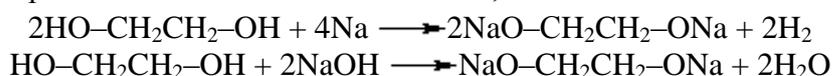
Одноатомные спирты реагируют с активными металлами (Na, K, Mg, Al и др), образуя соли - алкоголяты (алкоксиды):



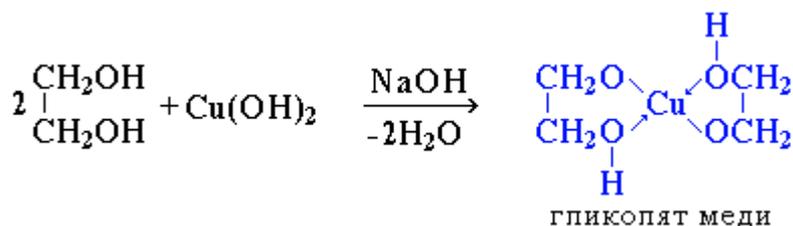
Кислотность одноатомных спиртов убывает в ряду:



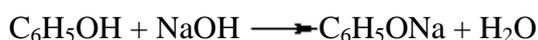
Многоатомные спирты с ОН-группами у соседних атомов углерода (этиленгликоль, глицерин и т.п.) вследствие взаимного влияния атомов (-I-эффект ОН-групп) являются более сильными кислотами, чем одноатомные спирты. Они образуют соли не только в реакциях с активными металлами, но и под действием их гидроксидов:



Такие спирты, в отличие от одноатомных, взаимодействуют с раствором гидроксида меди (II) в присутствии щелочи, образуя комплексные соединения, окрашивающие раствор в ярко-синий цвет (качественная реакция):

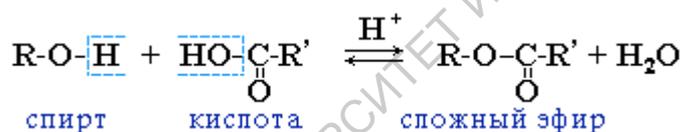


Фенолы являются более сильными кислотами, чем спирты и вода, т.к. за счет участия неподеленной электронной пары кислорода в сопряжении с π -электронной системой бензольного кольца полярность связи О–Н увеличивается. Фенолы реагируют не только с металлическим натрием, но и с гидроксидами щелочных и щелочноземельных металлов, образуя соли – феноляты:

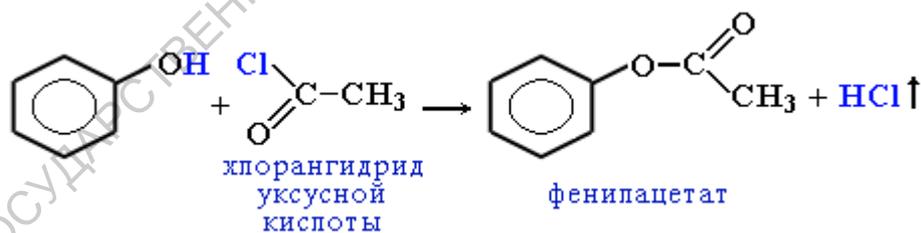


6.2 Образование сложных эфиров

Спирты вступают в реакции с минеральными и органическими кислотами, образуя сложные эфиры. Реакция обратима (обратный процесс – гидролиз сложных эфиров).

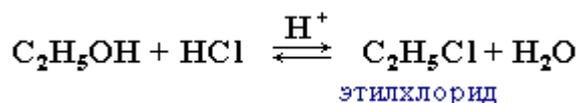


Фенолы не образуют сложные эфиры в реакциях с кислотами. Для этого используются более реакционноспособные производные кислот (ангидриды, хлорангидриды).



6.3 Реакции замещения ОН-группы

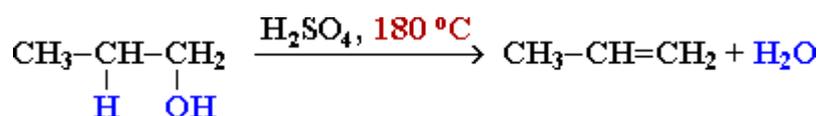
Замещение гидроксила ОН на галоген происходит в реакции спиртов с галогеноводородами в присутствии катализатора - сильной минеральной кислоты (например, конц. H_2SO_4). При этом спирты проявляют свойства слабых оснований.



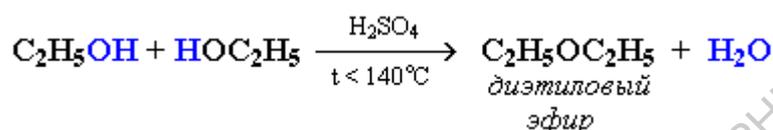
6.4 Реакции дегидратации спиртов

Отщепление воды от молекул спирта (дегидратация спиртов) в зависимости от условий происходит как **внутримолекулярная** или **межмолекулярная** реакция.

Внутримолекулярная дегидратация спиртов с образованием алкенов идет в присутствии концентрированной серной кислоты при повышенной температуре.



При межмолекулярной дегидратации спиртов также происходит нуклеофильное замещение: OH-группа в одной молекуле спирта замещается на группу OR другой молекулы.

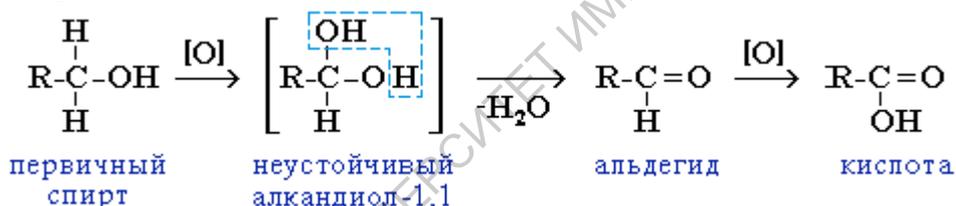


6.5 Окисление

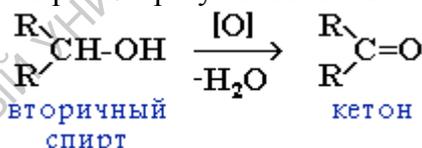
Окислители – KMnO₄, K₂Cr₂O₇+H₂SO₄, CuO, O₂+катализатор. Легкость окисления спиртов уменьшается в ряду:

первичные ≥ вторичные >> третичные.

Первичные спирты при окислении образуют альдегиды, которые затем легко окисляются до карбоновых кислот.

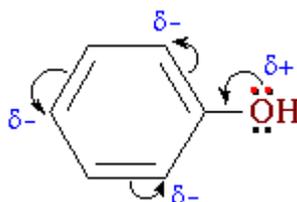


При окислении вторичных спиртов образуются кетоны.



6.6 Реакции фенола по бензольному кольцу

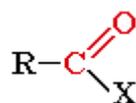
Взаимное влияние атомов в молекуле фенола проявляется не только в особенностях поведения гидроксигруппы (см. выше), но и в большей реакционной способности бензольного ядра. Гидроксильная группа повышает электронную плотность в бензольном кольце, особенно, в орто- и пара-положениях (+M-эффект OH-группы):



Поэтому фенол значительно активнее бензола вступает в реакции электрофильного замещения (S_E) в ароматическом кольце.

