

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Органическая химия»
для студентов направления подготовки
19.03.03 Продукты питания животного происхождения
направленность (профиль) «Биоинженерия и технологии»

Ставрополь, 2026

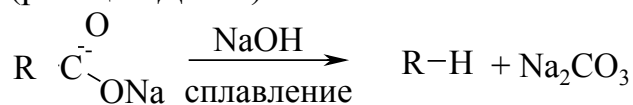
ГЛАВА I. Углеводороды

Методы получения углеводородов и их реакционная способность

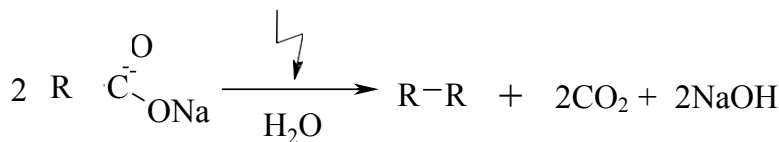
Классификация:	Предельные	Непредельные		
		Алкены	Алкины	Алкадиены
Общая формула:	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n-2}
Тип связи:	Ковалентная одинарная $C-C$ этан 0,154 нм	Ковалентная двойная $C=C$ этилен 0,134 нм	Ковалентная тройная $C\equiv C$ ацетилен 0,120 нм	Ковалентные сопряженные две двойные связи $C=C-C=C$ бутадиен-1,3 0,136; 0,146 нм
Длина связи:				
Вид гибридизации атомных орбиталей:	sp^3	sp^2	sp	sp^2
Типы химических реакций:	S_R -радикальное замещение	A_E - электрофильное присоединение; окисление, полимеризация		
Отдельные представители:	Метан CH_4 Этан C_2H_6 Пропан C_3H_8 Пентан C_5H_{12} и другие	Этен C_2H_4 Пропен C_3H_6 Бутен C_4H_8 Пентен C_5H_{10} и другие	Этин C_2H_2 Пропин C_3H_4 Бутин C_4H_6 Пентин C_5H_8 и другие	Бутадиен-1,3 $C=C-C=C$ Пентадиен-1,4 $C=C-CH_2-C=C$ и другие

В лабораторных условиях алканы обычно получают двумя способами:

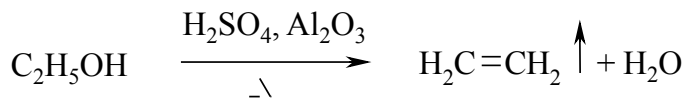
1) Сплавление солей карбоновых кислот с кристаллическими щелочами (реакция Дюма):



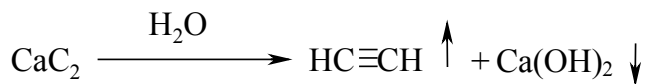
2) Электролиз водных растворов солей карбоновых кислот (реакция Кольбе):



Для синтеза алкенов используют реакцию дегидратации спиртов, в частности этилен получают действием на этанол серной кислоты и оксида алюминия при нагревании:

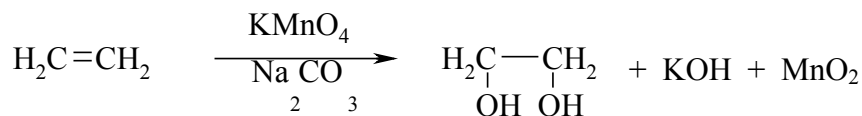


Ацетилен как родоначальник ряда алкинов в лаборатории получают исключительно карбидным способом:

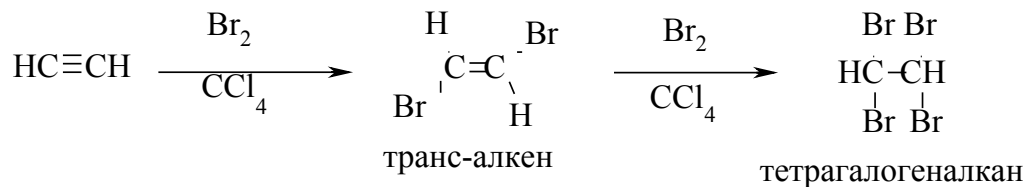


Качественно отличить предельные углеводороды от непредельных можно по характерным реакциям. Так алкены и алкины обесцвечивают слабощелочной раствор перманганата калия и раствор брома в четыреххлористом углероде, тогда как алканы в эти реакции не вступают из-за отсутствия в их строении кратных связей.

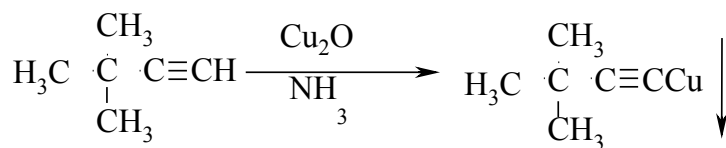
1) Реакция Вагнера:

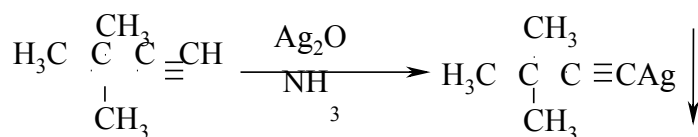


2) Реакция галогенирования (электрофильное присоединение):



Кроме того, качественной реакцией на алкины с терминальной тройной связью может служить получение серебро- и медьорганических соединений, которые образуют цветные осадки:





Медико-биологическое значение и применение в народном хозяйстве алифатических углеводов

Метан – образуется из клетчатки под действием микроорганизмов и содержится в газах кишечника. В большом количестве (до 98%) содержится в природном газе и широко используется в качестве топлива и химического сырья.

Вазелин – смесь жидких и твердых предельных углеводородов с числом атомов углерода от 12 до 25; применяется в качестве основы для различных мазей.

Парафин твердый – смесь твердых предельных углеводородов; применяется для лечения теплом при невралгиях и других заболеваниях («парафиновые ванны»).

Этилен и пропилен – сырье для получения полиэтилена и полипропилена.

Изопрен – мономер естественного каучука (природный полимер). Изопреновое звено – один из наиболее распространенных в природе структурных фрагментов (каротины, витамин А, ретиналь и др.).

Ацетилен – обладает сильным наркотическим действием, но для наркоза не применяется, так как с воздухом образует взрывчатую смесь. Используется в промышленности для синтеза уксусного альдегида, каучуков, искусственного волокна.

Физиологическое действие алифатических углеводов

При хроническом действии алканы нарушают работу нервной системы, что проявляется в виде бессонницы, брадикардии, повышенной утомляемости и функциональных неврозов. Пары петролейного эфира (смесь пентанов и гексанов) в больших концентрациях действуют одурманивающим образом. Этилен является гормоном для растений и в незначительном количестве в них синтезируется. Кроме того он вызывает наркоз, обладает раздражающим и мутагенным действием. Один из немногих природных алкенов - мускалур (*цис*-трикозен-9) является половым аттрактантом самки домашней мухи (*Musca domestica*). Пропилен и бутен-2 вызывают наркоз, обладают раздражающим действием. Алкины обладают слабым наркотическим действием. Жидкие алкины вызывают судороги. В некоторых видах грибов (например *Basidiomycetes*) были обнаружены в крайне малом количестве соединения содержащие полиацетиленовые структуры. Ацетилен обнаружен в атмосфере Урана, Юпитера и Сатурна.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Алканы.

Получение метана и его химические свойства

Реактивы и оборудование: смесь для получения метана – безводный ацетат натрия и прокаленная щелочь (1:2), 2%-ный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, 3%-ный раствор брома (в четыреххлористом углероде), изогнутые газоотводные трубки, пробирки.

а) Получение и горение метана.

В сухую пробирку насыпают смесь для получения метана (на 1/3 объема пробирки), размещая ее таким образом, чтобы метан мог свободно выходить из пробирки. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют ее в лапке штатива с небольшим наклоном в сторону пробирки. Перед получением метана в штатив ставят две пробирки: в первую наливают разбавленный раствор перманганата калия и 5%-ный раствор карбоната натрия в соотношении 3:1, во вторую – 3-4 мл раствора брома в тетрахлорметане. Равномерно нагревают всю пробирку, а затем сильно нагревают ту ее часть, где находится основная часть смеси. Сначала из пробирки вытесняется воздух, потом начинает выделяться метан. Метан поджигают у конца газоотводной трубки, он горит несветящимся голубоватым пламенем.

б) Отношение метана к щелочному раствору перманганата калия и раствору брома в четыреххлористом углероде.

Газоотводную трубку вводят в пробирку с водным раствором перманганата калия и пропускают метан в течение 1 мин. Затем ту же процедуру повторяют с раствором брома в тетрахлорметане. После окончания указанного времени отмечают, произошли какие-либо изменения или нет.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №1:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Известно, что метан не реагирует с бромной водой. В каких условиях может происходить взаимодействие алканов с галогенами? Напишите все стадии механизма галогенирования метана.
3. В чем различие реакции хлорирования и бромирования алканов? Приведите уравнения реакций и постадийный механизм на примере взаимодействия пропана с хлором и бромом.
4. Какие еще реакции радикального замещения в алканах вам известны? Приведите уравнения соответствующих реакций
5. Какие, кроме продемонстрированного в лабораторной работе, вы знаете методы получения алканов? Приведите три примера синтеза бутана, запишите уравнения соответствующих реакций.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Алкены.

Получение этилена и его химические свойства

Реактивы и оборудование: этиловый спирт 95%-ный, серная кислота (конц.), оксид алюминия, 3%-ный раствор брома в CCl_4 , 2%-ный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, пробирки, газоотводные трубки.

Получение этилена из этилового спирта и проверка его свойств (тяга!)

В сухую пробирку поместите 4 мл концентрированной серной кислоты, 2 мл этанола и 0,1 г Al_2O_3 в качестве катализатора. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и конец её опустите в пробирку с раствором брома в CCl_4 . Нагрейте пробирку с реакционной смесью на пламени горелки. Убедившись, что бром быстро обесцвечивается, немедленно опустите конец газоотводной трубки в заранее приготовленную пробирку с раствором перманганата калия в смеси с содой. Продолжая нагревание пробирки с реакционной смесью, обратите внимание на быстрое обесцвечивание раствора. После этого удалите пробирку с раствором KMnO_4 и подожгите газообразный этилен у конца газоотводной трубки. Убедитесь в том, что он горит светящимся пламенем.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №2:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Напишите и объясните механизм электрофильного присоединения галогенов к алкенам на примере бромирования этилена и пропилена.
3. Чем отличается реакция бромирования алкенов раствором брома в тетрахлорметане и воде? Объясните механизм сопряженного электрофильного присоединения на примере взаимодействия этилена и пропилена с бромной водой и раствором брома в CCl_4 .
4. В чем отличие во взаимодействии алкенов с KMnO_4 в нейтральной или слабощелочной средах от реакции в кислой среде? Приведите продукты реакций 2-метилпентена-2 с перманганатом калия в нейтральной и кислой средах.
5. Какие, кроме продемонстрированного в лабораторной работе, вы знаете методы получения алкенов? Приведите три примера синтеза бутена-2, запишите уравнения соответствующих реакций.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Алкины.

Получение ацетилена и его химические свойства

Реактивы и оборудование: карбид кальция (кусочки), 3%-ный раствор брома (в четыреххлористом углероде), 2%-ный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 5%-ный раствор аммиака, соляная кислота (разб.), газоотводные трубки, прямые газоотводные трубки с оттянутым концом, пробирки.

Получение ацетилена и его горение (тяга!)

В пробирку помещают небольшие кусочки карбида кальция и приливают 1 мл воды. Пробирку сразу же закрывают пробкой с газоотводной трубкой с оттянутым концом. Выделяющийся ацетилен поджигают. Он горит коптящим пламенем.

Взаимодействие ацетилена с бромной водой

Пробирку с карбидом кальция и водой закрывают пробкой с изогнутой трубкой и пропускают ацетилен через раствор брома в CCl_4 , наблюдают постепенное обесцвечивание раствора.

Окисление ацетилена перманганатом калия

В пробирку наливают 1 мл раствора перманганата калия, добавляют 1 мл раствора карбоната натрия, а затем через полученный раствор пропускают ацетилен. Фиолетовая окраска исчезает, и появляется хлопьевидный осадок бурого цвета.

Получение ацетиленида серебра

Для получения ацетиленида серебра в пробирку наливают 2 мл 1%-ного раствора нитрата серебра и прибавляют по каплям 5%-ный раствор аммиака до полного растворения образующегося вначале осадка оксида серебра (I). Через полученный раствор пропускают ацетилен и наблюдают выпадение желтовато-серого осадка ацетиленида серебра. Разрушают ацетиленид серебра в разбавленной соляной кислоте.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №3:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Рассмотрите механизм электрофильного присоединения молекулы галогена к тройной связи на примере бромирования ацетилена избытком брома в четыреххлористом углероде. Какова конфигурация продукта, образующегося при взаимодействии алкина и галогена в соотношении моль/моль?
3. Ацетилен, имея два кислых протона при углеродах тройной связи, способен дважды образовывать ацетиленид металла. Приведите уравнения

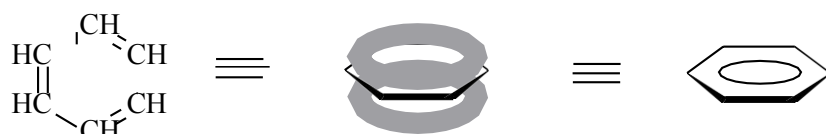
последовательного взаимодействия ацетилена с двумя моль амида натрия в жидком аммиаке, а затем с двумя моль иодистого метила. Будет ли конечный продукт давать качественную реакцию с аммиачным раствором оксида серебра?

4. Напишите реакцию взаимодействия ацетилена с водой (реакция Кучерова), назовите продукт реакции и проведите его дальнейшее окисление и гидрирование.

5. Какие, кроме продемонстрированных в лабораторной работе, вы знаете методы получения алкинов? Приведите три примера синтеза бутина-2, запишите уравнения соответствующих реакций.

ГЛАВА II. Ароматические углеводороды

Среди циклических соединений с сопряженной системой двойных связей особыми свойствами выделяются арены. Особенности электронного строения ароматических углеводородов наиболее наглядно можно показать на модели бензола. Каркас бензола образуют шесть sp^2 -гибридных атомов углерода. Все σ -связи (C–C и C–H) лежат в одной плоскости. Негибридизованные шесть атомных орбиталей расположены перпендикулярно плоскости молекулы и параллельно друг другу. Поэтому каждая АО в равной степени может перекрываться с двумя соседними АО. В результате кругового перекрывания возникает единая делокализованная π -система наибольшая электронная плотность в которой находится над и под плоскостью кольца. В бензоле имеется полная выравненность длин связей (0,14 нм).



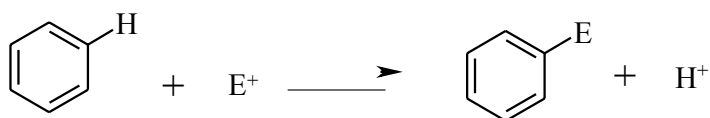
Делокализованная π -система

Соединение обладает ароматичностью, если оно имеет плоский замкнутый цикл и сопряженную π -электронную систему, охватывающую все атомы цикла и содержащую $(4n+2)$ π -электронов (правило Хюккеля), где n – ряд целых чисел: 1, 2, 3 и т.д.

Наиболее типичны для ароматических соединений реакции электрофильного замещения S_E .

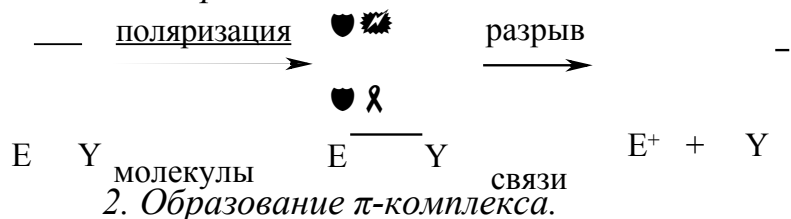
Механизм реакций электрофильного замещения

Наличие π -электронной плотности с двух сторон плоского ароматического цикла ведет к тому, что ароматические соединения бензольного ряда (арены) являются нуклеофилами и в связи с этим склонны подвергаться электрофильной атаке. В общем виде для бензола реакция может быть представлена следующим образом:



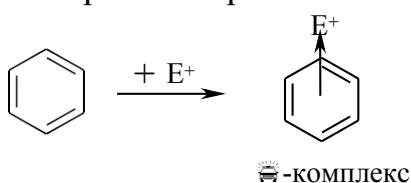
Общий механизм таких реакций включает следующие стадии:

1. Генерирование электрофильной частицы в присутствии катализатора.

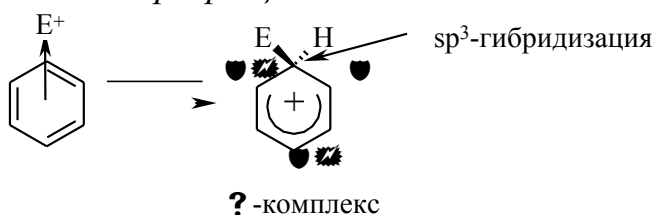


2. Образование π -комплекса.

Электрофильная частица атакует ароматический субстрат, образуя нестойкий π -комплекс, в котором она одновременно связана со всеми π -электронами ароматической системы.