7. Альдегиды и кетоны

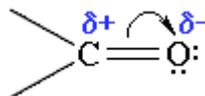
Альдегиды и кетоны содержат карбонильную группу:



альдегиды (X = H);
кетоны (X = R, R')

Химические свойства карбонильных соединений определяются высокой полярностью связи, Атом углерода карбонила может легко атакаться нуклеофильными реагентами. Образующийся в результате нуклеофильной атаки анион стабилизируется присоединяя катион.

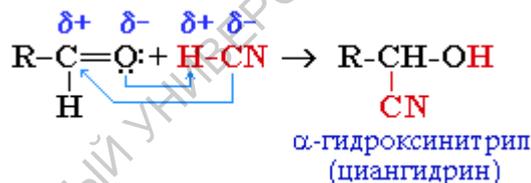
Скорость нуклеофильного присоединения тем выше, чем больше положительный заряд на атоме углерода в карбониле.



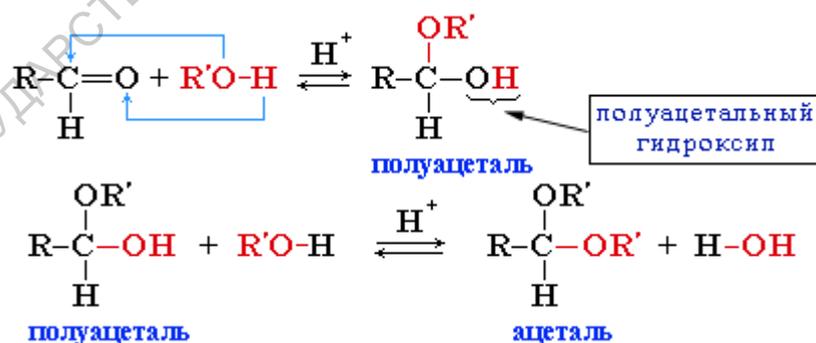
В результате действия индуктивных эффектов углеводородных радикалов и стерических препятствий реакционная способность карбонильных соединений падает в ряду

7.1 Реакции нуклеофильного присоединения

1. Карбонильные соединения присоединяют цианистый водород в присутствии следов щелочей, образуя оксинитрилы (циангидрилы) которые легко превращаются в альфа оксикислоты:



2. Альдегиды легко присоединяют спирты с образованием полуацеталей. В избытке спирта и в присутствии каталитических количеств сильных кислот получаются ацетали.

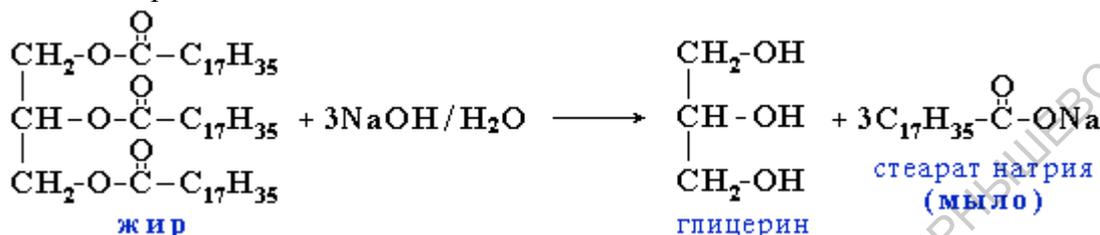


7.2 Реакции нуклеофильного замещения

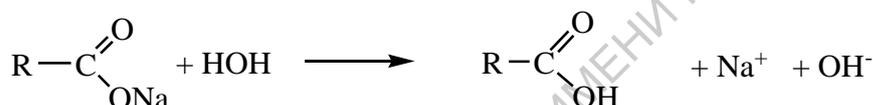
Кислород карбонильной группы способен замещаться при действии ряда нуклеофильных реагентов.

1. С аммиаком альдегиды образуют кристаллические альдегидаммиаки, которые легко теряют воду и тримеризуются в гетероциклические соединения

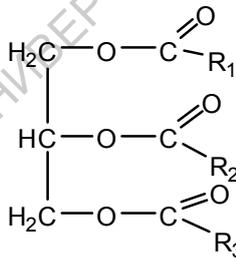
образованы кислотами предельного строения с количеством атомов углерода до C22. Обычно мыла – это смеси солей различных кислот – пальмитиновой C15H31COONa, стеариновой C17H35COONa. Натриевые мыла – твердые, калиевые – жидкие (используются в медицине). Кальциевые и магниевые соли ВКК в воде не растворяются. Образованием этих солей, выпадающих в осадок, объясняется почему утрачивает моющее действие в жесткой воде. Получают мыла «омылением» т.е. гидратацией жиров:



Моющее действие мыла – сложный физико-химический процесс. Во всяком случае, при растворении мыла имеет место их гидролиз, поэтому водный раствор мыл имеет щелочную реакцию



ЖИРЫ – это смесь сложных эфиров, образованных трехатомным спиртом глицерином и высшими жирными кислотами. Спирт в жирах один и тот же – глицерин, поэтому наблюдаемые между жирами различия обусловлены исключительно



кислотами. Общая формула жиров высших ЖКК.

Из кислот, входящих в состав жиров, главными является

Насыщенные:

- стеариновая (C17H35COOH)
- маргариновая (C16H33COOH)
- пальмитиновая (C15H31COOH)

Ненасыщенные:

- олеиновая (C17H33COOH, 1 двойная связь)
- линолевая (C17H31COOH, 2 двойные связи)
- линоленовая (C17H29COOH, 3 двойные связи)

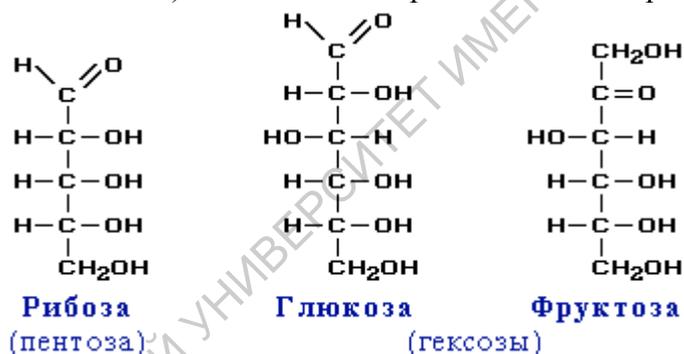
Твердые жиры богаты предельными кислотами, жидкие – непредельными. Возможно, что остатки кислот будут различны. Практически жиры получают как правило из природных источников. Однако большей частью природные жиры – жидкие. Для получения твердых жиров жидкие подвергают гидрогенизации в присутствии никеля или окиси никеля.

9. Углеводы

Среди многочисленных органических соединений, входящих в состав растительных и животных организмов, углеводы занимают одно из важнейших мест. Они являются структурными элементами тканей растений, откладываются в виде запаса в растениях и животных и используются при их росте и работе, входят в состав некоторых сложных белков и, наконец, представляют один из главных классов пищевых веществ. Кроме того, они имеют большое промышленное значение: используются для приготовления бумаги, хлопчатобумажных и льняных тканей, искусственного шелка, взрывчатых веществ (пироксилина, бездымного пороха), целлюлозы, фармацевтических препаратов. Вот не весь спектр широко распространенных углеводов в нашей жизни.

Углеводы (сахара) – органические соединения, имеющие сходное строение и свойства, состав большинства которых отражает формула $C_x(H_2O)_y$, где $x, y \geq 3$.