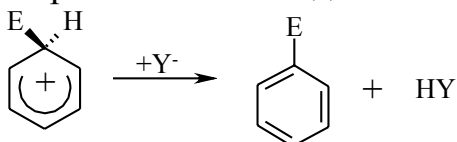


3. Превращение π -комплекса в σ -комплекс (медленная стадия реакции):

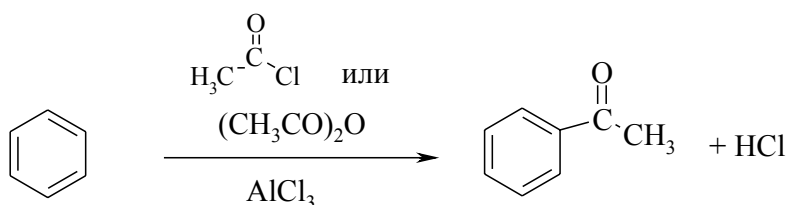
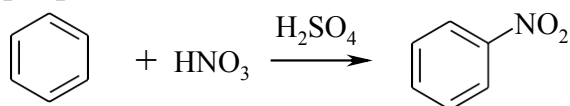


4. Отщепление протона от σ -комплекса

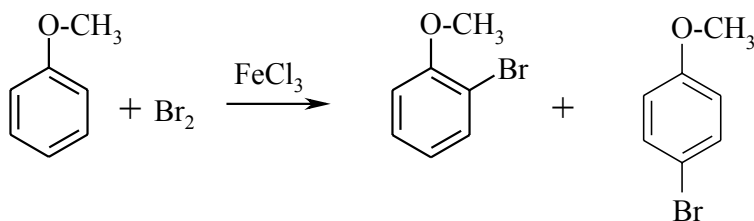
Ароматическая система восстанавливается (недостающая до секстетта пара электронов возвращается в ядро), поэтому этот процесс является энергетически выгодным:



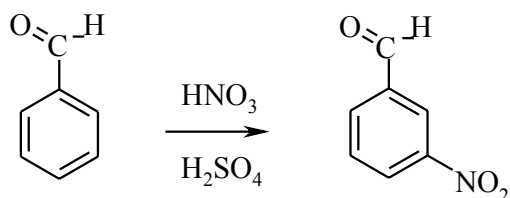
Примеры реакций:



Ориентанты первого рода (-R, -OH, -OR, -NH₂, -NHR, -NR₂) направляют второй заместитель в *орто*- и *пара*-положения, а сами являются активаторами (за исключением галогенов):

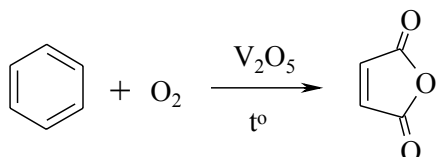


Ориентанты второго рода (-CHO, -COOH, -C(O)OR, -C(O)R, -NO₂, -SO₃H, -C≡N) направляют второй заместитель в *мета*-положение, а сами являются дезактиваторами:

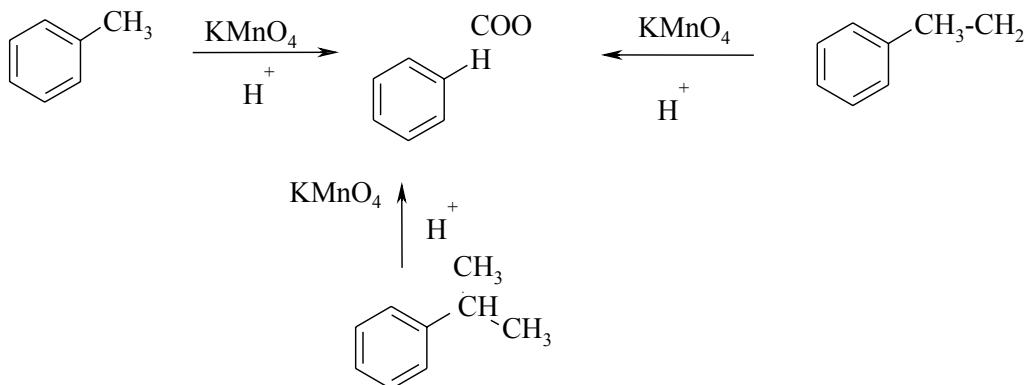


Реакции окисления и восстановления

Сам бензол устойчив к обычным окислителям (к примеру, не обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия). Окисляется лишь на оксиде ванадия:

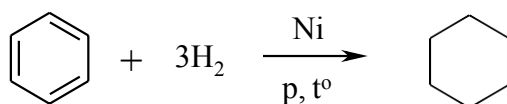


Первичные и вторичные алкилбензолы при окислении перманганатом калия дают бензойную кислоту (с помощью этой реакции можно качественно отличить бензол от толуола):

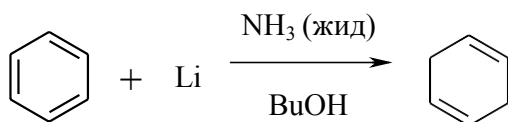


Восстановление аренов может проходить как полно, так и частично:

а) исчерпывающее гидрирование:



б) частичное гидрирование по Бёрчу



Медико-биологическое значение, применение в народном хозяйстве и физиологическое действие аренов

Бензол и толуол – исходные вещества в синтезе лекарственных средств, взрывчатых веществ, волокон, красителей и т.д.

В больших дозах бензол вызывает [тошноту](#) и [головокружение](#), а в некоторых тяжелых случаях отравление может повлечь смертельный исход. Первым признаком отравления бензолом нередко бывает [эйфория](#). Пары бензола могут проникать через неповрежденную кожу. Если организм человека подвергается длительному воздействию бензола в малых количествах, последствия также могут быть очень серьёзными. В этом случае хроническое отравление бензолом может стать причиной лейкемии и анемии. Бензол оказывает на человека одурманивающее воздействие и может приводить к [наркотической зависимости](#).

Пары толуола могут проникать через неповрежденную кожу и органы дыхания, вызывать поражение нервной системы. Пожароопасен, относится к ЛВЖ.

Кумол используется для получения фенола, ацетона и капронового волокна. Кумол относится к огнеопасным и токсичным органическим веществам.

Стирол – исходное вещество для производства ценных полимеров (ионообменных смол медицинского назначения). Является ядом общетоксического действия, он обладает раздражающим, мутагенным и канцерогенным эффектом и имеет очень неприятный запах. При хронической интоксикации вызывает поражения центральной и периферической нервной системы, системы кроветворения, нарушается азотисто-белковый, холестериновый и липидный обмен, у женщин происходят нарушения репродуктивной функции.

Нафталин – важное сырье химической промышленности: применяется для синтеза фталевого ангидрида, тетралина, декалина, получения красителей и взрывчатых веществ, в медицине, как инсектицид. Длительное воздействие нафталина может вызвать повреждение или [эритроцитов](#).

Классифицируется как возможный канцероген, вызывающий рак у людей и животных. В человеческом организме чаще всего концентрируется в жировой ткани, где может накапливаться до тех пор, пока жировая ткань не начнёт сжигаться и яд не попадёт в кровь, после чего наступает отравление организма (кровотечения, возникновение опухолей и т. д.).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Ароматические углеводороды

Реактивы и оборудование: бензол, толуол, 3%-ный раствор брома (в воде), 2%-ный раствор перманганата калия, серная кислота (конц.), пробирки, газовые горелки.

Отношение бензола к бромной воде и перманганату калия

В пробирку наливают 1-2 мл бензола и затем немного бромной воды. Смесь взбалтывают. Обесцвечивания не происходит. Бром переходит в верхний слой бензола и окрашивает его. Таким же образом проделявают опыт с раствором перманганата калия. Обесцвечивания раствора не происходит даже при нагревании. Констатируют отсутствие у бензола реакций, характерных для непредельных углеводородов: в аналогичных условиях бензол не присоединяет брома и не окисляется. От раствора перманганата калия бензол отделяют с помощью делительной воронки.

Окисление толуола

В пробирку к 2-3 мл толуола добавляют такой же объем раствора перманганата калия, слегка подкисленного концентрированной серной кислотой. Смесь взбалтывают и нагревают. Фиолетовая окраска перманганата калия исчезает. Произошло окисление толуола в бензойную кислоту. После обесцвечивания раствора горячую жидкость фильтруют через смоченный складчатый фильтр и охлаждают в струе воды. Выделяются белые кристаллы бензойной кислоты.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №4:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. В каких условиях происходит присоединение хлора к молекуле брома, и какой продукт при этом образуется? Запишите уравнение соответствующей реакции.
3. Приведите 3 примера реакции окисления, при помощи которых можно получить терефталевую (*n*-бензолдикарбоновую) кислоту.
4. Какие продукты образуется при хлорировании и бромировании толуола при ультрафиолетовом облучении? Запишите уравнения соответствующих реакций.

5. Кумол (изопропилбензол) является основным продуктом промышленного получения фенола и ацетона по реакции Сергеева. Предложите схему синтеза кумола по реакции Фриделя-Крафтса и проведите его окисление перманганатом калия в кислой среде.

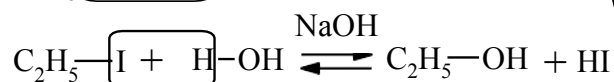
ГЛАВА III. Галогенпроизводные углеводородов

Галогенпроизводные – это производные углеводородов, содержащие один или несколько атомов галогена вместо атомов водорода – $R-Hal$.

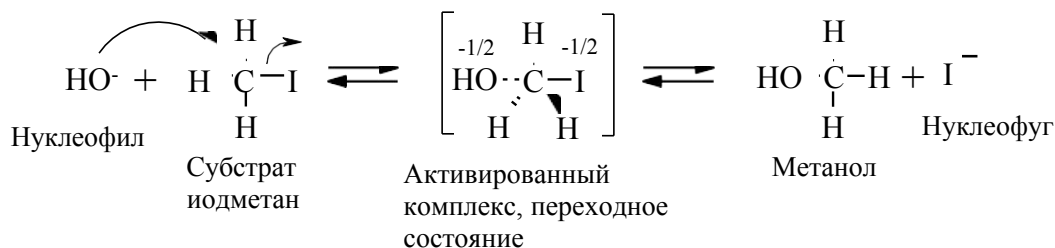
	Галогенопроизводные			
I. Классификация:				
а) по входящему галогену	F-производные	Cl-производные	Br-производные	I-производные
б) по количеству галогенов	Моногалогено-производные	Дигалогено-производные	Тригалогено-производные	Полигалогено-производные
II. Характеристики связей C-Hal:				
а) длина связи, нм	C - F 0,140 нм	C - Cl 0,176 нм	C - Br 0,191 нм	C - I 0,212 нм
б) энергия связи, кДж/моль	427 кДж/моль	326 кДж/моль	272 кДж/моль	238 кДж/моль
III. Отдельные представители:				
	CF ₂ Cl ₂ фреон	CH ₃ Cl хлорметан	CH ₃ Br бромметан	CH ₃ I иодметан
	F ₃ C-CHClBr фторотан	H ₃ C-CH ₂ Cl хлорэтан	CHBr ₃ бромформ	CHI ₃ иодформ
		CHCl ₃ хлороформ		
		CCl ₄ четырёх-хлористый углерод		

Галогенопроизводные являются очень реакционноспособным классом органических соединений. Исходя из них можно перейти практически почти ко всем другим классам: предельным и непредельным углеводородам, спиртам, простым и сложным эфирам, аминам и др. Получают галогенпроизводные реакциями галогенирования алканов, алкенов и алкино (см. глава I).

Гидролиз. При действии свежеприготовленного аммиачного раствора гидроксида серебра и даже воды (особенно в присутствии щелочей) галогеналкилы дают спирты:

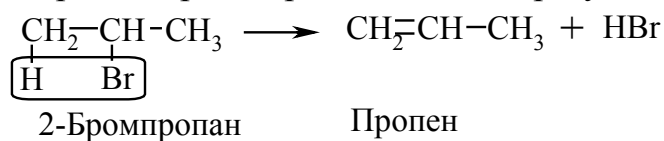


Для первичных и вторичных алкилгалогенидов эта реакция идет по бимолекулярному механизму $\text{S}_{\text{N}}2$, так как скорость ее зависит от концентрации двух компонентов (иодистого метила и гидроксила)



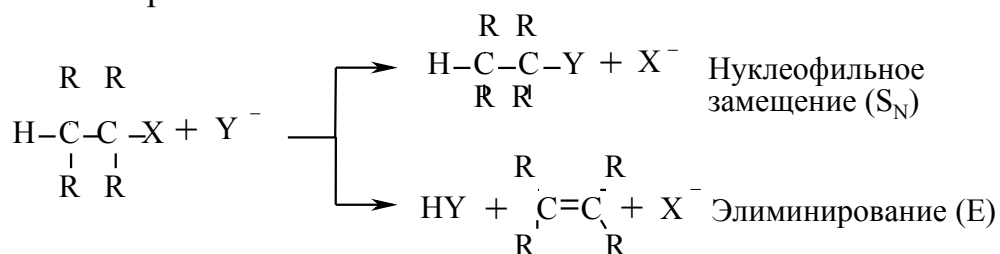
Отрицательно заряженная гидроксильная группа атакует положительно заряженный атом углерода «с тыла», со стороны противоположной отрицательно заряженному атому иода. Образование новой и разрыв старой связи происходит одновременно (синхронно).

Реакции элиминирования (E). При действии на алкилгалогениды спиртовых растворов щелочей образуются алкены:

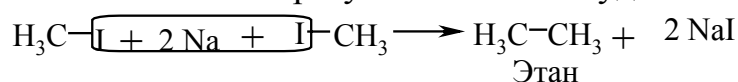


Конкуренция реакций нуклеофильного замещения (S_{N}) и элиминирования (E)

В зависимости от условий алкилгалогениды (как и спирты, см. далее) вступают либо в реакции замещения, либо образуют алкены в результате элиминирования



Реакция Вюрца. При действии металлического натрия на галогеналкилы образуются алканы с удвоенным числом углеродных атомов:



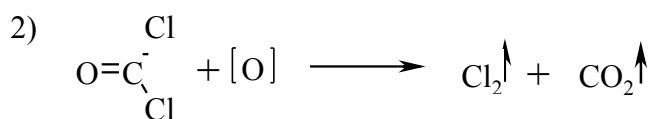
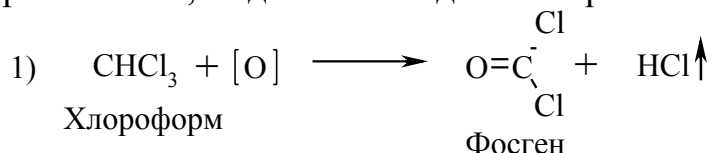
Медико-биологическое значение, физиологическое действие и применение в народном хозяйстве

Введение галогена в алифатический углеводород оказывает сильное влияние на физиологическую активность соединения. Метилхлорид (CH_3Cl), этилхлорид ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$), хлороформ (CHCl_3) обладают наркотическим действием. Введение хлора в ароматическое ядро увеличивает токсичность соединения, а введение галогенов в боковую цепь рядом с ароматическим кольцом приводит к появлению слезоточивых свойств, например, в случае бензилгалогенидов.

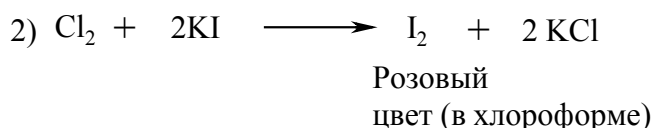
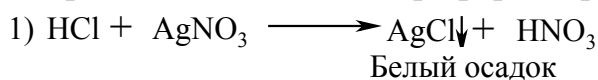
Этилхлорид ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$) применяется как местноанестезирующее (обезболивающее) средство. Действие обусловлено быстрым испарением ввиду низкой $t^\circ_{\text{кип.}} = +13^\circ\text{C}$, вызывающим сильное охлаждение.

Хлороформ (CHCl_3) – средство для ингаляционного наркоза. Его преимущество – невоспламеняемость и быстрое действие. Относительно токсичен.

Хлороформ под влиянием света и кислорода воздуха окисляется с образованием ядовитого фосгена, который при дальнейшем окислении разлагается, выделяя свободный хлор:

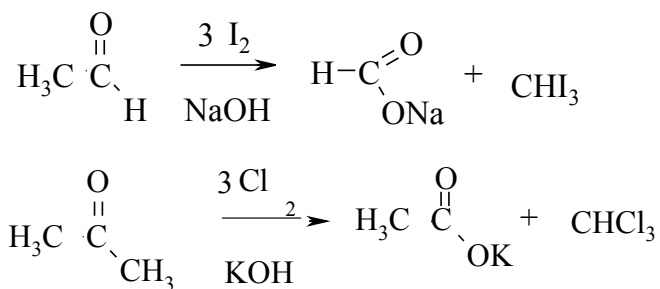


Эти процессы приводят в негодность медицинский препарат. Доброкачественность хлороформа проверяют следующими реакциями:



Иодоформ (CHI_3) – антисептическое (обеззараживающее) средство, используется наружно в виде присыпок и мазей.

Получают галоформы реакцией галоформного расщепления карбонильных соединений, содержащих ацетильную группу:



Фторотан ($\text{CF}_3\text{-CHClBr}$) – наркотическое средство для общего наркоза, одно из самых эффективных средств. Имеет ряд преимуществ перед хлороформом (мало токсичен, почти не дает стадии возбуждения, наркоз быстро проходит).

Трихлорэтилен ($\text{CCl}_2=\text{CHCl}$) – мощное наркотическое средство, особенно при необходимости кратковременного наркоза.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. Щелочной гидролиз алкилгалогенидов

Реактивы и оборудование: этилиодид, бутилхлорид, амилхлорид, октилбромид, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 20%-ная азотная кислота, пипетки, обратные холодильники, пробирки.

Используют несколько алкилгалогенидов с различной подвижностью галогена. В несколько пробирок наливают по 1 мл исследуемых алкилгалогенидов и каждый из них 1 раз промывают водой. Для этого в каждую пробирку добавляют по 5 мл воды, смесь интенсивно встряхивают и после расслоения большую часть воды сливают. После промывания к алкилгалогенидам добавляют по 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия, пробирки закрывают пробками с обратными холодильниками, содержимое пробирок интенсивно встряхивают. Смесь очень осторожно нагревают, не доводя до кипения. После охлаждения по 1 мл щелочного раствора переливают в другие пробирки, подкисляют 20%-ным раствором азотной кислоты и добавляют несколько капель 1%-ного раствора нитрата серебра. Наблюдают и отмечают произошедшие в пробирках изменения.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №5:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Объясните общий механизм реакций нуклеофильного замещения S_N у sp^3 -гибридизованного атома углерода. Покажите особенности $\text{S}_\text{N}1$ и $\text{S}_\text{N}2$ реакций на примере щелочного гидролиза этилиодида и *трет.*-бутилхлорида.
3. Почему могут конкурировать реакции S_N и E ? Объясните на примере реакции 2,3-диметил-3-бромпентана с водным раствором щелочи и со спиртовым раствором щелочи при нагревании. Объясните сущность правила Зайцева.
4. Известно, что слабые основания Бренстеда являются хорошими уходящими группами, но в разной степени. Напишите уравнение реакции 1-бром-4-хлорбутана с иодидом калия в ацетоне и объясните преимущественное образование одного из двух возможных продуктов. По какому механизму протекает эта реакция? Приведите его.