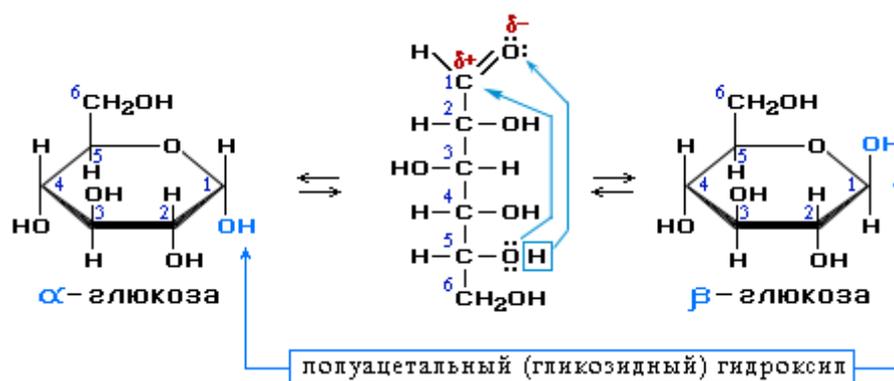
В природе наиболее распространены моносахариды, в молекулах которых содержится пять углеродных атомов (пентозы) или шесть (гексозы). Моносахариды – гетерофункциональные соединения, в состав их молекул входит одна карбонильная группа (альдегидная или кетонная) и несколько гидроксильных. Например:



Из этих формул следует, что моносахариды – это полигидроксиальдегиды (альдозы, альдегидоспирты) или полигидроксикетоны (кетозы, кетонспирты). Рибоза и глюкоза - альдозы (альдопентоза и альдогексоза), фруктоза - кетоза (кетогексоза).

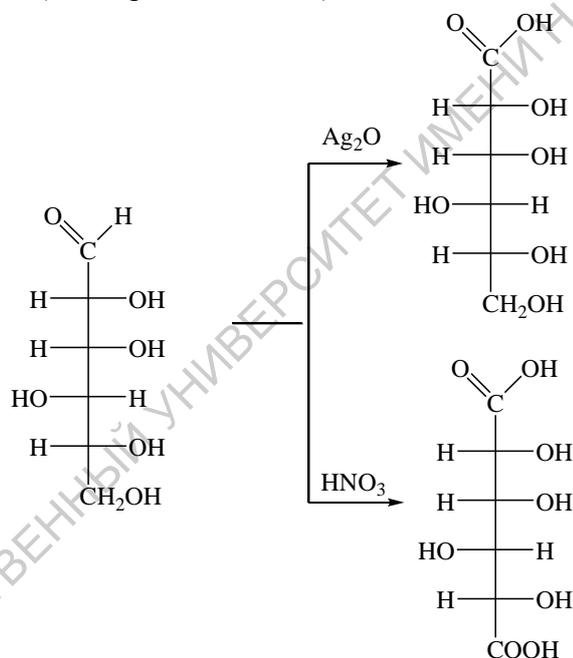
Тщательное изучение физико-химических свойств глюкозы показало, что глюкоза являясь альдегидоспиртом, все же не дает всех характерных реакций на альдегидную группу, во-первых, а во-вторых, растворы её являясь оптически активными (имеют ассиметричные атомы), при стоянии изменяют её до некоторой постоянной величины. Явление изменения оптической активности раствора после его приготовления получило название мутаротации.

Таким образом, в результате взаимодействия карбонильной группы с одной из гидроксильных моносахариды могут существовать в двух формах: открытой цепной (оксо-форме) и циклической (полуацетальной). В растворах моносахаридов эти формы находятся в равновесии друг с другом.

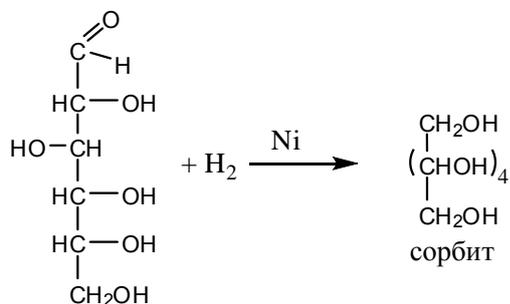


Химические свойства моносахаридов обусловлены наличием в молекуле функциональных групп трех видов (карбонила, спиртовых гидроксидов и полуацетального гидроксидов).

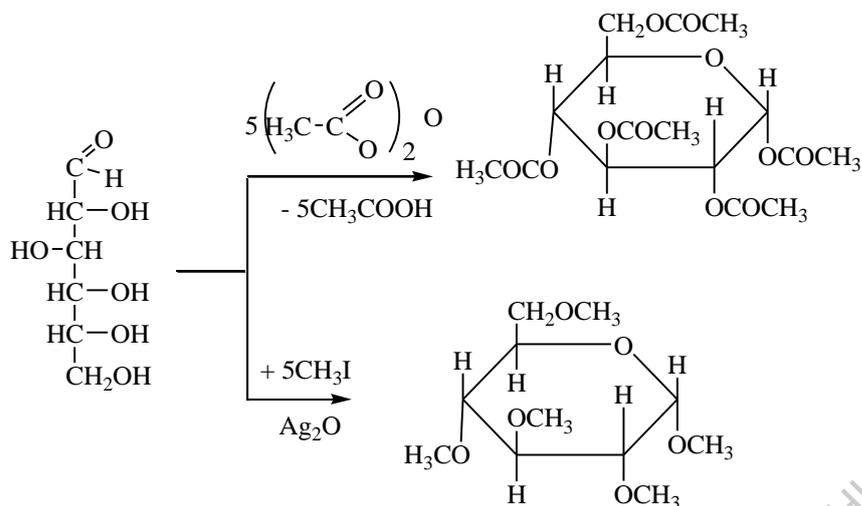
1. Легко окисляющиеся альдозы до альдоновых кислот (глюконовая кислота), восстанавливая оксид серебра. При окислении конц. азотной кислотой окисляется и OH, находящаяся в конце цепи (глюконовая кислота).



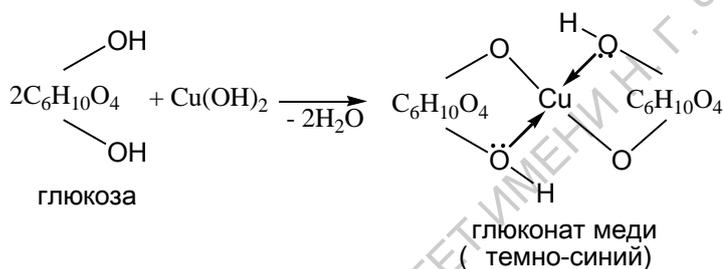
2. Восстанавливаются до многоатомных спиртов. Глюкоза дает спирт сорбит



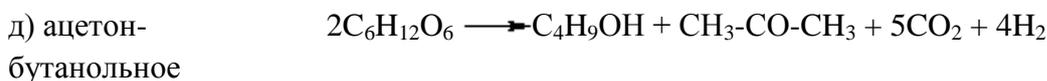
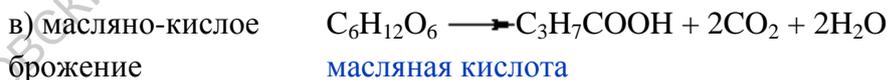
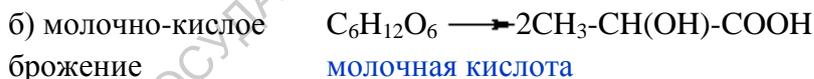
3. Образуют простые и сложные эфиры



4. Реакция с $\text{Cu}(\text{OH})_2$:



5. Важнейшим свойством моносахаридов является их *ферментативное брожение*, т.е. распад молекул на осколки под действием различных ферментов. Брожению подвергаются в основном гексозы в присутствии ферментов, выделяемых дрожжевыми грибами, бактериями или плесневыми грибами. В зависимости от природы действующего фермента различают реакции следующих видов:

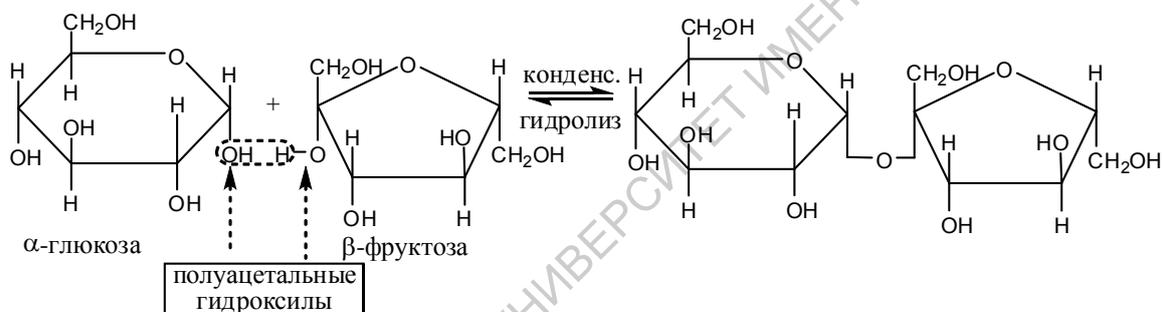


В живом организме в процессе метаболизма глюкоза окисляется с выделением большого количества энергии:



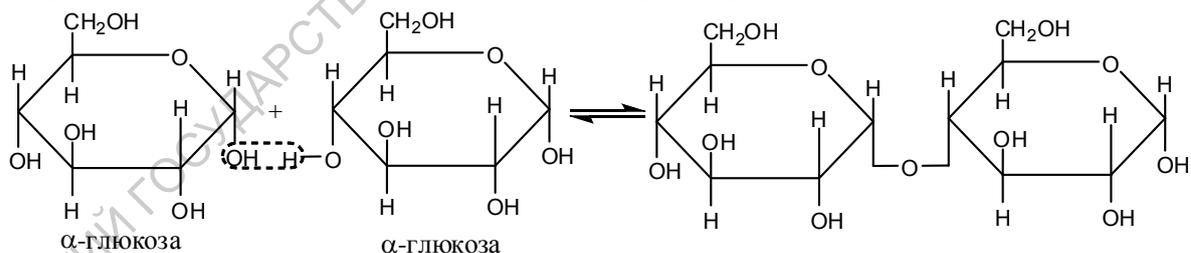
ПОЛИСАХАРИДЫ – они образуются из моносахаридов при конденсации их в процессе биосинтеза.

Простейшими из них является дисахариды (сахароподобные или олигосахариды) – углеводы, молекула которых в процессе гидролиза расщепляется на 2 молекулы моносахаров. Важнейшим из дисахаридов является **сахароза** (свекловичный или тростниковый сахар). Состоит из остатков глюкозы и фруктозы (на них расщепляется при действии ферментов). Поскольку сахароза не дает реакций характерных ни для альдегида (реакция серебряного зеркала), ни для кетонов (с фенилгидразином), следует считать, что она образовалась за счет гликозидных гидроксильных групп глюкозы и фруктозы - т.е. гликозид – гликозидная связь.



Сахароза относится к невосстанавливающим сахарам.

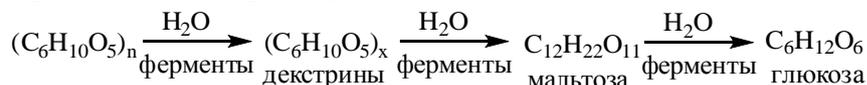
Восстанавливающие дисахариды образуются за счет выделения воды из полуацетального ОН одной молекулы моносахарида и одного из спиртовых гидроксильных групп второй. К ним относится **мальтоза**, дающая при гидролизе две молекулы α -D-глюкозы.



Высокомолекулярные несакхароподобные вещества – крахмал, клетчатка – это гекозы $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Крахмал – главное запасное вещество растений. Служит пищевым продуктом для человека и животных. Состоит из полисахаридов различных типов, т.е. по составу неоднороден. В него входят амилоза 15-25% и амилопектин 75-85%.

При гидролизе крахмала (под действием H^+ или ферментов) происходит расщепление гигантской молекулы на более мелкие полисахариды того же состава – декстрины, которые дальше гидролизуются до мальтозы и далее до D-глюкозы.



Название **целлюлоза** (клетчатка) произошло от названия растительных клеток, основной составной частью которых она является. Из целлюлозы почти в чистом виде состоят хлопок, лен, фильтровальная бумага. Цепочка целлюлозы имеет внешний вид нити спиралеобразно закрученной вокруг своей оси и удерживаемой в таком положении водородными связями гидроксильных остатков глюкозы. Отдельные нити соединены межмолекулярными водородными связями в пучки, имеющие характер волокон. Отсюда высокая механическая прочность целлюлозы.

10. Гетероциклы

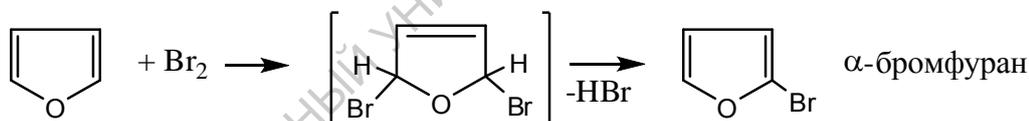
Гетероциклическими соединениями называют органические соединения, в состав колец (циклов) которых, кроме атомов углерода, входит один или несколько атомов других элементов, так называемых гетероатомов (гетерос греч. – иной, другой)

Наибольший интерес представляют пяти- и шестичленные гетероциклы, характеризующиеся большей устойчивостью и распространенностью. Наряду с ними широко представлены конденсированные гетероциклические соединения.

10.1 Пятичленные гетероциклы

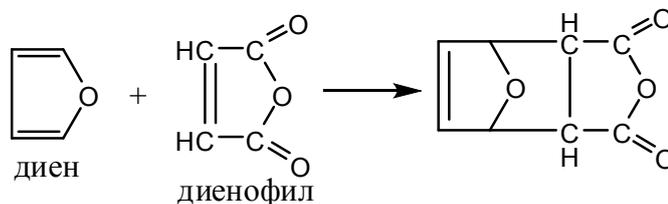
Фуран обладает свойствами промежуточными между свойствами ароматических соединений и диена. Так, при низких температурах имеет место замещение H на Br (аромат.), а при более высоких возможно присоединение (диен). Способность к реакциям присоединения для фурана более характерна, чем для других гетероциклов (диеновый синтез, реакция Дильса-Альдера), присоединение водорода, брома.

1) SE (электрофильное замещение)

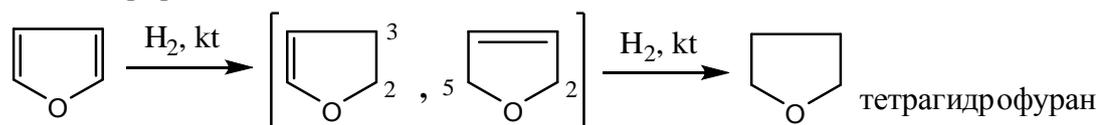


2) Реакции гетероциклов, как непредельных систем

а) Реакции диенового синтеза

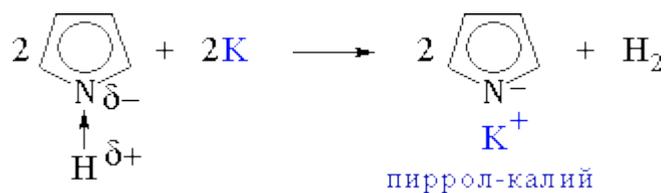


б) реакции гидрирования:

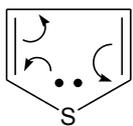


Пиррол в известной степени можно рассматривать как остаток аммиака во вторичных аминах. Он действительно обладает основными свойствами, хотя они выражены крайне слабо (n-электроны в сопряжении с π-электронами). Пиррол

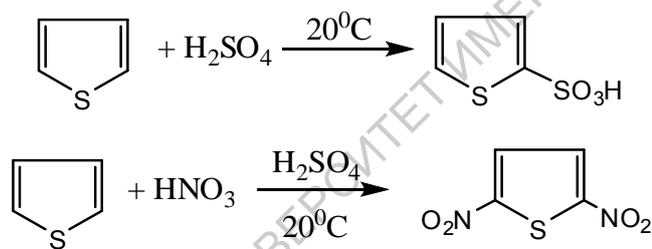
одновременно имеет слабо кислый характер, также как фенол, и способен давать металлические производные.



По сравнению с пирролом и фураном ароматические свойства в нем выражены более отчетливо; α -положение ядра имеют повышенную электронную плотность подобно фурану и пирролу.



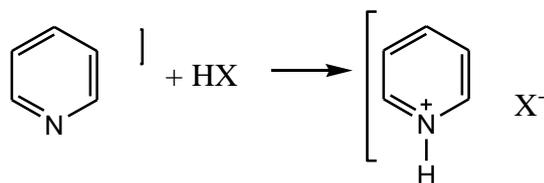
Для тиофена типичны реакции электрофильного замещения, которые протекают в 10^3 раз быстрее, чем в бензоле.



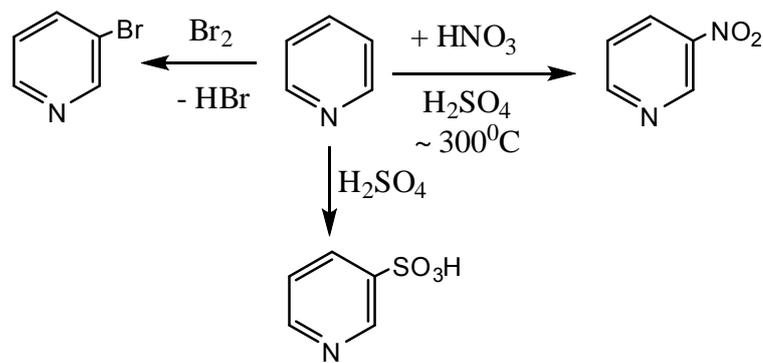
10.2 Шестичленные гетероциклы

Пиридин – обладает ярко выраженными ароматическими свойствами, содержится в каменноугольной смоле (~0,1%).

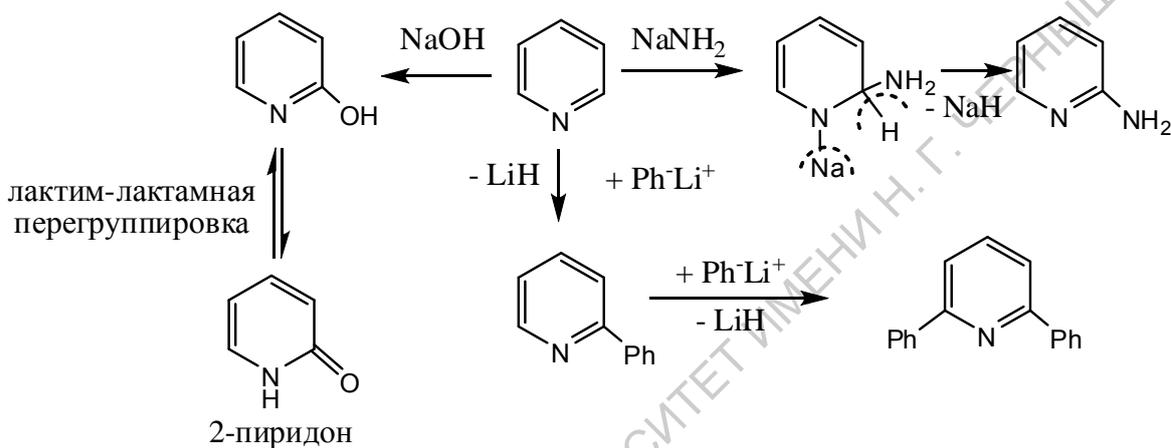
У азота имеется свободная пара электронов, следовательно он обладает основными свойствами, но они выражены слабо. Основность близка основности анилина, но меньше основности алифатических аминов. Со слабыми и более сильными кислотами образует соли:



Реакции электрофильного замещения протекают трудно, в жестких условиях, в β -положение (максимальный δ^-) и с плохим выходом.



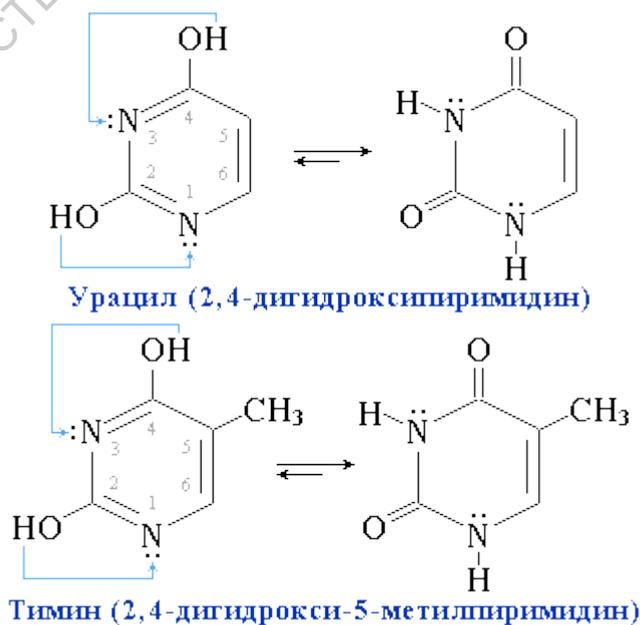
Напротив, нуклеофильные в α- и γ-положения протекают легко:

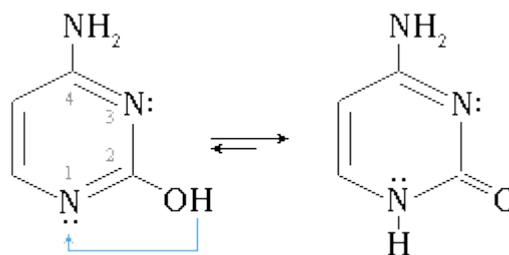


10.3 Пиримидиновые основания

Пиримидиновые основания – производные пиримидина, входящие в состав нуклеиновых кислот: *урацил, тимин, цитозин*.