5. Приведите механизмы присоединения бромоводорода к пропилену в присутствии перекиси и без. В чем отличие этих двух реакций, какие бромпроизводные при этом образуются?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. Изучение свойств хлороформа

Реактивы и оборудование: хлороформ, 10%-ный раствор гидроксида натрия, раствор иода в иодиде калия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 20%-ный раствор азотной кислоты, обратные холодильники, пробирки, химические стаканы.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и 1 мл воды. Закрывают пробирку пробкой и интенсивно встряхивают. Через некоторое время образуются два слоя, так как хлороформ практически нерастворим в воде.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и добавляют несколько капель раствора иода в иодиде калия. Смесь интенсивно встряхивают. Через некоторое время нижний слой приобретает розовую окраску, так как хлороформ хорошо растворяет иод, который при встряхивании переходит из водного слоя в хлороформ.

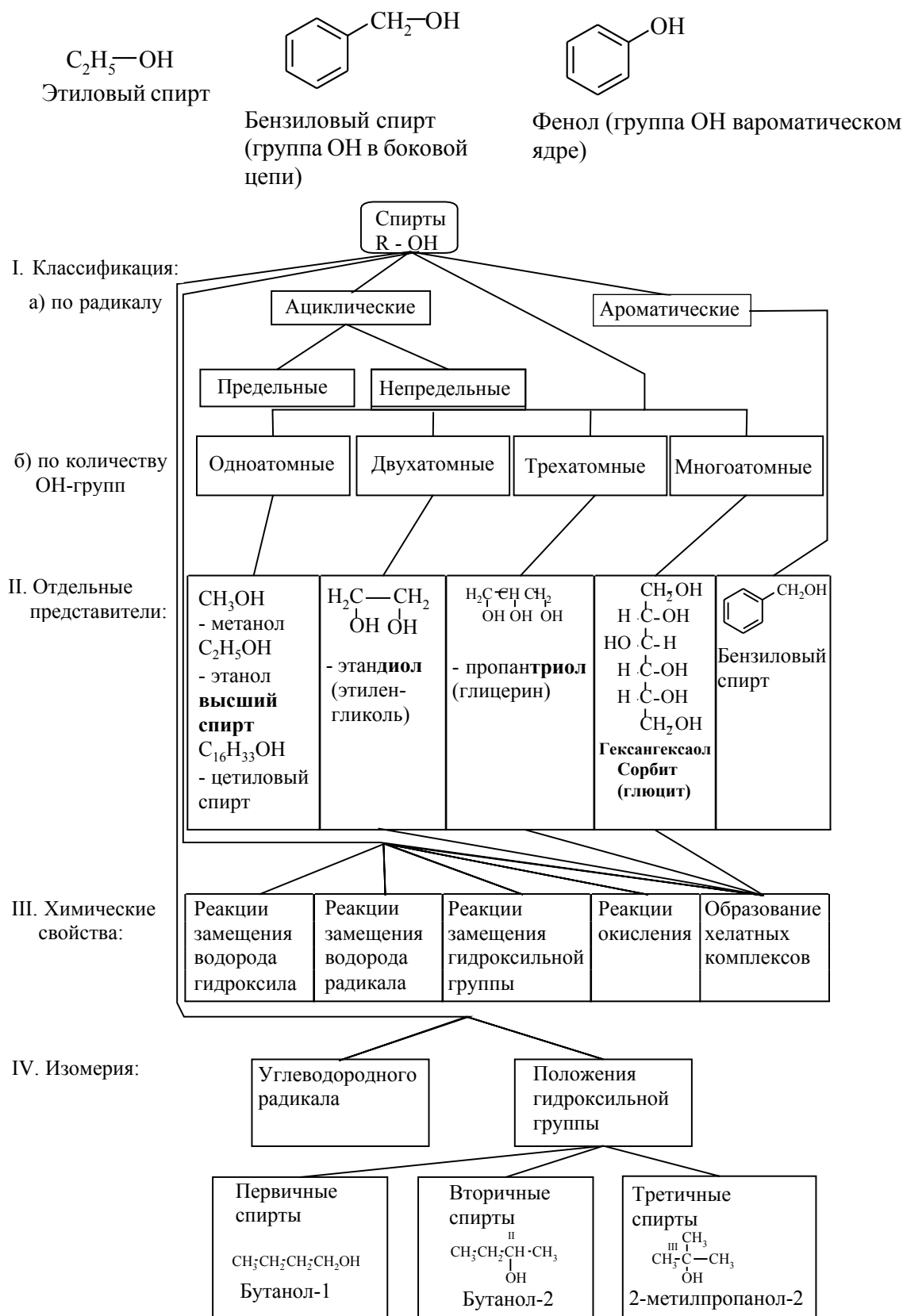
В пробирку наливают 1 мл хлороформа и 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником. Смесь очень осторожно нагревают на газовой горелке до кипения, а затем охлаждают в ледяной бане. В этих условиях происходит гидролиз хлороформа с образованием хлорида натрия и натриевой соли муравьиной кислоты. Для обнаружения хлорид-ионов часть гидролизата отливают в другую пробирку и после подкисления 20%-ной азотной кислотой добавляют несколько капель нитрата серебра. Наблюдают выпадение белого творожистого осадка хлорида серебра.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №6:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Приведите механизм синтеза хлороформа из ацетальдегида, хлора и раствора едкого кали. В чем заключается применение иодоформа в медицинской и фармацевтической практике?
3. Приведите механизм синтеза иодоформа из ацетона, иода и раствора едкого натра. В чем заключается применение хлороформа в медицинской практике и химическом синтезе?
4. Приведите механизм поэтапного фотохимического хлорирования метана (до тетрахлорметана) промежуточным продуктом которого является хлороформ. Объясните, в чем заключаются стадии зарождения, роста и обрыва цепи.
5. В одной пробирке смешали равные объемы воды и бензола, а в другой воды и хлороформа. С точки зрения физических свойств воды, бензола и

хлороформа объясните распределение органической и неорганической фаз в обоих случаях.

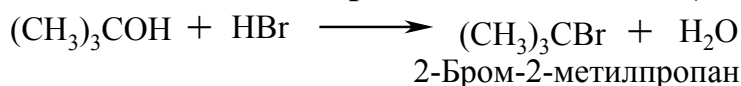
ГЛАВА IV. Спирты. Фенолы



Соединения алифатического ряда, содержащие одну или несколько гидроксильных групп, называются спиртами; аналогичные производные

ароматических углеводородов, содержащие гидроксильную группу в кольце, называются фенолами. Спирты, подобно галогенопроизводным, способны к реакциям нуклеофильного замещения, они проходят по типу мономолекулярного нуклеофильного замещения S_N1 , либо по бимолекулярному S_N2 . Поскольку OH^- является плохо уходящей группой, то отщеплению гидроксила предшествует протонирование спирта, необходимое для превращения плохо уходящей гидроксильной группы в ион оксония $-O^+H_2$ (хорошая уходящая группа – H_2O).

Реакция замещения гидроксила на галоген (S_N1)



Механизм: а) Протонирование спирта необходимо, т.к. OH^- - плохо уходящая группа в отличие от H_2O , которая является хорошо уходящей группой:



Взаимодействие спиртов с реактивом Лукаса

Спирты довольно легко реагируют и с HI и с HBr , что объясняется силой этих кислот и нуклеофильностью их анионов. Соляная кислота - менее сильная кислота, чем HI и HBr , а анион Cl^- - менее нуклеофилен, чем I^- или Br^- . Благодаря этим свойствам соляную кислоту можно использовать для простого определения характера спирта, т. е. является ли он первичным, вторичным или третичным. Если смесь концентрированной соляной кислоты и безводного хлорида цинка, известную как реактив Лукаса, прибавлять к спиртам, то наблюдается следующее:

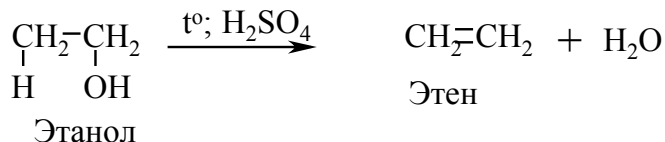
третичный спирт: мгновенная реакция; выделение тепла; немедленно выделяется масло (т. е. образуются два слоя);

вторичный спирт: реакция происходит не мгновенно, а в течение 5-10 мин; не наблюдается выделения тепла; иногда требуется дополнительное нагревание;

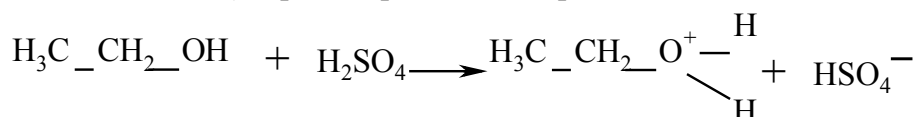
первичный спирт: реакция не происходит даже при стоянии в течение часа при комнатной температуре и при нагревании.

Этот порядок реакционной способности отражает порядок устойчивости катионов (т. е. третичный > вторичный > первичный) и легкость превращения спирта в алкилхлорид через соответствующий карбокатион.

Реакция внутримолекулярной дегидратации (E2).



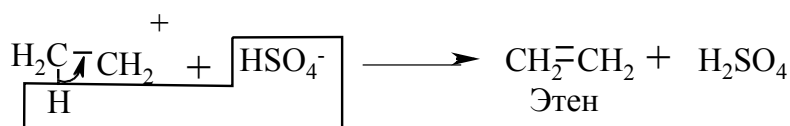
Механизм: а) Протонирование спирта:



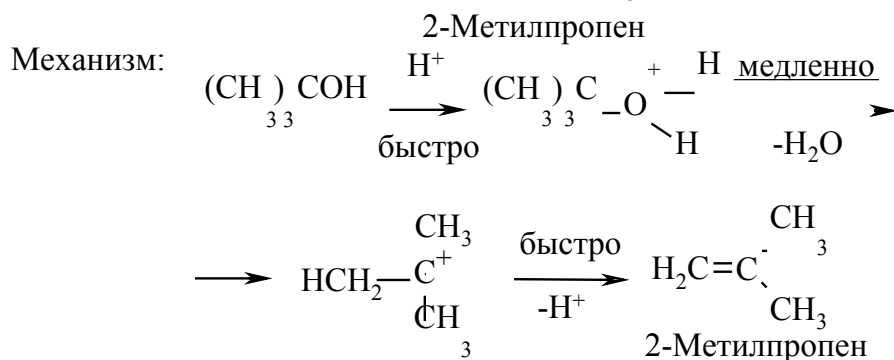
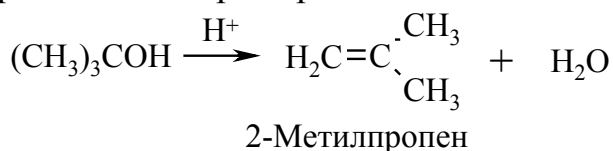
б) Образование карбокатиона:



в) Заключительный этап реакции:



В случае третичных спиртов реакция идет по механизму **E1**:

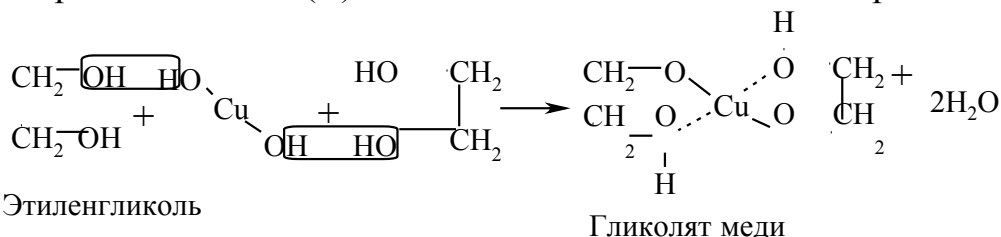


В реакциях отщепления галогеноводорода от алкилгалогенида или воды от спирта наблюдается преимущественное отщепление протона от наименее гидрогенизированного атома углерода – правило Зайцева.

Свойства многоатомных спиртов

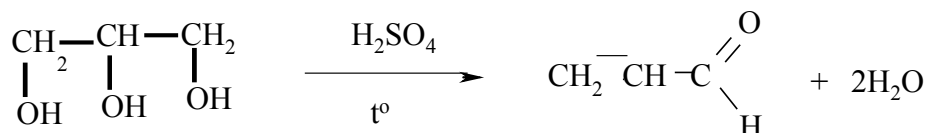
Многоатомные спирты по свойствам в значительной степени напоминают одноатомные. Гидроксильные группы в них могут быть первичными, вторичными, третичными, причем в реакции могут вступать одна или несколько гидроксильных групп.

Многоатомные спирты с гидроксидами некоторых тяжелых металлов в щелочной среде образуют внутрикомплексные («хелатные») соединения, имеющие характерное окрашивание. В частности, при взаимодействии с гидроксидом меди (II) возникает интенсивное синее окрашивание.

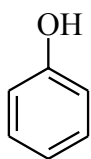


Эта реакция может быть использована как качественная для открытия двух и более гидроксильных групп (реакция на диольный фрагмент). Аналогично реакция протекает и с другими многоатомными спиртами, например с глицерином.

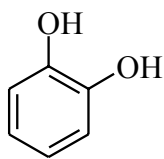
При нагревании глицерина с концентрированной серной кислотой в результате реакции дегидратации образуется непредельный альдегид пропеналь (акролеин).



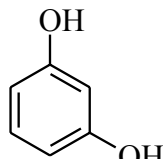
Фенолы



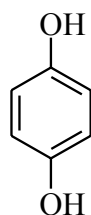
Фенол



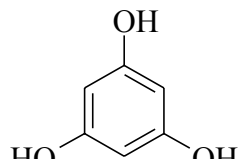
Пирокатехин



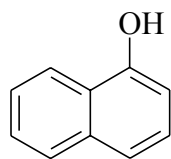
Резорцин



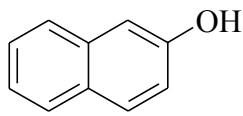
Гидрохинон



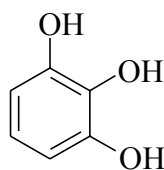
Флороглюцин



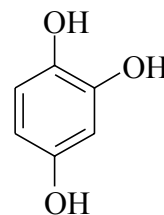
✓ -
нафтол



 -
нафтол



Пирогаллол



Оксигидрохинон

Качественной реакцией на фенольный гидроксил является реакция с FeCl_3 – сине-фиолетовое окрашивание, обусловленное образованием комплексных соединений железа.

Медико-биологическое значение, физиологическое действие и применение в народном хозяйстве

Метиловый спирт (метанол, древесный спирт, CH_3OH) – сильный сосудистый и нервный яд. При приеме 15 мл метилового спирта поражается зрительный нерв и сетчатка глаза, в 50% случаев наступает частичная или полная потеря зрения, а также поражения блуждающего, слухового, а иногда и тройничного и обонятельного нервов. В организме метиловый спирт окисляется в муравьиный альдегид и муравьиную кислоту, которые и обуславливают токсическое действие метилового спирта. Смертельная доза 30-60 мл.

Этиловый спирт (этанол, винный спирт, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) действует опьяняюще, а в больших дозах вызывает состояние, близкое к наркозу. Используется для приготовления настоек и в качестве обеззараживающего средства. При длительном приеме (у взрослых 5-10 лет, а в юношеском возрасте 1 год) возникает психологическая и физическая зависимость, которая называется хроническим алкоголизмом или алкогольной наркоманией. При больших концентрациях алкоголя блокируется центр дыхания в продолговатом мозге, состояние опьянения переходит в смерть. Смертельная доза этилового спирта 7-8 г на 1 кг веса тела.

Фенол (карболовая кислота, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) – первый антисептик, введенный в хирургию. Токсичен и может вызвать ожог кожи. 5%-ный раствор фенола служит эталоном, с которым сравнивают бактерицидность всех других препаратов. Фенол широко используется для производства пластмасс, лекарственных средств, красителей, взрывчатых веществ.

Этиленгликоль (этандиол-1,2; $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$) – токсичная высококипящая жидкость, температура плавления – 16°C , температура кипения $+197^\circ\text{C}$.

Используется в технике для приготовления антифризов – жидкостей с низкой температурой замерзания, применяющихся для охлаждения двигателей внутреннего сгорания, особенно в зимнее время.

Глицерин (пропантриол-1,2,3; $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$) – нетоксичная, вязкая, бесцветная жидкость сладкого вкуса. Широко распространен в природе; входит в состав большинства омыляемых липидов. Применяется как компонент мазей для смягчения кожи.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7. Свойства одноатомных предельных спиртов

Реактивы и оборудование: спирты (этиловый, пропиловый, бутиловый, амиловый или изоамиловый), сульфат меди (II) кристаллический, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, синяя и красная лакмусовая бумага, фарфоровые чашки, лучинки, пробирки, пипетки, мерные цилиндры.

В четыре пробирки наливают по 2 мл воды и в каждую добавляют по 0,5 мл этилового, пропилового, бутилового, амилового или изоамилового спирта соответственно. Пробирки хорошо встряхивают. Наблюдают растворимость спиртов в воде.

На синюю и красную лакмусовые бумажки наносят по 1 капле каждого из полученных спиртовых растворов. В каждую из четырех пробирок со спиртовыми растворами вносят по 1 капле 1%-ного раствора фенолфталеина, наблюдая, изменяется ли окраска растворов.

В три фарфоровые чашки наливают по 1 мл этилового, бутилового и амилового спиртов. Спирты поджигают и наблюдают характер горения.

Абсолютирование этилового спирта

В маленькую фарфоровую чашку или фарфоровый тигель помещают примерно 1 г кристаллического сульфата меди (II) и прокаливают его в пламени горелки до исчезновения голубой окраски. В сухую пробирку наливают 2-3 мл этилового спирта и вносят в него полученный безводный сульфат меди (белого цвета). Слегка нагревают пробирку и размешивают ее содержимое. Полученный абсолютный этиловый спирт переливают в сухую пробирку.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №7:

1. Какой растворитель называется абсолютным? Как достигается такое состояние растворителя? Приведите примеры.
2. Запишите уравнения реакций окисления и восстановления спиртов. Какие продукты при этом могут образовываться?
3. Объясните причины пагубного влияния на организм этилового и метилового спиртов. Запишите уравнения окисления этих спиртов под действием ферментов алкогольдегидрогеназ (АДГ).
4. Сравните кислотные и основные свойства спиртов, используемых в работе. Расположите спирты в порядке убывания кислотных и основных свойств, рассмотрев соответствующие сопряженные частицы.
5. Напишите формулы этилового, пропилового, бутилового, амилового и изоамилового спиртов и назовите их по рациональной (карбинольной) номенклатуре.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8. Высаливание этилового спирта и взаимодействие спиртов с реактивом Лукаса

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, пропиловый спирт, изопропиловый спирт, *трет.*-бутиловый спирт, реактив Лукаса (раствор хлорида цинка в концентрированной соляной кислоте), карбонат калия кристаллический, фарфоровые чашки, пипетки, пробирки.

Высаливание этилового спирта из его водного раствора

В пробирку наливают 3 мл этилового спирта и при встряхивании добавляют 3 мл дист. воды. 2 мл полученного раствора отливают в фарфоровую чашку и подносят к нему зажженную лучинку. Загорается ли разбавленный спирт?

К остатку в пробирке добавляют примерно 2 г порошкообразного поташа, энергично взбалтывают содержимое пробирки и ставят пробирку в штатив. После расслоения верхний слой (этиловый спирт) пипеткой переносят в фарфоровую чашку и снова подносят к нему горящую лучинку. Воспламенится ли спирт?

Взаимодействие различных спиртов с реактивом Лукаса

В 3 сухие пробирки приливают по 1 мл спиртов (пропиловый, изопропиловый, *трет.*-бутиловый), затем в каждую добавляют по 3 мл реактива Лукаса, перемешивают и оставляют стоять 3-5 мин.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №8:

1. В чем заключается эффект высаливания ПАВ из их растворов? Расположите следующие анионы в порядке их способности к сольватации и соответственно лучшему высаливающему эффекту:
 Cl^- , CH_3COO^- , CO_3^{2-} , Br^- , NO_3^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, SO_4^{2-} .
2. Напишите уравнения реакций и объясните различную скорость взаимодействия этанола, *втор.*-бутанола и 2-метилбутанола-2 с реактивом Лукаса.
3. Объясните тот факт, что аллиловый спирт, не являющийся третичным, гораздо быстрее реагирует с реактивом Лукаса нежели *втор.*-бутанол.
4. Объясните тот факт, что бензиловый спирт, не являющийся третичным, гораздо быстрее реагирует с реактивом Лукаса нежели *втор.*-бутиловый и даже *трет.*-бутиловый спирты.
5. В чем заключается роль кислотного катализа в реакциях нуклеофильного замещения и элиминирования в ряду спиртов? Почему могут конкурировать реакции S_N и E?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9. Многоатомные спирты и фенолы

Реактивы и оборудование: глицерин, этиленгликоль, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия, серная кислота (конц.), фенол, гидрохинон, резорцин, пирокатехин, пирогаллол, α -нафтол, β -нафтол, разбавленный раствор хлорида железа (III), пробирки, пипетки, газовые горелки, асбестовые сетки, резиновые перчатки, очки.

Свойства глицерина и этиленгликоля

а) Качественная реакция на диольный фрагмент

В пробирку наливают 1 мл 2%-ного раствора CuSO_4 и 2 мл 10%-ного раствора NaOH . К образовавшемуся осадку голубого цвета приливают 1 мл глицерина и смесь перемешивают. Осадок растворяется, появляется сине-фиолетовое окрашивание раствора от образующегося комплексного соединения глицерата меди. Опыт повторяют, используя вместо глицерина этиленгликоль.

б) Дегидратация глицерина

(работа проводится под тягой в перчатках и защитных очках)

В сухую фарфоровую чашку приливают приблизительно 1 мл конц. серной кислоты и 4-5 капель глицерина. Смесь сильно нагревают на газовой горелке с использованием асбестовой сетки до образования тяжелых паров акролеина с едким запахом. При этом происходит обугливание реакционной смеси. При нагревании происходит дегидратация трехатомного спирта, отщепляется две молекулы воды и в результате образуется непредельный альдегид – акролеин (пропеналь).

Качественные цветные реакции на фенолы и нафтолы

(все манипуляции с фенолом необходимо производить под тягой в перчатках и защитных очках)

В 7 разных пробирок добавляют приблизительно по 1 мл раствора FeCl_3 и в каждую поочередно шпателем или пинцетом прибавляют небольшое количество кристаллических фенолов и нафтолов. Все пробирки встряхивают и дают отстояться. Через некоторое время отмечают изменившийся цвет окраски в каждой из пробирок.

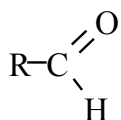
Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №9:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Напишите продукт реакции глицерина со смесью концентрированных азотной и серной кислот. Каково его применение?
3. Сравните кислотные свойства пропанола, изопропанола и глицерина. Расположите их в ряд по ослаблению кислотных свойств. Ответ обоснуйте, рассмотрев устойчивость сопряженных оснований.
4. Какие из перечисленных соединений будут давать качественную реакцию с гидроксидом меди (II): пентанол-1, пентанол-2, пентандиол-1,2, пентандиол-1,3, пентандиол-1,4, пентандиол-1,5, пентандиол-2,3, глюкоза, фенол, бензиловый спирт? Приведите строение соответствующих комплексных соединений.
5. В трех не подписанных пробирках находятся: бензиловый спирт, метанол и водный раствор фенола. Используя любые реактивы, предложите способ идентификации этих веществ.

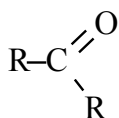
ГЛАВА V. Альдегиды. Кетоны

Соединения, содержащие карбонильную группу $>C=O$, в зависимости от характера связанных с ней заместителей делятся на следующие классы: альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и их функциональные производные:

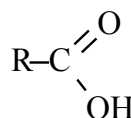
Альдегиды



Кетоны



Карбоновые кислоты

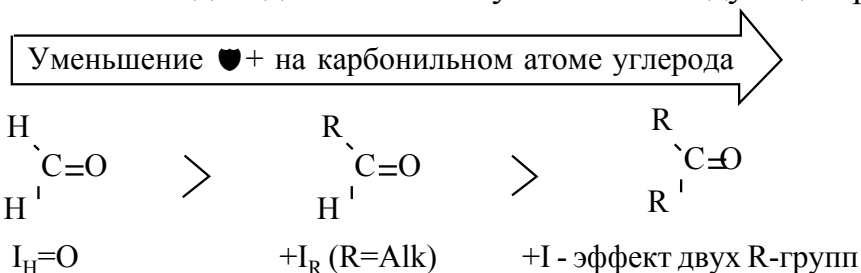


Строение карбонильной группы

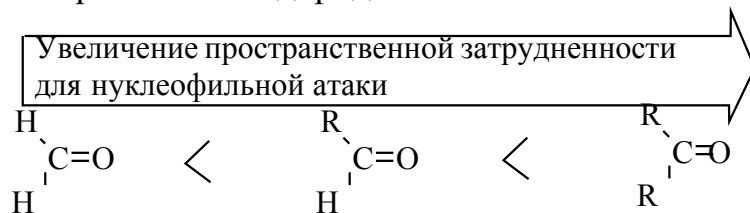


Тригональный sp^2 -гибридизованный атом углерода карбонильной группы, образует три σ -связи, лежащие в одной плоскости, и π -связь с кислородом за счет негибридизованной p -орбитали. Вследствие различия в электроотрицательности атомов углерода и кислорода π -связь между ними сильно поляризована. В результате на атоме углерода карбонильной группы возникает эффективный положительный заряд δ^+ , а на атоме кислорода – отрицательный заряд δ^- . Поскольку атом углерода электронодефицитен, то он представляет собой удобный центр для нуклеофильной атаки (Y^-).

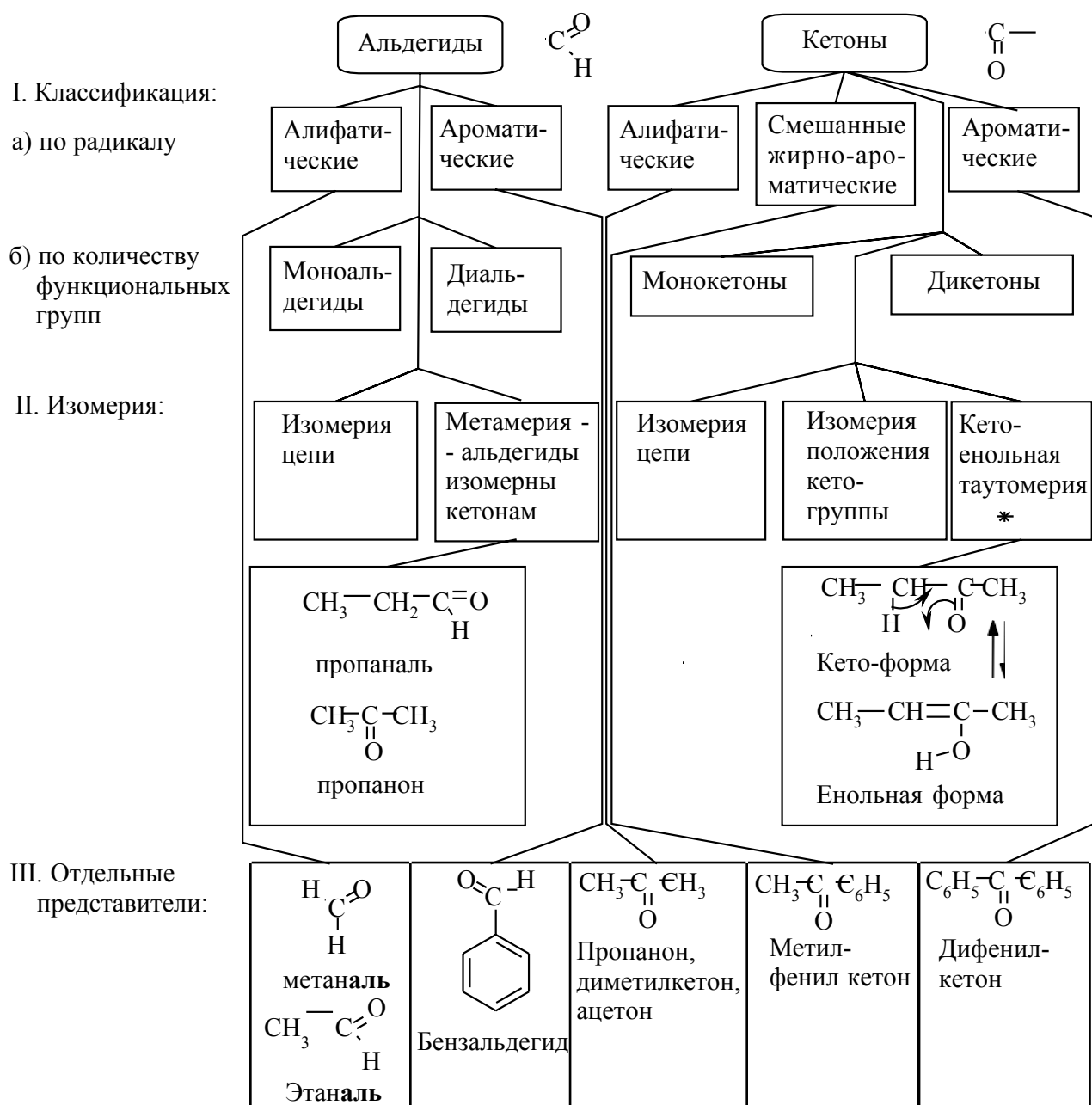
Легкость нуклеофильной атаки зависит от величины эффективного положительного заряда на атоме углерода, его пространственной доступности и кислотно-основных свойств среды. С учетом электронных эффектов групп, связанных с карбонильным атомом углерода, величина δ^+ на нем в альдегидах и кетонах убывает в следующем ряду:



Пространственная доступность карбонильного углерода уменьшается при замене водорода на более объемистые органические радикалы

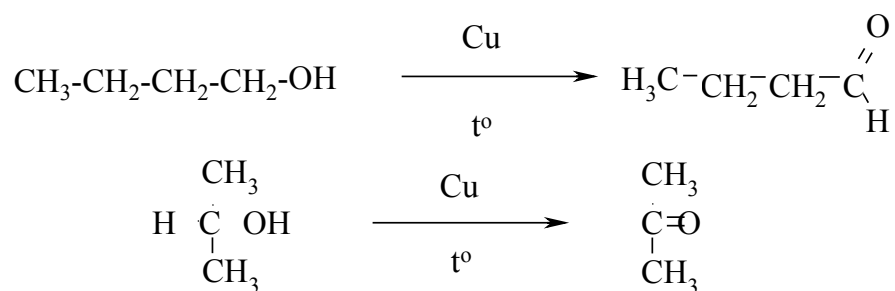


По этим причинам альдегиды более реакционноспособны, чем кетоны.

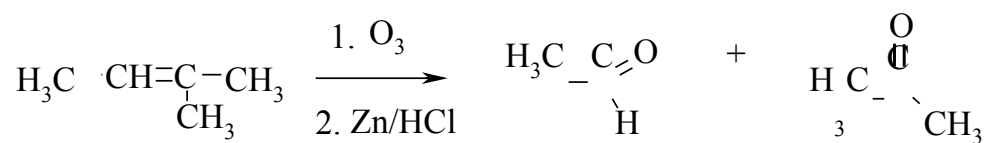


Реакции, с помощью которых можно синтезировать альдегиды и кетоны, разнообразны, вот только некоторые из них:

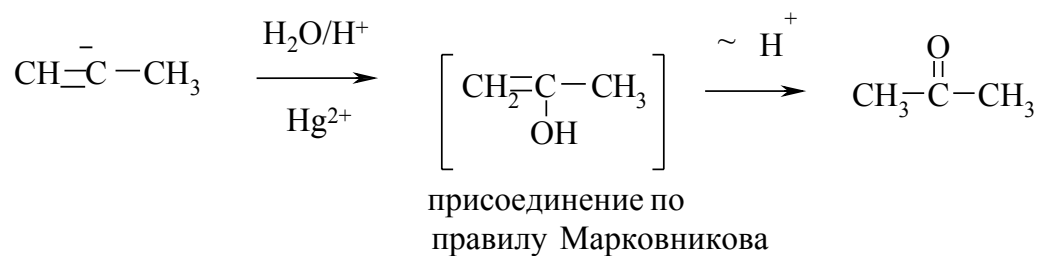
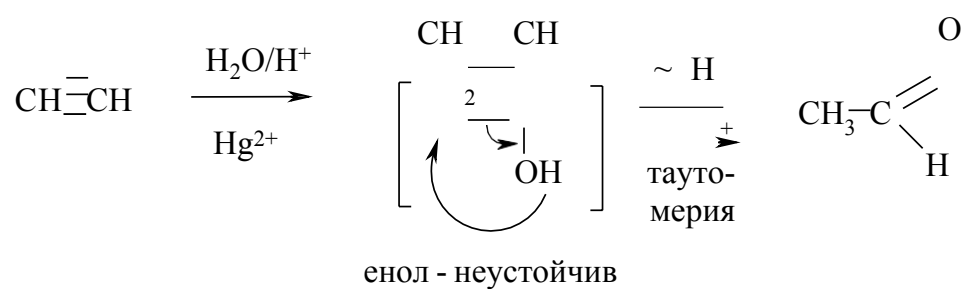
1) Дегидрирование первичных и вторичных спиртов:



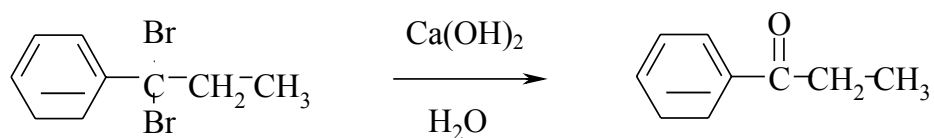
2) Озонолиз алкенов с последующим восстановительным расщепление озонидов:



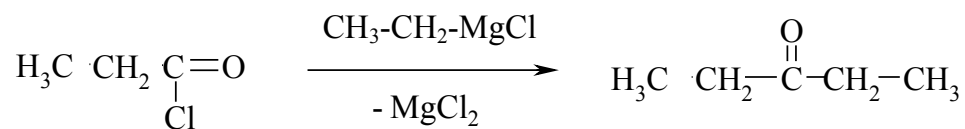
3) Гидратация алкинов по Кучерову:



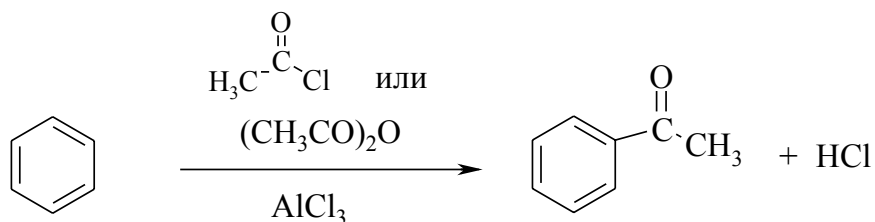
4) Щелочной гидролиз геминальных дигалогенпроизводных:



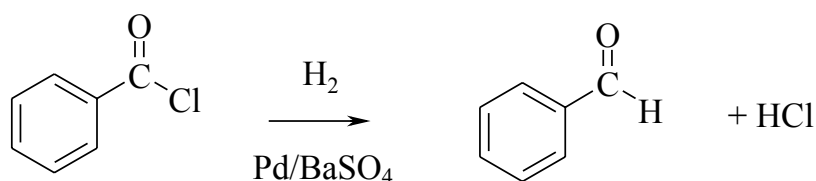
5) Синтез с использованием реактива Гриньяра:



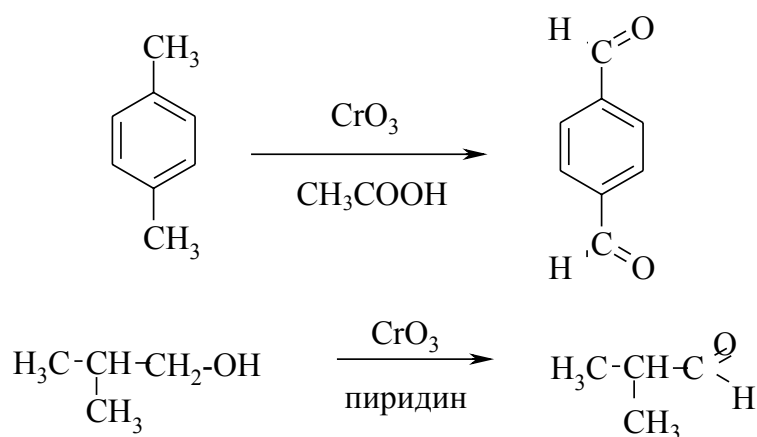
6) Ацилирование ароматических соединений:



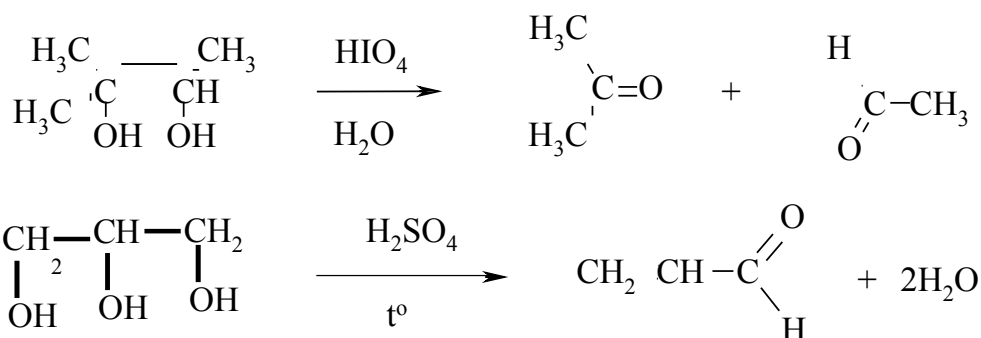
7) Восстановление ацилхлоридов водородом на катализаторе Линдлара (реакция Розенмунда-Зайцева):



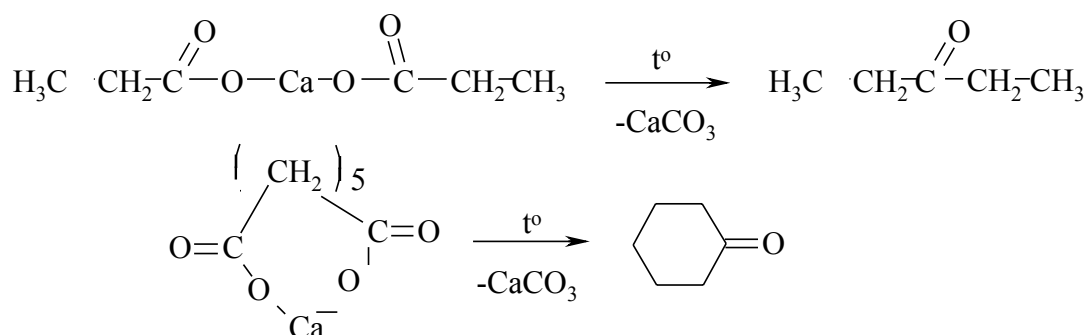
8) Окисление спиртов и алкиларенов оксидом хрома (III):



9) Расщепление и дегидратация гликолей и глицеринов:

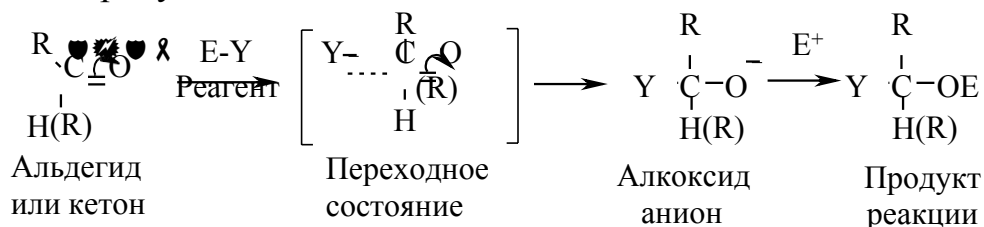


10) Пирролиз кальциевых солей одноосновных и двухосновных карбоновых кислот:

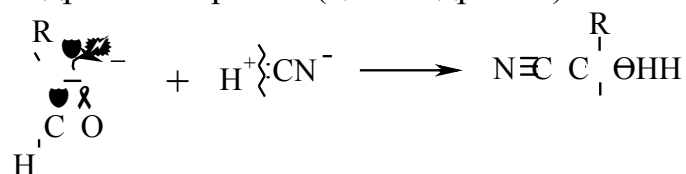


Реакции нуклеофильного присоединения A_N альдегидов и кетонов

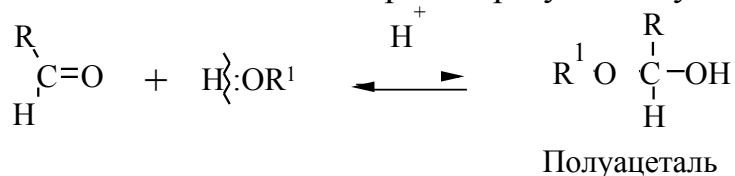
Реакции нуклеофильного присоединения характерны для альдегидов и кетонов. Как указывалось выше, альдегиды реагируют легче, чем кетоны. Общая схема процесса включает нуклеофильную атаку по карбонильному углероду сверху или снизу от плоскости и затем атаку электрофилом по кислороду.



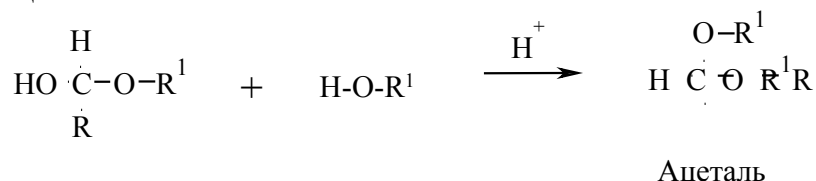
Присоединение HCN. Циановодородная кислота в присутствии следов щелочи присоединяется к альдегидам и кетонам с образованием α-гидроксинитрилов (циангидринов):



Присоединение спиртов. Нуклеофильные спирты при взаимодействии с альдегидами в кислой среде образуют полуацетали:



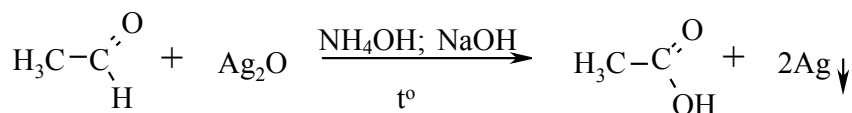
При обработке полуацеталей избытком спирта в кислой среде образуются ацетали:



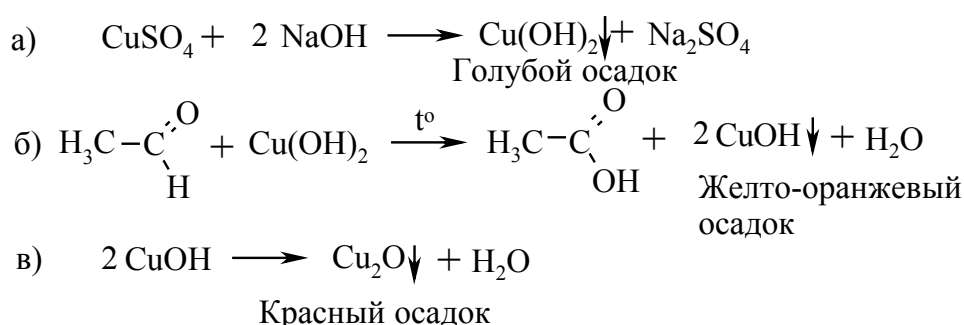
Реакции окисления и восстановления

Альдегиды очень легко окисляются такими слабыми окислителями как оксид серебра, гидроксид меди (II), при этом образуются кислоты. Эти реакции являются качественными для открытия альдегидов.

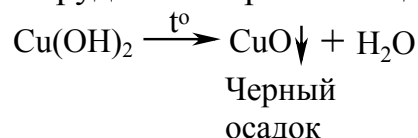
Реакция серебряного зеркала:



Реакция медного зеркала идет в несколько стадий



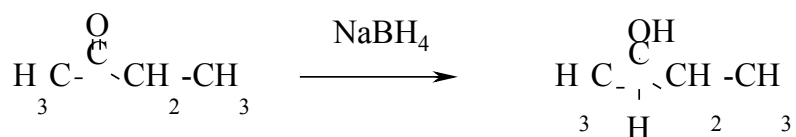
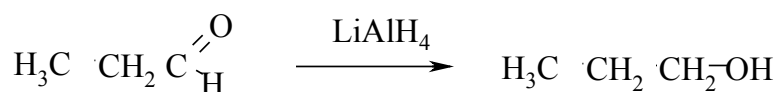
Однако реакция имеет свой недостаток, при избытке гидроксида меди (II) и нагревании он разлагается на оксид меди (II) черного цвета, который затушевывает кирпично-красное или желто-оранжевое окрашивание, чем затрудняет открытие альдегида:



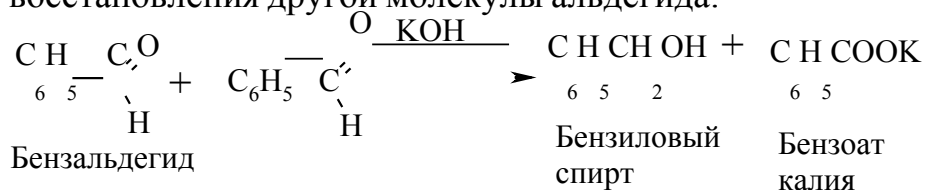
Кетоны окисляются значительно труднее и требуют для этого более жестких условий. При этом происходит разрыв цепи по правилу Попова, в результате образуются две кислоты с меньшим количеством углеродных атомов, чем у исходного кетона:



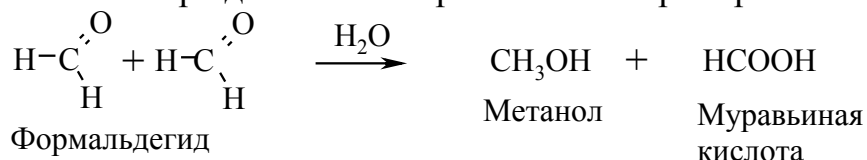
В результате реакции гидрирования комплексными гидридами из альдегидов образуются первичные, а из кетонов – вторичные спирты:



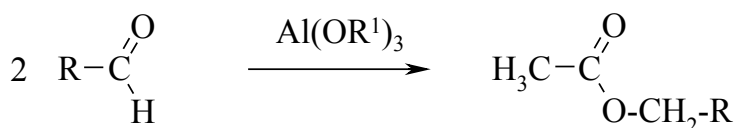
Реакция диспропорционирования (Канницаро). Стадия переноса водорода в виде гидрид-иона – главное в механизме процесса диспропорционирования альдегидов, в результате которого одна молекула окисляется за счет восстановления другой молекулы альдегида:



Формальдегид может диспропорционировать даже в водных растворах, за счет чего при длительном хранении они приобретают кислую реакцию:



Другой пример реакции диспропорционирования – это реакция Тищенко:



Медико-биологическое значение и применение в народном хозяйстве

Муравьиный альдегид обладает способностью свертывать белки. Его 40% водный раствор, называемый формалином, применяется в медицине как дезинфицирующее средство и консервант анатомических препаратов. При вдыхании воздуха, содержащего большое количество формальдегида, развивается явление острого отравления со слезотечением, резким кашлем, чувством стеснения в груди.

Уксусный альдегид легко летучая жидкость. В больших концентрациях обладает неприятным удушливым запахом, в малых концентрациях имеет запах яблок, в которых он и содержится в небольших количествах.

Ацетон в больших количествах используется как растворитель многих органических веществ, а также как исходный продукт для получения хлороформа, иодоформа, искусственного каучука.

Ацетон образуется в организме при сахарном диабете из продуктов неполного окисления жиров – ацетоуксусной, β-гидроксимасляной кислот, он накапливается в крови и появляется в моче.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10. Получение альдегидов

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, фуксинсернистая кислота, дихромат калия, 10%-ная серная кислота, спирали из медной проволоки, глицерин, стаканы на 100 мл, лед, пробирки, изогнутые газоотводные трубки.

Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта оксидом меди (II). Несколько каплями этилового спирта смачивают стенки сухой пробирки. В пламени газовой горелки нагревают спираль из медной проволоки до образования на ее поверхности черного налета оксида меди (II). Раскаленную докрасна спираль опускают в пробирку со спиртом. Операцию повторяют несколько раз. Образовавшийся уксусный альдегид обнаруживают по запаху (в низких концентрациях пахнет зелеными яблоками) и цветной реакции с фуксинсернистой кислотой.

Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта дихроматом калия. В сухую пробирку насыпают 0,5 г дихромата калия, приливают 2 мл 10%-ного раствора серной кислоты и постепенно при встряхивании добавляют 2 мл этилового спирта. Смесь разогревается, происходит изменение ее цвета от оранжево-красного до зеленовато-бурого. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и закрепляют в лапке штатива. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку-приемник с водой. Приемник предварительно помещают в стакан со льдом. Пробирку с реакционной смесью осторожно нагревают на пламени горелки и отгоняют летучие продукты в течение 3-4 мин. Наличие уксусного альдегида в пробирке приемнике определяют по запаху и реакции с фуксинсернистой кислотой.

Получение глицеринового альдегида окислением глицерина дихроматом калия. В пробирку наливают 1 мл 10%-ного раствора дихромата калия, 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты и 1 мл глицерина. Смесь встряхивают, пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают. Пары образующегося глицеринового альдегида пропускают в 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты, налитой в пробирку-приемник, появляется красно-фиолетовое окрашивание.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №10:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Получите пропионовый альдегид тремя различными способами, запишите уравнения соответствующих реакций.
3. Напишите уравнения реакций дегидрирования бутанола-1 и гексанола-1 металлической медью, назовите образующиеся продукты.

4. Получите масляный и пропионовый альдегиды окислением соответствующих спиртов оксидом меди, запишите реакции.
5. Напишите формулы Фишера D- и L-глицеринового альдегида. Назовите их по R,S-номенклатуре.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11. Цветные реакции на карбонильные соединения

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор формальдегида, 10%-ный раствор уксусного альдегида, ацетон, фуксинсернистая кислота, концентрированная серная кислота, 0,5%-ный водный раствор резорцина, 5%-ный раствор нитропрусида натрия, 1 М раствор гидроксида натрия, пипетки, пробирки.

Реакции альдегидов с фуксинсернистой кислотой. В две пробирки наливают по 1 мл прозрачного бесцветного раствора фуксинсернистой кислоты. В первую пробирку добавляют несколько капель 10%-ного раствора формальдегида, а во вторую – такой же объем 10%-ного раствора уксусного альдегида. Через некоторое время в пробирке с формальдегидом появляется фиолетовая окраска, а в пробирке с уксусным альдегидом – фиолетово-розовая.

Качественная реакция на формальдегид с резорцином. В пробирку наливают 2-3 мл 0,5%-ного раствора резорцина и 1 мл 10%-ного раствора формальдегида. На полученную смесь осторожно по стенке пробирки накладывают пипеткой 1-2 мл концентрированной серной кислоты. Наблюдают появление малинового кольца на границе двух жидкостей.

Реакция альдегидов и кетонов с нитропрусидом натрия. В две пробирки наливают по 1 мл дистиллированной воды, затем в одну из них добавляют 2-3 капли уксусного альдегида, а во вторую – такой же объем ацетона. К полученным смесям приливают по несколько капель 1М раствора гидроксида натрия. Наблюдают появление красно-фиолетового окрашивания, которое при стоянии переходит в желтое.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №11:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Какие еще качественные реакции на альдегидную группу вы знаете? Приведите два примера для пропионового альдегида, запишите уравнения реакций.
3. Запишите уравнения реакций «серебряного зеркала» и «медного зеркала» для определения альдегидной группы на примере бутанала и бензальдегида.

4. Одной из качественных реакций на ацетон является синтез его оксима, который можно идентифицировать по четкой температуре плавления (60 °С). Приведите уравнение этой реакции.

5. Одной из качественных реакций на ацетон является синтез из него иодоформа, который можно идентифицировать по характерному запаху. Приведите уравнение этой реакции.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12. Получение иодоформа из ацетона

Реактивы и оборудование: ацетон, иод кристаллический, 10%-ный раствор гидроксида натрия, кристаллический иодид калия, химические стаканы, капельные воронки, пипетки, пробирки, фильтровальная бумага, воронки.

В стакан помещают 2 г иодида калия, приливают 4 мл дистиллированной воды и после растворения соли добавляют 1 г иода. К полученному раствору приливают 10 мл воды. Затем в реакционную массу вводят 2 г ацетона и при перемешивании по каплям добавляют из капельной воронки 10%-ный раствор гидроксида натрия до исчезновения красноватой окраски раствора (приблизительно 2-3 мл). Иодоформ, который при этом выпадает в виде жёлтого кристаллического осадка, через 30 мин отфильтровывают, промывают небольшим количеством воды и высушивают на воздухе.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №12:

1. Запишите постадийный механизм синтеза иодоформа из ацетона.
2. Возможен ли синтез иодоформа из ацетальдегида и ацетофенона? Если да, то запишите уравнения соответствующих реакций.
3. Осуществите синтез хлороформа исходя из изопропилового спирта. Какое преобразование необходимо осуществить на первой стадии?
4. Как в две стадии исходя из пинакона получить иодоформ? Запишите уравнения соответствующих реакций.
5. В чем заключается физиологическое действие на организм иодоформа и хлороформа? Каково их применение?