Для оснований, содержащих группу –OH, характерно подвижное равновесие структурных изомеров, обусловленное переносом протона от кислорода к азоту и наоборот:

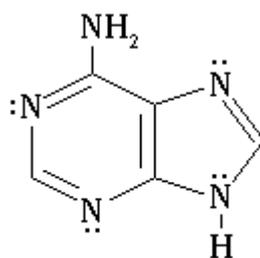




Цитозин (4-амино-2-гидроксиимидин)

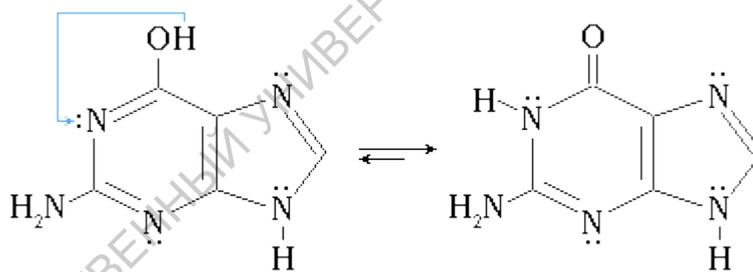
10.4 Пуриновые основания

Пуриновые основания — производные пурина, входящие в состав нуклеиновых кислот: *аденин, гуанин*.



Аденин (6-аминопурин)

Гуанин существует в виде двух структурных изомеров:



Гуанин (2-амино-6-гидроксипурин)

Образование нуклеозидов происходит, как и в случае пиримидиновых оснований, по связи N-H имидазольного цикла.

Темы лабораторных занятий

№ п/п	Название лабораторных работ	Максимальное количество баллов	Заработанное количество баллов
1.	1. Получение и свойства метана 2. ТСХ смеси веществ: о-,м-,п-нитроанилинов, азобензола; Расчет R_f	4	
2.	1. Получение и свойства ацетилен. 2. Реакции ароматических углеводов. А) Окисление толуола; Б) Сульфирование толуола	4	
3.	1. Качественная реакция на галоген (проба Бейльштейна) 2. Многоатомные спирты. Получение глицерата меди. 3. Фенолы. Реакция фенола с хлорным железом.	3	
4.	1. Получение и свойства альдегидов и кетонов. А) Получение альдегидов окислением спиртов оксидом меди (II). Конденсация полученного альдегида в щелочной среде. Б) Получение ацетона. Йодоформенная реакция.	3	
5.	1. Гидролиз жира (варка мыла). 2. Аминокислоты, белки. А) Биуретовая реакция. Б) Ксантопротеиновая реакция	3	
6.	1. Реакции углеводов. А) взаимодействие сахаров с гидроксидом меди в щелочном растворе. Б) Гидролиз сахарозы В) Качественная реакция на крахмал. 2. Гидролиз крахмала.	3	

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

по дисциплине

"Органическая химия"

Студента факультета НиБМТ _____ группы....

Фамилия Имя Отчество

Преподаватель:

Саратов – _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОПЫТ 1. *Получение и свойства метана*

Цель работы

Задание 1. Получение метана

Ход работы: В сухую пробирку с газоотводной трубкой на 2/3 ее объема помещают хорошо растертую в ступке смесь из 1 вес. части ацетата натрия и 2 частей натронной извести (NaOH и Ca(OH)_2 массовое соотношение 1:2). Пробирку закрепляют лапкой на штативе горизонтально и нагревают пламенем горелки сначала осторожно, затем сильнее. Из пробирки вытесняется воздух, затем начинается выделение метана.

Уравнение реакции: _____

Наблюдения: _____

Схема установки



Задание 2. Свойства метана

А) Действие бромной воды

Ход работы: Выделяющийся в ходе выполнения задания 1 метан через газоотводную трубку в течение 1 минуты пропускают в пробирку с бромной водой.

Уравнение реакции: _____

Наблюдения: _____

Б) Действие водное раствора перманганата калия

Ход работы: Выделяющийся в ходе выполнения задания 1 метан пропускают через разбавленный раствор перманганата калия.

Уравнение реакции: _____

Наблюдения: _____

В) Горение метана

Ход работы: Выделяющийся в ходе выполнения задания 1 метан осторожно поджигают у выхода из газоотводной трубки.

Уравнение реакции: _____

Наблюдения: _____

Вывод по опыту 1:

Теоретические задания:

- 1) Напишите уравнения реакций, характеризующие свойства предельных соединений на примере метана

- 2) Укажите области применения предельных углеводородов

ОПЫТ 2. Тонкослойная хроматография. Определение состава смесей (о-, м-, п-нитроанилинов и азобензола) по R_f чистых образцов

Цель работы

Ход работы: Перед выполнением работы следует получить у лаборанта или преподавателя смесь веществ (задачу), содержащую 2-3 компонента, и набор 4 чистых соединений-свидетелей, которые могут входить в исследуемую смесь: о-нитроанилин, м-нитроанилин, п-нитроанилин и азобензол. На матовое стекло размером 13×18 см, помещенное в специальный станок, насыпают слой оксида алюминия, просеивая его через капроновый чулок, сложенный в три слоя. Медленным перемещением металлического валика по стеклянной пластинке получают ровный слой адсорбента. Края пластинки (левый и правый) на 5-7 мм должны быть свободны от адсорбента. На расстоянии 1,5-2,0 см от нижнего края пластинки на стартовую линию наносят пробы стандартных растворов веществ и смеси веществ (0,1-0,5% растворы веществ в этиловом спирте). Точки нанесения должны находиться на одной прямой на расстоянии 1,5-2 см друг от друга. Каждый раствор наносят своим капилляром, лишь слегка при этом касаясь слоя адсорбента, чтобы избежать его нарушения. Для этого капилляр опускают в адсорбент перпендикулярно пластине. Площадь пятна должна быть минимальной. После нанесения проб веществ, ждут, когда растворитель испарится. Пластинку помещают в хроматографическую камеру, представляющую собой кристаллизатор, закрывающийся шлифованным стеклом. В камеру предварительно наливают ~20 мл смеси гексана, диизопропилового эфира и ацетона в соотношении 1:2:0,5. Пластинка устанавливается наклонно на специальной подставке так, чтобы край ее ниже стартовой линии находился в жидкости. Сверху кристаллизатор закрывают стеклом. Пластинку вынимают из кристаллизатора, когда фронт растворителя находится на расстоянии 1,0-1,5 см от верхнего края пластинки. Отмечают линию фронта растворителя. Пластинку оставляют на воздухе для высушивания. Полученные пятна обводят карандашом, отмечают линию фронта и следы нанесенных проб на стартовой линии. Затем снимают хроматограмму на пергаментную бумагу, предварительно удалив с пластинки адсорбент.

Рассчитывают значения R_f (фактор замедления) для стандартных растворов и опытного образца по формуле: $R_f = \frac{x}{y}$, где x – расстояние в мм, пройденное веществом, т.е. расстояние от линии нанесения (линия старта) до центра пятна. y – расстояние в мм, пройденное растворителем от линии старта до линии **фронта** растворителя. Путем сравнения R_f определяют, какие вещества входят в исследуемую смесь.

Схема установки



Расчеты:

--

Результаты тонкослойной хроматографии

Название вещества	Цвет пятна	Значение Rf
О- нитроанилин		
М- нитроанилин		
П-нитроанилин		
Азобензол		
Неизвестный образец (задача)		

Вывод по опыту 2:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ОПЫТ 1. *Получение и свойства ацетилена*

Цель работы

Задание 1. Получение ацетилена

Ход работы: В пробирку с отверстием на дне на небольшой слой ваты помещают 3-4 кусочка карбида кальция. Пробирку закрывают пробкой со вставленной в нее газоотводной трубкой, закрепляют вертикально в штативе и подводят стакан с водой. Через отверстие в дне вода поступает в пробирку и взаимодействует с карбидом кальция. Образующийся при этом ацетилен выделяется через газоотводную трубку. Его выделение прекращается, если вынуть пробирку из стакана с водой.

Уравнение реакции: _____

Наблюдения: _____

Схема установки



Задание 2. Свойства ацетилена

А) Действие бромной воды

Ход работы: Выделяющийся в ходе выполнения задания 1 ацетилен через газоотводную трубку в течение 1 минуты пропускают в пробирку с бромной водой.

Уравнение реакции:



Наблюдения: _____

Б) Действие водное раствора перманганата калия

Ход работы: В пробирку наливают 2 мл 2%-ного раствора перманганата калия, добавляют 1 мл 10%-ного раствора соды и пропускают ацетилен, выделяющийся в ходе выполнения задания 1.

Уравнение реакции:

Наблюдения: _____

В) Горение ацетилена

Ход работы: Выделяющийся в ходе выполнения задания 1 ацетилен осторожно поджигают у выхода из газоотводной трубки.

Уравнение реакции: _____

Наблюдения: _____

Вывод по опыту 1:

Теоретические задания:

- 1) Чем отличаются по строению и свойствам предельные и непредельные углеводороды?

- 2) Какие типы реакций характерны для алкинов. Продемонстрируйте на примере пропина.

ОПЫТ 2. Свойства ароматических соединений

Цель работы

Задание 1. Окисление толуола

Ход работы:

В пробирку помещают 1 мл 0,5%-ного раствора перманганата калия, 1 мл серной кислоты (1:5) и добавляют 1 мл толуола. Полученную смесь взбалтывают и нагревают.

Уравнение реакции:

Наблюдения:

Задание 2. Сульфирование толуола (Работу выполняют в очках!)

Ход работы:

В пробирку с 1 мл толуола прибавляют 3 мл концентрированной серной кислоты и нагревают при частом встряхивании на кипящей водяной бане. Толуол быстро растворяется в серной кислоте. После охлаждения содержимое пробирки выливают в насыщенный раствор поваренной соли.

Уравнение реакции:

Наблюдения: _____

Вывод по опыту 2:

Теоретические задания:

1) Какие углеводороды называются ароматическими и почему?

2) . Почему ароматические соединения по химическим свойствам отличаются как от непредельных, так и от предельных углеводородов? Составьте соответствующие уравнения реакций.

3) Какое применение имеют бензол и другие ароматические углеводороды?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОПЫТ 1. Качественная реакция на галоген (проба Бейльштейна)

Цель работы

Ход работы: Медную проволоку диаметром 1-2 мм с маленькой петлей на конце прокаливают в окислительном пламени горелки до исчезновения окрашивания пламени. Проволока покрывается _____ налетом оксида меди (II). Проволоку остужают, затем петлю помещают в склянку с исследуемым веществом и снова вносят в наиболее горячую часть пламени горелки. В присутствии галогенов пламя окрашивается в _____ цвет, за счет образования летучих галогенидов меди при высоких температурах. Данная проба чрезвычайно чувствительна.

Вывод по опыту 1:

Теоретические задания:

- 1) Сравните прочность и полярность связей $C-F$, $C-Cl$, $C-Br$, $C-I$ в галогеналканах. Как изменяется в этом ряду способность связей к гетеролитическому разрыву?

- 2) Какие алкены преимущественно образуются при дегидрогалогенировании следующих соединений (**КОН, спирт, t**): а) 2-бромпентан; б) 1-бромпентан; в) 3-хлор-2-метилпентан. Сформулируйте правило Зайцева.

ОПЫТ 2. Получение глицерата меди.

Цель работы

Ход работы: В пробирку наливают 0.5 мл 3% раствора сульфата меди(II) и добавляют 1 мл 10%го раствора гидроксида натрия. Выпадает _____ осадок гидроксида меди(II) Затем в пробирку приливают 1-2 капли трехатомного спирта глицерина и взбалтывают. При этом наблюдается

_____, что обусловлено взаимодействием глицерина с гидроксидом меди с образованием глицерата меди, хорошо растворимого в воде.

Уравнение реакции

Вывод по опыту 2:

Теоретические задания:

Осуществите реакции пропанола-1 со следующими веществами: 1) уксусным ангидридом; 2) пятихлористым фосфором; 3) натрием

ОПЫТ 3. *Реакция фенола с хлоридом железа (III).*

Цель работы

Ход работы: В пробирку наливают 2-3 мл 1%-го раствора фенола и добавляют несколько капель 3%-го раствора хлорида железа(III) Наблюдается появление характерного _____ окрашивания вследствие образования сильно диссоциированного комплексного фенолята железа(III)

Уравнение реакции:

Вывод по опыту 3:

Теоретические задания:

Сравните отношение фенолов и спиртов к щелочам? В чем отличие? Почему? Напишите уравнения реакций.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ОПЫТ 1. *Получение и свойства альдегидов и кетонов*

Цель работы

Задание 1. Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта оксидом меди (II).

Ход работы: В сухую пробирку помещают 3-4 мл этилового спирта. Медную проволоку, свернутую в спираль свободно входящую в пробирку, накаливают в окислительном пламени горелки. При этом на поверхности медной проволоки образуется тонкая пленка _____ . Затем быстро опускают горячую медную спираль в пробирку со спиртом и закрывают не очень плотно корковой пробкой. Спирт бурно вскипает, происходит восстановление _____ до _____ ,

спирт при этом окисляется до уксусного альдегида. Операцию с медной спиралью можно повторить 3-4 раза.

Уравнение реакции

Схема установки

Задание 2. Конденсация уксусного альдегида в щелочной среде

Ход работы: К 1-2 мл раствора уксусного альдегида, полученного в предыдущем опыте добавляют 0,5 – 1 мл 30%-ного раствора гидроксида натрия и медленно нагревают до начала кипения.

Жидкость постепенно приобретает резкий запах _____

_____, на дне пробирки выделяется полужидкая

«альдегидная смола».

Уравнение реакции:

Задание 3. Получение ацетона

Ход работы: В пробирку помещают 4-5 г сухого измельченного в порошок уксуснокислого кальция и присоединяют газоотводную трубку. Укрепляют пробирку в штативе почти горизонтально так, чтобы дно пробирки было несколько выше, чем ее отверстие. Газоотводную трубку погружают почти до дна в пробирку приемник с 2 мл холодной воды, помещенную в стаканчик с водой. Пробирку с уксуснокислым кальцием нагревают пламенем горелки сначала осторожно, затем сильнее, соль при этом начинает _____

_____. Летучие

продукты разложения соли переходят в приемник. Отгон имеет _____ запах.

Уравнение реакции

Схема установки

Задание 4. Йодоформенная реакция с полученным ацетоном

Ход работы: К части полученного в предыдущем опыте раствора ацетона в воде приливают раствор йода в KI и по каплям 10%-ный раствор гидроксида натрия до исчезновения окрашивания йода. При подогривании наблюдается _____

_____ йодоформа.

Уравнение реакции

Вывод:

Теоретические задания:

- 1) Какие качественные реакции на карбонильные соединения Вам известны? Приведите примеры.

- 2) Дайте определение понятию «конденсация». В синтезе каких продуктов практического использования ее применяют.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ОПЫТ 1. Качественные реакции на аминокислоты и белки.

Цель работы

Задание 1. Ксантопротеиновая реакция (Мульдера)

Ход работы: К 1 мл 3%-ного раствора яичного белка добавляют 0,5 мл концентрированной азотной кислоты и осторожно нагревают. Появляется осадок _____ цвета. После охлаждения в пробирку осторожно добавляют 5 капель 30%-ного раствора гидроксида натрия. Наблюдают _____.