ГЛАВА VI. Карбоновые кислоты и функциональные производные

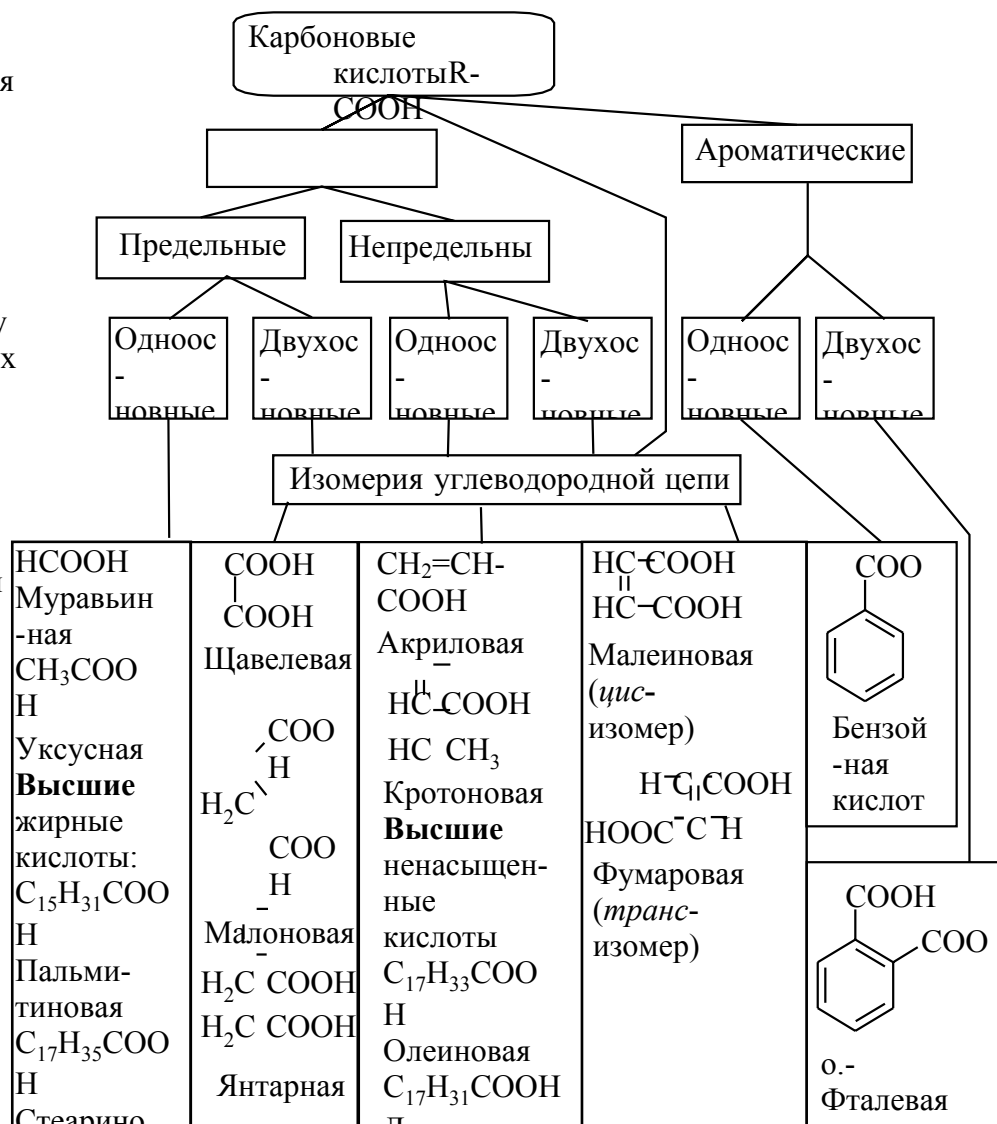
I. Классификация

а) по радикалу

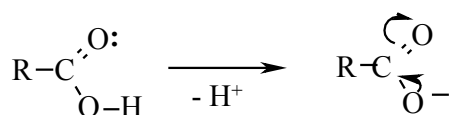
б) по количеству
карбоксильных
групп

II. Изомерия:

III. Отдельные
представители
:



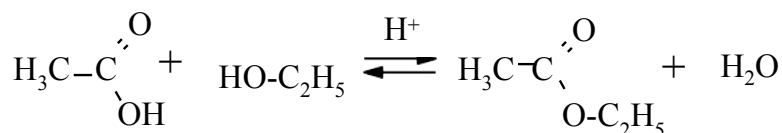
Карбоновые кислоты обладают относительно высокой кислотностью. За счет $-\text{M}$ -эффекта карбонильной группы подвижность атома водорода гидроксильной группы возрастает. При отрыве протона образуется высоко стабильный карбоксилат-анион:



Карбоновые кислоты образуют многочисленные функциональные производные: соли амиды, нитрилы, сложные эфиры, ангидриды, галогенангидриды и другие.

Образование сложных эфиров

Одной из наиболее важных реакций является образование сложных эфиров при взаимодействии кислоты и спирта, реакция этерификации, катализируемая сильными минеральными кислотами:

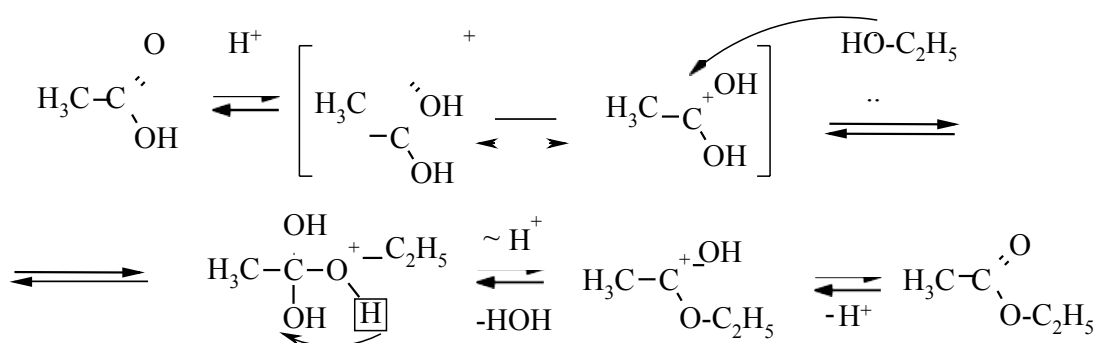


Уксусная кислота

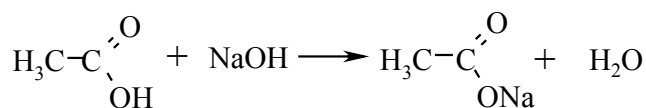
Этиловый спирт

Этилацетат

Механизм реакции:

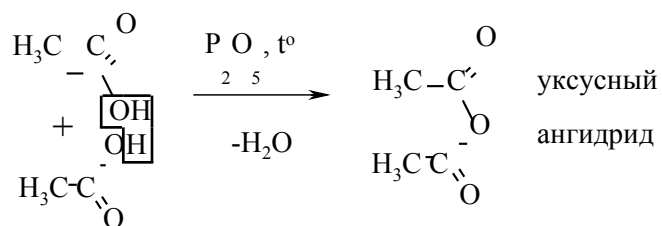


Образование солей

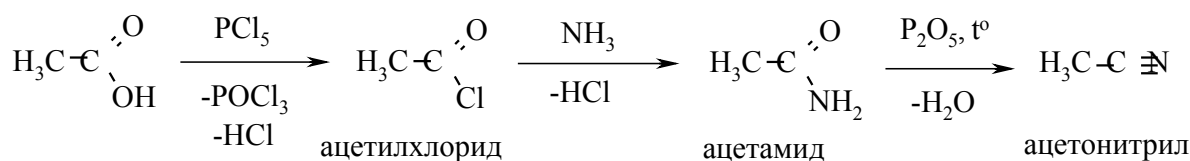


Ацетат натрия

Образование ангидридов



Следующая цепочка показывает, как последовательно можно получить **галогенангидрид, амид и нитрил**:



Применение карбоновых кислот и их производных

Карбоновые кислоты - исходные соединения для получения промежуточных продуктов органического синтеза: галогенангидридов, виниловых эфиров, галогенкислот. Соли карбоновых кислот и щелочных металлов применяют как мыла, эмульгаторы, смазочные масла; соли тяжелых металлов - инсектициды и фунгициды, катализаторы. Эфиры кислот - пищевые добавки, растворители; моно- и диэфиры гликолей и полигликолей пластификаторы, компоненты лаков и алкидных смол; эфиры целлюлозы - компоненты лаков и пластмассы. Амиды кислот эмульгаторы и флотоагенты.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13. Предельные одноосновные карбоновые кислоты

Реактивы и оборудование: карбоновые кислоты (муравьиная, уксусная, масляная, стеариновая), 0,1 М раствор соляной кислоты, этанол, бензол, 10%-ный раствор карбоната натрия, 20%-ный раствор ацетата натрия, металлический магний, оксид меди (II), 3%-ный раствор хлорида железа (III), пробирки, газоотводные трубки, универсальная индикаторная бумага.

Растворимость предельных карбоновых кислот в различных растворителях, сравнение силы кислот

В четыре пробирки вносят по 0,5 мл муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой кислот и добавляют по 2-3 мл воды. Содержимое пробирок тщательно перемешивают, если кислота не растворяется, пробирку нагревают. Отмечают зависимость растворимости карбоновых кислот в воде от молекулярной массы вещества. Опыт повторяют, используя в качестве растворителей спирт и бензол.

Для сравнения силы кислот на полоску индикаторной бумаги наносят по капле растворов органических и соляной кислот и по шкале определяют рН этих растворов.

Свойства уксусной кислоты

Взаимодействие уксусной кислоты с карбонатом натрия. К 1-2 мл 10%-ного карбоната натрия приливают 1 мл ледяной уксусной кислоты. Наблюдают выделение углекислого газа.

Взаимодействие уксусной кислоты с магнием и оксидом меди (II). В пробирку наливают 2 мл уксусной кислоты и добавляют 0,1-0,2 г металлического магния. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся газ через некоторое время поджигают.

В пробирку вносят 0,1-0,2 г оксида меди (II) и 2 мл уксусной кислоты, затем осторожно нагревают ее на пламени горелки. Наблюдают изменение цвета раствора.

Образование и гидролиз ацетата железа (III). В пробирку приливают 3-4 капли 20%-ного раствора ацетата натрия и добавляют столько же количество 3%-ного раствора хлорида железа (III). Наблюдают появление желтовато-красного окрашивания. При кипячении раствора происходит гидролиз полученного ацетата железа с образованием основной соли, которая выпадает в виде красно-бурого хлопьевидного осадка.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №13:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Сравните кислотность муравьиной, уксусной и пропионовой кислот. Расположите их в порядке усиления кислотных свойств, ответ поясните, рассмотрев устойчивость сопряженных оснований.
3. Сравните кислотность уксусной, монохлоруксусной, дихлоруксусной и трихлоруксусной кислот. Расположите их в порядке уменьшения кислотных свойств, ответ поясните, рассмотрев устойчивость сопряженных оснований.
4. Какие свойства проявляет уксусная кислота в реакциях с калием, этилатом натрия, метилмагниййодидом? Запишите уравнения соответствующих реакций. Какой газообразный органический продукт образуется во всех этих реакциях?
5. Исходя из пропионовой кислоты получите этан и бутан, имея в арсенале только неорганические реагенты.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14. Сложные эфиры предельных одноосновных кислот

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, изоамиловый спирт, ледяная уксусная кислота, концентрированная серная кислота, 20%-ный раствор серной кислоты, этилацетат, 30%-ный раствор гидроксида натрия, насыщенный раствор хлорида натрия, водяные бани, термометры, обратные холодильники, лед, колбы, пробирки.

Получение сложных эфиров предельных кислот (реакция этерификации)

Получение этилацетата. В сухую пробирку наливают 2 мл этилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и 2-3 капли концентрированной серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на водяной бане 5-10 мин при температуре около 70°C. Раствор

охлаждают. Для выделения этилацетата к содержимому пробирки приливают 3-4 мл насыщенного раствора хлорида натрия. Этилацетат в процессе высаливания всплывает, образуя слой бесцветной жидкости с приятным запахом.

Получение изоамилацетата. В сухую пробирку наливают 2 мл ледяной уксусной кислоты, 2 мл изоамилового спирта и 2-3 капли концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки тщательно перемешивают. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на кипящей водяной бане 7-10 мин. Затем ее охлаждают, снимают обратный холодильник и переливают содержимое в другую пробирку с 2-3 мл ледяной воды. Изоамилацетат всплывает на поверхности воды с приятным запахом грушевой эссенции.

Гидролиз этилацетата

В три пробирки помещают по несколько капель этилацетата. В первую приливают небольшое количество дистиллированной воды, во вторую – раствор щелочи (30% NaOH), в третью – раствор серной кислоты (20 %). Пробирки встряхивают и нагревают на водяной бане. Через некоторое время убеждаются в том, что в пробирке со щелочью запах эфира быстро исчезает, в пробирке с кислотой он ослабевает, а в пробирке с водой остается без изменений. В пробирке с кислотой удастся обнаружить пары образующейся при гидролизе уксусной кислоты с помощью влажной индикаторной бумажки (серная кислота не летуча). В пробирке с водой не удастся обнаружить кислоту даже в растворе.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №14:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Получите пропилацетат исходя из уксусной кислоты и пропаналя, имея в арсенале только неорганические реагенты.
3. Напишите все стадии механизма синтеза этилового эфира уксусной кислоты.
4. В чем отличие кислотного и щелочного гидролиза сложных эфиров? Приведите уравнения реакций гидролиза изопропилацетата в кислой и щелочной средах.
5. Какой процесс называют переэтерификацией? Запишите уравнение реакции этилацетата с избытком метанола в присутствии концентрированной серной кислоты.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15. Ароматические и двухосновные кислоты и их производные

Реактивы и оборудование: формиат натрия, щавелевой кислоты дигидрат, насыщенный раствор щавелевой кислоты, 1М раствор щавелевой кислоты, 2М раствор гидроксида калия, 10%-ный раствор хлорида кальция, 10%-ный раствор уксусной кислоты, 10%-ная соляная кислота, 10%-ная серная кислота, концентрированная серная кислота известковая вода, метиловый спирт, этиловый спирт, бензойная кислота, аспирин, хлорид железа (III), изогнутые газоотводные трубки, химические воронки, фильтры, пипетки, пробирки.

Получение щавелевой кислоты и ее свойства

Получение оксалата натрия из формиата натрия. В сухую пробирку вносят 1-2 г формиата натрия и нагревают в пламени горелки. Соль плавится, испаряется кристаллизационная вода, а затем формиат натрия затвердевает и начинается его разложение с выделением водорода. В этот момент пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся водород поджигают у конца газоотводной трубки. Нагревание продолжают до полного прекращения выделения водорода. После охлаждения в пробирку добавляют 2-3 мл дистиллированной воды. Остатки плава тщательно перемешивают до их полного растворения. Полученный раствор фильтруют и к фильтрату по каплям добавляют 10%-ный раствор хлорида кальция. Выпавший осадок оксалата кальция делят на две части. К одной приливают 10%-ную соляную кислоту, к другой – 10%-ную уксусную.

Получение калиевых солей щавелевой кислоты. В пробирку наливают 2 мл 1М раствора щавелевой кислоты и добавляют 1 мл 2М раствора гидроксида калия. Выпадает осадок кислой калиевой соли щавелевой кислоты. К осадку добавляют избыток гидроксида калия и наблюдают его растворение.

Декарбоксилирование щавелевой кислоты при нагревании. В сухую пробирку вносят 1 г щавелевой кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с известковой водой, и нагревают. При нагревании щавелевая кислота декарбоксилируется. Выделяющийся CO_2 обнаруживают по помутнению известковой воды.

Получение диметилового эфира щавелевой кислоты. 3 Грамма дигидрата щавелевой кислоты высушивают осторожным нагреванием в сушильном шкафу при температуре 95-100 °С (**Осторожно! При перегревании может произойти разложение щавелевой кислоты**). Переносят кислоту в пробирку и растворяют в 8 мл безводного метанола (**если метиловый спирт содержит следы влаги, предварительно его необходимо высушить**) при кипячении. При последующем охлаждении раствора образуется кристаллический осадок, который можно отфильтровать и высушить на воздухе.

Синтез и гидролиз сложных эфиров ароматических кислот

Получение этилбензоата и его гидролиз. В пробирке растворяют 1 г бензойной кислоты в 3-4 мл спирта и добавляют 7-8 капель конц. H_2SO_4 . При нагревании ощущается мятный запах эфира. При выливании в воду этиловый эфир бензойной кислоты всплывает вверх.

В две пробирки помещают по 1 мл этилбензоата. В первую пробирку доливают примерно 4 мл серной кислоты (1:1), во вторую – такой же объем воды. Нагревают пробирки в течение нескольких минут в пламени горелки. При охлаждении в первой пробирки выпадают белые кристаллы образовавшейся при гидролизе бензойной кислоты, во второй пробирке кристаллы не образуются, так как гидролиз не прошел.

Гидролиз аспирина. Небольшое количество чистого аспирина (без примеси салициловой кислоты), примерно 0,1 г растворяют в 5 мл воды. Часть раствора отливают и испытывают 2-3 каплями раствора хлорида железа. Фиолетовой окраски, характерной для фенолов не образуется. Другую часть раствора аспирина кипятят 2-3 минуты с обратным холодильником и после охлаждения убеждаются в наличии фиолетового окрашивания при добавлении 2-3 капель FeCl_3 . Качественную реакцию на фенольный гидроксил дает образующаяся при гидролизе салициловая кислота.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №15:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Что образуется при взаимодействии спиртов с ангидридами и галогенангидридами карбоновых кислот? Запишите реакции метанола с ацетилхлоридом и пропанола с уксусным ангидридом.
3. В чем отличие гидролиза этилбензоата в кислой и щелочных средах? Запишите уравнения двух этих реакций.
4. Известно, что салициловая кислота может образовывать два типа сложных эфиров по фенольному гидроксилу и по карбоксильной группе. Запишите уравнения реакций получения метилсалицилата и ацетилсалициловой кислоты (аспирина).
5. Объясните тот факт, что салициловая кислота дает качественную реакцию с FeCl_3 , а аспирин нет.

ГЛАВА VII. Амины. Аминокислоты. Пептиды. Белки

Производные аммиака, содержащие в своем составе один, два или три углеводородных радикала называются аминами. Классифицироваться они могут в зависимости от того, сколько углеводородных заместителей находится в амине:



аммиак



первичный
амин



вторичный
амин

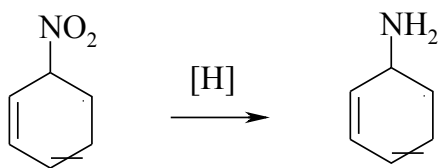


третичный амин

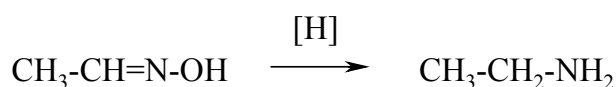
Основные методы синтеза:

1) Восстановление азотсодержащих соединений:

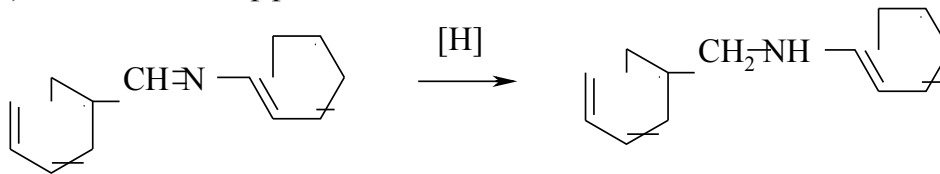
а) нитросоединений



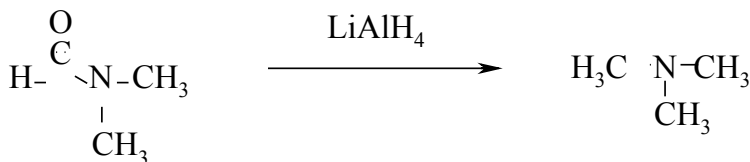
б) оксимов



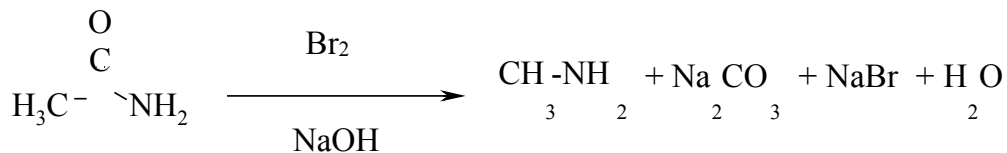
в) оснований Шиффа



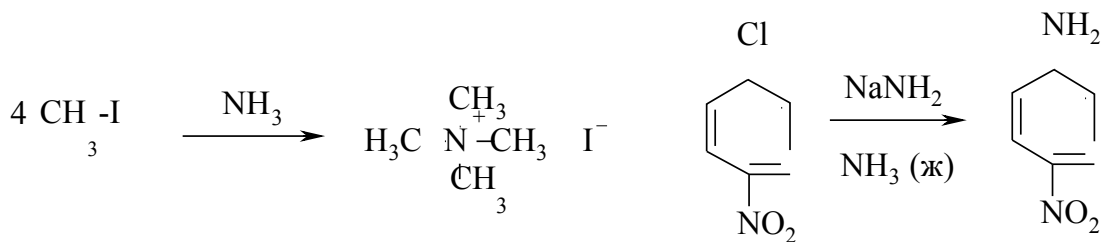
г) амидов



2) Перегруппировка Гофмана:



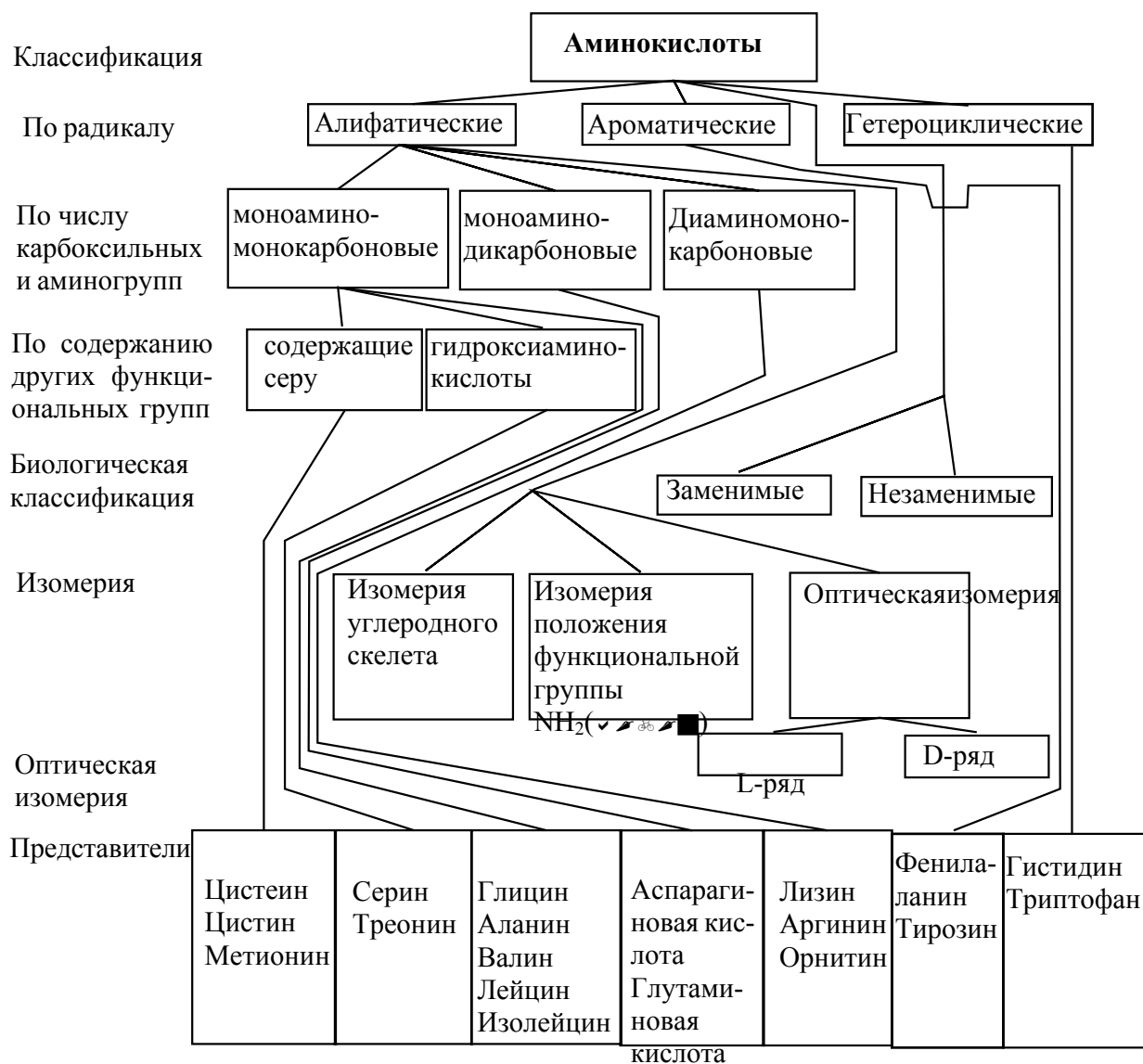
3) Нуклеофильное замещение алифатических и ароматических галогенпроизводных:



Физиологическое действие аминов

Амины являются очень токсичными веществами. Опасно как вдыхание их паров, так и контакт с кожей. Амины, например анилин, способны всасываться сквозь кожу в кровь и нарушать функции гемоглобина, что может привести к летальному исходу. Симптомами отравления крови амином являются посинение кончиков пальцев, носа, губ, одышка, учащенное дыхание и сердцебиение, потеря сознания. Большинство алкалоидов являются аминами (некоторые амидами).

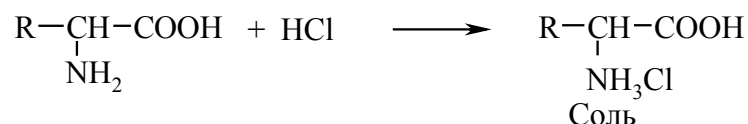
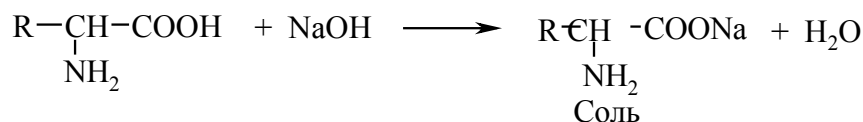
α -Аминокислоты – это производные карбоновых кислот у которых атом водорода при α -углеродном атоме замещен на аминогруппу (NH_2).



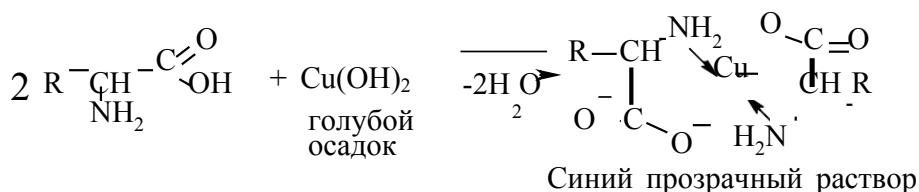
Химические свойства α-аминокислот

Химические свойства аминокислот определяются как карбоксильной, так и аминогруппой, и специфическими реакциями, обусловленными наличием обеих этих групп.

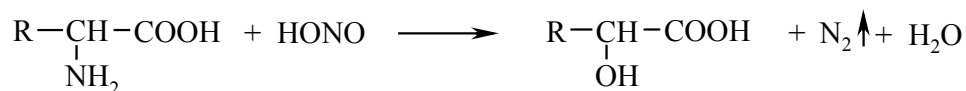
Образование солей (с основаниями и кислотами):



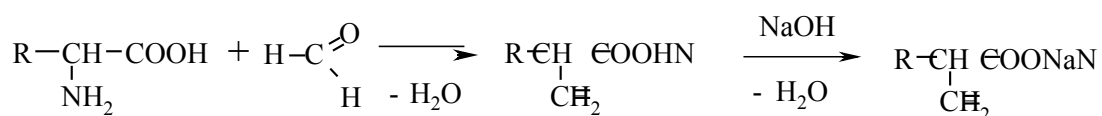
Образование внутрикомплексных солей (хелатов):



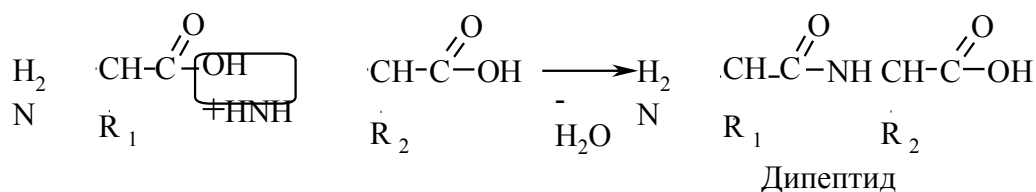
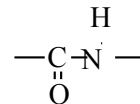
Реакция с азотистой кислотой (Реакция Ван-Слайка) лежит в основе газометрического определения количества аминокислот:



Реакция с формальдегидом (метод Сёренсена) используется для количественного титриметрического определения аминокислот:



Аминокислоты способны к реакциям образования **сложных эфиров**, **галогенангидридов**, **амидов** по карбоксильной группе, а также замещения по радикалу. Аминокислоты способны к образованию **пептидов**, схематически реакция идет следующим образом (участие COOH- и NH₂-группы рядом стоящих аминокислот), образуется пептидная связь:



Качественные реакции на белок и входящие в него аминокислоты

Биуретовая реакция (на пептидную связь) – в щелочной среде при добавлении раствора сульфата меди образуется фиолетовое окрашивание.

Нингидриновая реакция (на α -аминокислоты) – при добавлении раствора нингидрина развивается сине-фиолетовая окраска.

Ксантопротеиновая реакция (на ароматические аминокислоты) – при добавлении концентрированной азотной кислоты и последующем нагревании развивается желтое окрашивание.

Реакция Фоля (на серосодержащие аминокислоты) – в щелочной среде при добавлении раствора уксуснокислого свинца и нагревании развивается темно-коричневое окрашивание.

Применение аминокислот и биологические функции белков

Важной особенностью аминокислот является их способность к поликонденсации, приводящей к образованию полиамидов, в том числе пептидов, белков, нейлона, капрона и др. Аминокислоты входят в состав спортивного питания и комбикорма. Аминокислоты применяются в пищевой промышленности в качестве вкусовых добавок, например, глутамат натрия. Так же как и другие биологические макромолекулы (полисахариды, липиды) и нуклеиновые кислоты, белки – необходимые компоненты всех живых организмов, они участвуют в большинстве жизненных процессов клетки. Белки осуществляют обмен веществ и энергетические превращения. Белки входят в состав клеточных структур — органелл, секретируются во внеклеточное пространство для обмена сигналами между клетками, гидролиза пищи и образования межклеточного вещества.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16. Свойства аминов алифатического ряда

Реактивы и оборудование: 0,2М растворы аммиака, первичного, вторичного и третичного аминов, универсальная индикаторная бумага, хлорид метиламмония, натронная известь, концентрированная соляная кислота, 3%-ный раствор хлорида железа (III), 3%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор нитрита натрия, ледяная уксусная кислота, пробирки, изогнутые газоотводные трубки, пробирки.

Сравнение основных свойств первичных, вторичных, третичных аминов и аммиака. На полоски универсальной бумаги наносят по капле

растворов первичного, вторичного, третичного аминов и аммиака. Сравнивают окраску пятен на индикаторных бумажках со шкалой pH и определяют значение pH исследуемых аминов и аммиака.

Образование солей аминов. В сухую пробирку помещают 0,5-1 г хлорида метиламмония и 1-2 г натронной извести. Смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Реакционную смесь разогревают. К отверстию пробирки, из которой выделяется газообразный метиламин, подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Палочка окутывается туманом. Метиламин взаимодействует с соляной кислотой с образованием твердой соли – хлорида метиламмония.

В две пробирки наливают по 2 мл 3%-ного раствора хлорида железа (III) и 3%-ного раствора сульфата меди (II). Через оба раствора пропускают газообразный метиламин. В пробирке с FeCl_3 выпадает бурый осадок, в пробирке с CuSO_4 – осадок голубого цвета, который растворяется в избытке метиламина с образованием комплексной соли ярко-синего цвета.

Взаимодействие первичных аминов с азотистой кислотой. Эту реакцию используют как качественную реакцию на первичные амины алифатического ряда. В пробирку с 0,2 г хлорида метиламмония приливают 1 мл воды, а затем, после растворения соли, вносят 1 мл 10%-ного раствора нитрита натрия. Смесь тщательно перемешивают. При добавлении к реакционной смеси нескольких капель ледяной уксусной кислоты выделяется азот в виде мелких пузырьков.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №16:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Сравните основность аммиака, метиламина, диметиламина и триметиламина. Расположите их в ряд по уменьшению основных свойств. Ответ объясните, рассмотрев устойчивость сопряженных кислот.
3. Напишите реакцию взаимодействия триэтиламина с пероксидом водорода (реакция Коупа). Какие продукты образуются при термическом расщеплении продукта реакции Коупа?
4. Напишите реакцию термического разложения гидроксида тетраэтиламмония. Дайте названия образующимся продуктам.
5. Напишите уравнение взаимодействия амида пропионовой кислоты со щелочным раствором хлора. Какой амин при этом образуется?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 17. Ароматические амины. Анилин

Реактивы и оборудование: анилин, концентрированные растворы соляной кислоты и гидроксида натрия, бихромат калия, конц. серная кислота, воздушный холодильник, круглодонная колба на 250 мл, термометр на 200

$^{\circ}\text{C}$, плоскодонная или колба Эрленмейера на 100-150 мл, фенолфталеин, универсальная индикаторная бумага.

Очистка анилина перегонкой. Собирают прибор для перегонки анилина как показано на рисунке. В круглодонную колбу помещают 100 мл загрязненного анилина и несколько кусочков битого фарфора. Нагревают колбу в пламени газовой горелки лижущем пламенем. Сначала собирают немного мутный анилин в смеси с водой, затем меняют колбу-приемник и собирают чистый анилин, который стекает с носика аллонжа в виде светло-желтых маслянистых капель. При этом следят за температурой кипения, которая должна составлять 184°C . Получают около 80 мл перегнанного анилина. Этого количества достаточно для выполнения последующих опытов лабораторной работы всей группой.

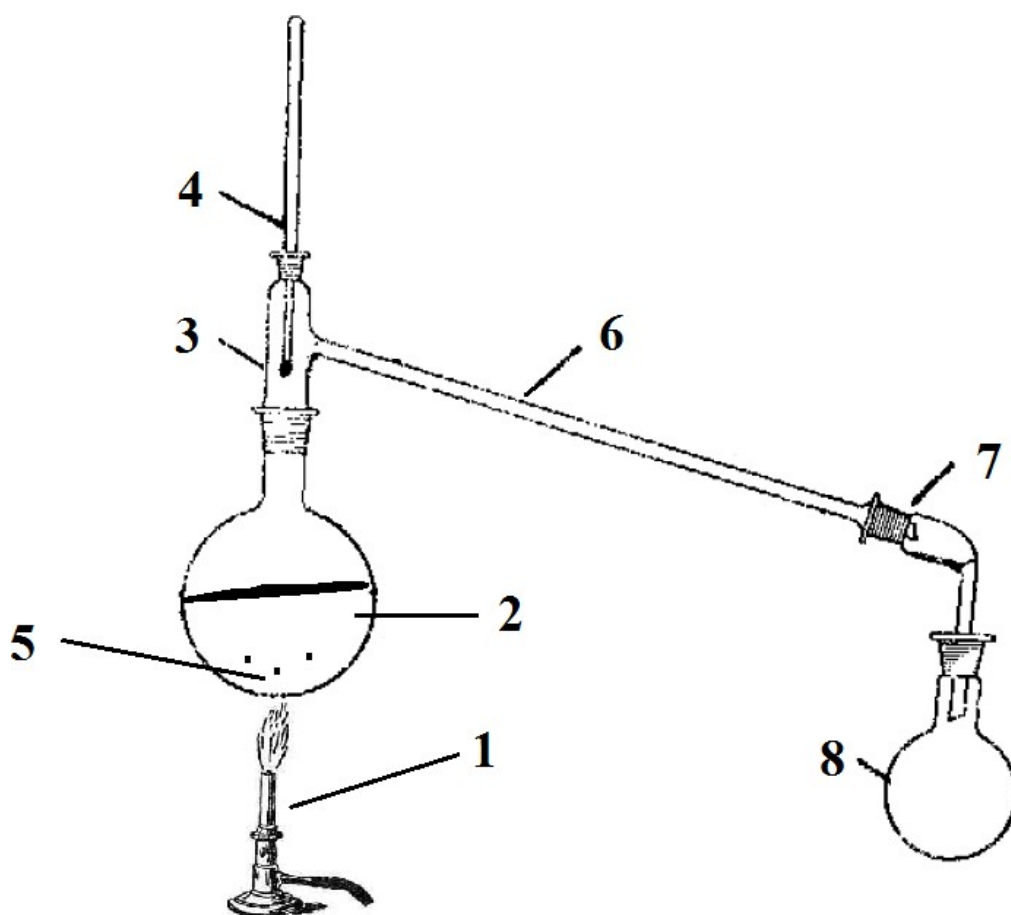


Рисунок 1. Перегонка анилина.