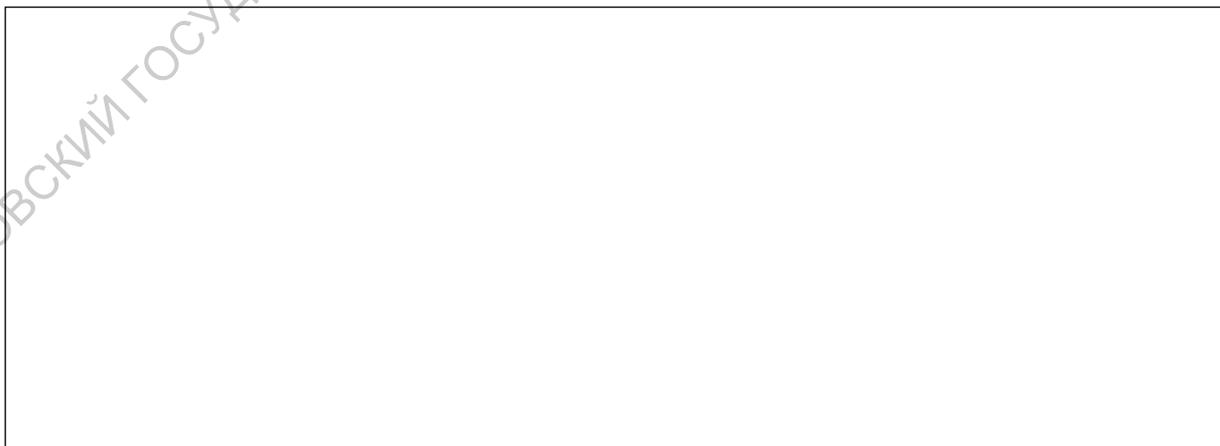
Уравнение реакции



Задание 2. Биуретовая реакция (Пиотровского)

Ход работы: К 1 мл 3%-ного водного раствора яичного белка добавляют равный объем 10%-ного раствора гидроксида натрия, 1-2 капли 2%-ного раствора сульфата меди и перемешивают. Содержимое пробирки окрашивается в _____ цвет.

Уравнение реакции:



Вывод по опыту 1:

Теоретические задания:

3) Почему аминокислоты амфотерные соединения. Докажите уравнениями реакций.

4) Охарактеризуйте три структуры белка.

ОПЫТ 2. Омыление жира (варка мыла)

Цель работы

Ход работы: В фарфоровой чашке взвешивают 6,3 г жира, нагревают слегка на песчаной бане и небольшими порциями при помешивании прибавляют раствор щелочи, приготовленный из 1,3 г NaOH и 7,5 мл воды. Затем нагревание несколько увеличивают и продолжают все время помешивать, не допуская подгорания жира. По мере выкипания добавляют воду до первоначального объема (примерно до 15 мл).

Готовность мыла можно проверить следующим образом: взять палочкой капелючку реакционной смеси и, поместив на стекло, охладить; если получится твердый кусочек, значит, мыло готово.

Если гидролиз полностью не прошел, добавляют еще воды и продолжают нагревать. Готовое мыло охлаждают на воздухе.

Уравнение реакции

Схема установки

Вывод по опыту 2:

Теоретические задания:

- 3) Какие жирные кислоты называют незаменимыми? Перечислите незаменимые ненасыщенные жирные кислоты, приведите их формулы.

- 4) Чем отличаются растительные жиры от животных?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ОПЫТ 1. Углеводы. Реакции углеводов. Гидролиз крахмала.

Цель работы

Задание 1. Взаимодействие сахаров с гидроксидом меди (II) в щелочном растворе

Ход работы: В три пробирки наливают по 2-3 мл водных 1%-ных растворов глюкозы, сахарозы, крахмала. В каждую пробирку прибавляют по 1 мл 10%-го раствора гидроксида натрия и по 2-3 капли 5%-го раствора медного купороса. В пробирках с глюкозой и сахарозой образовавшийся первоначально осадок гидроксида меди (II) при встряхивании растворяется. При этом жидкость окрашивается в _____ цвет вследствие образования комплексных алкоголятов меди (сахаратов).

Осторожно нагревая в пламени горелки верхнюю часть жидкости до кипения, наблюдают за окраской смеси.

Наблюдения: _____

Уравнение реакции

Задание 2. Гидролиз (инверсия) сахарозы

Ход работы: Наливают в две пробирки по 4-5 мл 2%-го водного раствора сахарозы; в одну из пробирок добавляют 2-3 капли разбавленной (1:5) серной кислоты. Обе пробирки нагревают одновременно на кипящей водяной бане 10-15 минут, затем охлаждают и проводят с содержимым каждой пробирки в отдельности реакцию с сульфатом меди (II) в присутствии гидроксида натрия. Отмечают появление восстановительных свойств для раствора сахарозы, нагревавшегося с кислотой.

Уравнение реакции: _____

Наблюдения: _____

Задание 3. Качественная реакция на крахмал

Ход работы: К 1-2 мл 2%-го крахмального клейстера добавляют 1 каплю раствора йода (в йодиде калия), появляется _____ окрашивание. При нагревании _____ окрашивание исчезает, но при охлаждении _____.

Задание 4. Гидролиз крахмала

Ход работы: В коническую колбу или стакан помещают 25 мл крахмального клейстера (2%-ый раствор) и добавляют 10 мл 10%-ой серной кислоты. Раствор кипятят на песчаной бане 5-10 минут, при этом через каждые 2 минуты отливают в отдельную пробирку 1-2 мл горячей жидкости, быстро охлаждают пробу в воде и прибавляют 1 каплю раствора йода – появляется окраска. В последовательно отобранных пробах наблюдается постепенное изменение окраски при реакции с йодом за счет образующихся декстринов по мере убывания величины их молекул: сине-фиолетовая, красно-оранжевая, оранжевая, желтая.

После того как окраска пробы при действии йода совершенно перестанет изменяться, смесь кипятят 5-6 минут, затем охлаждают ее и нейтрализуют раствором гидроксида натрия (по красной лакмусовой бумажке).

2-3 мл полученного раствора наливают в пробирку, добавляют фелингову жидкость (смесь равных количеств фелинга I и фелинга II) и нагревают. Появляется осадок оксида меди (I) _____ цвета – продукт восстановления фелингова раствора глюкозой, образовавшейся в результате гидролиза крахмала.

Уравнение реакции:

Наблюдения: _____

Вывод по опыту 1:

Теоретические задания:

- 1) При помощи, какой химической реакции можно отличить глюкозу от сахарозы? Почему?

- 2) Напишите уравнения реакций с помощью которых можно осуществить следующие превращения: а) углекислый газ \rightarrow глюкоза \rightarrow сорбит; б) глюкоза \rightarrow глюконовая кислота \rightarrow глюконат натрия .



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г.И. Дерябина, Г.В. Кантария. Интерактивный мультимедиа учебник «Органическая химия». Самарский государственный университет. Химический факультет. 1998-2015 <http://chemistry.ssu.samara.ru>.
2. Григорьева Э.А. Органическая химия учебно-методическое пособие для студентов факультета Нано- и биомедицинских технологий. Изд-во «Научная книга», 2009.
3. Астахова Л.Н., Норицина М.В. Руководство к практическим занятиям по органической химии. Пособие для студентов биофака. Изд-во СГУ, 1983.