1 – газовая горелка, 2 – перегонная колба (объем перегонной жидкости не должен превышать $2/3$ объема колбы), 3 – насадка Вюрца, 4 – термометр, 5 – кипяtilьные камешки (кусочки битого фарфора), 6 – нисходящий воздушный холодильник, 7 – аллонж, 8 – колба-приемник.

Отношение анилина к индикаторам. К 100 мл воды в демонстрационном стакане прибавляют 1 мл анилина и взбалтывают смесь стеклянной палочкой. Половину раствора отливают в другой такой же стакан. После этого к одной

половине раствора приливают раствор фенолфталеина, в другую опускают полоску универсальной индикаторной бумаги. Изменяется ли окраска индикаторов?

Взаимодействие анилина с кислотами. В пробирку с 5 мл воды наливают около 0,3 мл анилина. Смесь взбалтывают. Убеждаются, что анилин почти не растворился в воде. Добавляют по каплям концентрированную соляную кислоту. Анилин растворяется. Составляют уравнение реакции образования хлористоводородного анилина. К раствору соли анилина добавляют по каплям концентрированный раствор щелочи. Снова выделяется анилин в виде маслянистой жидкости. Составляют уравнение реакции.

Взаимодействие анилина с бромной водой. В колбе растворяют при встряхивании в 10 мл воды 1 мл анилина. К полученному раствору (эмульсии) добавляют бромную воду до образования белого осадка. Составляют уравнение реакции.

Окисление анилина. В 100 мл воды растворяют 2 г бихромата калия $K_2Cr_2O_7$ и 1 мл концентрированной серной кислоты. К полученному раствору добавляют по 1 мл анилина и концентрированной соляной кислоты. Смесь перемешивают стеклянной палочкой. В образующийся раствор быстро вносят кусок хлопчатобумажной ткани. Краситель с тканью нагревают, затем ткань достают, отжимают валиком на гладкой поверхности и развешивают на стеклянных палочках.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №17:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Сравните основность метиламина и анилина. Ответ обоснуйте, рассмотрев устойчивость сопряженных кислот.
3. В чем отличие реакции анилина, метилфениламина и диметилфениламина с азотистой кислотой? Запишите уравнения соответствующих реакций.
4. Какие соединения называются основаниями Шиффа? Напишите уравнение реакции получения бензальанилина.
5. Как получить *пара*-броманилин без примеси *орто*-изомера, исходя из анилина. Напишите уравнения всех последовательных стадий.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 18. Свойства α -аминокислот

Реактивы и оборудование: глицин (1%-ный раствор), 0,1 %-ные растворы соляной кислоты и гидроксида натрия, 10%-ный раствор гидроксида натрия, карбонат меди (II), нитрит натрия (5%-ный раствор), соляная кислота (конц.), 0,1 %-ный раствор нингидрина, фенолфталеин, универсальная индикаторная бумага, пробирки, пипетки, газовые горелки.

Амфотерные свойства α -аминокислот. В одну пробирку наливают несколько мл 0,1 %-ного раствора соляной кислоты, а в другую примерно столько же 1%-ного раствора глицина. Полоску универсальной индикаторной бумаги опускают сначала в соляную кислоту и быстро сравнивают окраску со шкалой. Затем ту же самую бумажку опускают в раствор глицина и отмечают, изменилась ли окраска индикаторной бумаги. Далее в отдельную пробирку наливают 1 мл 0,1%-ного раствора щелочи и добавляют несколько капель фенолфталеина, отмечают окраску раствора. Туда же приливают равное количество раствора глицина и отмечают изменения в окраске раствора.

Образование комплексов α -аминокислот с медью. В пробирку помещают одну лопаточку сухого карбоната меди (II) и добавляют 1 мл раствора глицина. Пробирку нагревают в пламени горелки, отмечают появившееся окрашивание. Полученный раствор осторожно декантируют с осадка в другую пробирку и добавляют в нее 2-3 капли 10%-ного раствора гидроксида натрия.

Реакция α -аминокислот с формальдегидом (метод Сёренсена). Возьмите две пробирки. В пробирку №1 поместите 0,5 мл 1%-го раствора глицина и 1 каплю раствора индикатора метилового красного. Раствор приобретает желтую окраску (нейтральная среда). В пробирку №2 поместите 0,5 мл формалина и 1 каплю раствора индикатора метилового красного. Раствор в пробирке №2, имеющий красную окраску (кислая среда), осторожно нейтрализуйте добавлением 10%-го раствора гидроксида натрия с помощью пипетки до появления желтого окрашивания. Смешайте содержимое двух пробирок. Отметьте появление красного окрашивания.

Реакция α -аминокислот с азотистой кислотой (метод Ван-Слайка). Смешайте в пробирке 0,5 мл 1%-го раствора глицина и равный объем 5%-го раствора нитрита натрия. Добавьте 2 капли концентрированной соляной кислоты. Смесь взболтайте. Наблюдается ли выделение пузырьков газа?

Качественная реакция на α -аминокислоты (нингидринная реакция). В пробирку поместите 0,2 мл 1%-го раствора глицина и 5 капель 0,1%-го раствора нингидрина. Содержимое пробирки встряхните и нагрейте в пламени горелки. Какое окрашивание приобретает раствор?

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №18:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Запишите уравнение реакций, характеризующие амфотерные свойства аланина. Какие виды солей могут при этом образовываться?
3. На примере аланина объясните, в чем заключается сущность методов Сёренсена и Ван-Слайка. Запишите уравнения соответствующих реакций.
4. Напишите реакции образования комплекса с медью, взяв для примера аминокислоты аланин и валин.
5. Назовите и напишите формулы незаменимых α -аминокислот. Почему эти аминокислоты называются незаменимыми?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 19. Пептиды и белки

Реактивы и оборудование: тирозин (1%-ный раствор), раствор яичного белка, конц. раствор азотной кислоты, конц. раствор аммиака, цистеин (1%-ный раствор), ацетат свинца (II), глицин (1%-ный раствор), 10%-ный раствор гидроксида натрия, сульфат меди (II) (25%-ный раствор), водный раствор аммиака (25%), пробирки, пипетки, газовые горелки.

Обнаружение ароматических α -аминокислот в белке (ксантопротеиновая реакция). Возьмите две пробирки. В пробирку №1 поместите 5 капель 1%-го раствора тирозина, а в пробирку №2 - такой же объем раствора яичного белка. В каждую пробирку добавьте по 3 капли концентрированной азотной кислоты и нагрейте. Отметьте появление окрашивания. Пробирки охладите и в каждую по каплям добавляйте концентрированный раствор аммиака.

Обнаружение меркаптогруппы в цистеине (реакция Фоля). Возьмите две пробирки. В пробирку №1 поместите 5 капель 1%-го раствора цистеина, а в пробирку №2 - такой же объем раствора белка. В каждую пробирку добавьте по 3 капли 10%-го раствора гидроксида натрия. Содержимое пробирок нагрейте до кипения и в каждую пробирку добавьте по 3 капли раствора ацетата свинца (II). Отметьте окраску образующегося осадка.

Обнаружение пептидной группы (биуретовая реакция). Возьмите две пробирки. В пробирку №1 поместите 5 капель 1%-го раствора глицина, а в пробирку №2 - 5 капель раствора яичного белка. В каждую пробирку добавьте равный объем 10%-го раствора гидроксида натрия, а затем по 2-3 капли 25%-го раствора сульфата меди (II). В какой из пробирок появляется красно-фиолетовое окрашивание?

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №19:

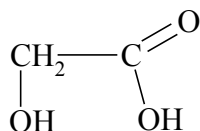
1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Напишите формулу трипептида, который бы давал положительную реакцию Фоля. Назовите его, укажите С-концевую и N-концевую аминокислоты.
3. Напишите формулу дипептида, который бы давал положительную ксантопротеиновую реакцию. Назовите его, укажите С-концевую и N-концевую аминокислоты.
4. Какая связь называется пептидной? Составьте трипептид ала-гли-вал. Укажите С-концевую и N-концевую аминокислоты. Какой качественной реакцией можно открыть пептидную связь?
5. Можно ли с помощью биуретовой реакции различить раствор α-аминокислоты и белка? Если да, то поясните, как это сделать.

ГЛАВА VIII. Оксо- и гидроксикислоты

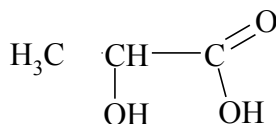
Гидроксикислоты – это органические соединения, содержащие пару функциональных групп: карбоксильную и спиртовую.

Классификация:

1. Одноосновные двухатомные:

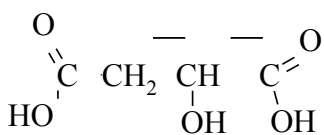


гликолевая кислота



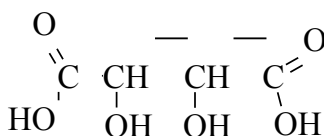
**молочная кислота
(лактат)**

2. Двухосновные трехатомные:



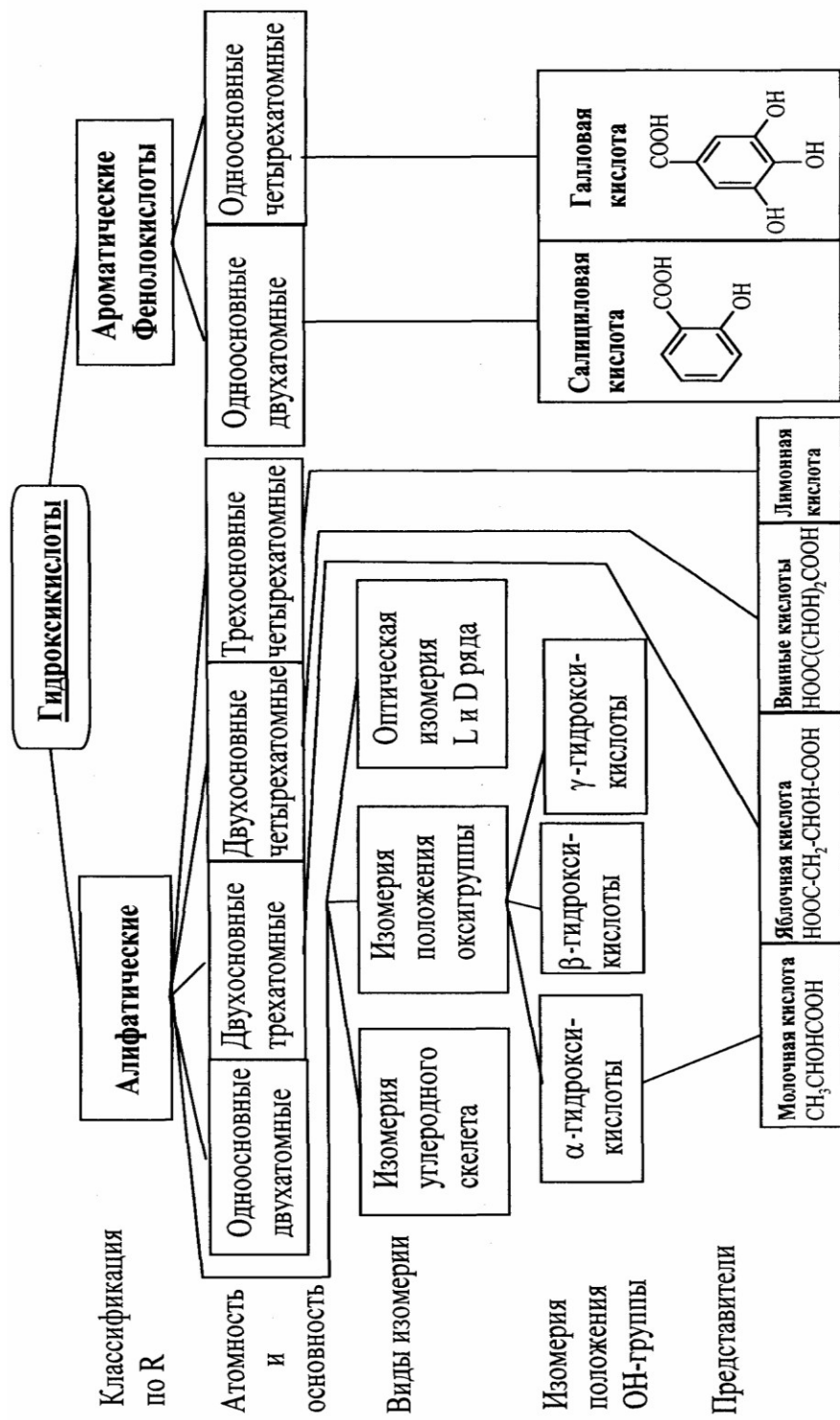
яблочная кислота(малат)

3. Двухосновные четырехатомные:

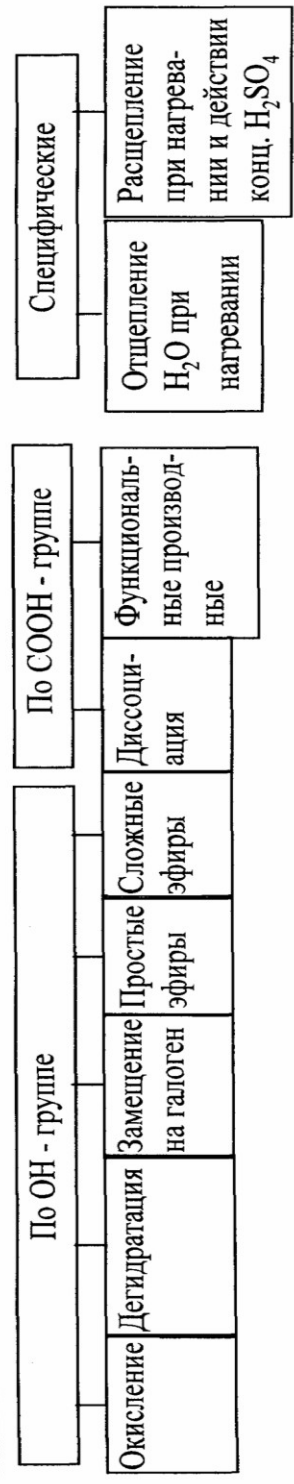


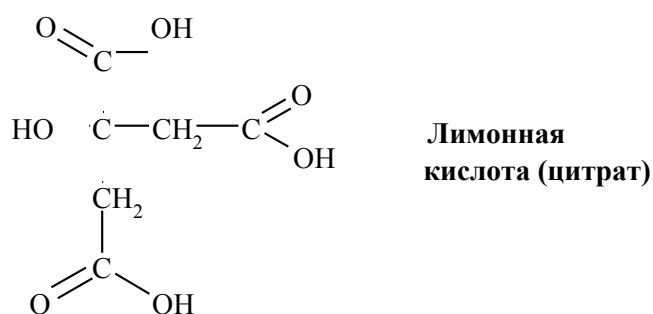
**винная кислота
(тартрат)**

4. Трехосновные четырехатомные:

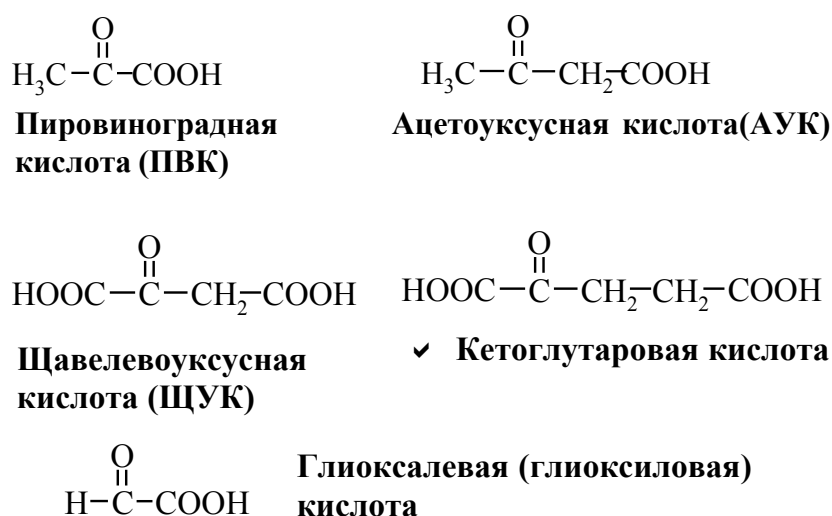


Химические свойства





Оксокислоты – это соединения, содержащие одновременно карбоксильную и альдегидную (или кетонную) группу. В соответствии с этим различают альдегидокислоты и кетокислоты:



Биологическое значение и применение оксо- и гидроксикислот

Гидроксикислоты весьма широко распространены в природе, а их название отражает первичный природный источник, в котором было найдено данное вещество. Многие гидроксикислоты получили применение в косметике, в качестве [кератолитиков](#). Название, правда, маркетологи немного изменили на «фруктовые кислоты». Кетокислоты участвуют в различных биохимических процессах, являясь промежуточными продуктами белкового, [углеводного](#) и жирового обмена. При патологических состояниях, связанных с нарушениями обмена, содержание кетокислот в тканях и крови резко возрастает. Большое теоретическое значение имеет, в связи с вопросами таутомерии и двойственной реакционной способности, этиловый эфир ацетоуксусной кислоты, так называемый ацетоуксусный эфир (АУЭ). АУЭ широко применяется в органическом синтезе как исходное вещество для получения кетонов, карбоновых кислот, производных гетероциклов, представляющих интерес в качестве лекарственных препаратов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №20. Свойства α -гидроксикислот

Реактивы и оборудование: молочная кислота, серная кислота, 1%-ный раствор хлорида железа (III), 1%-ный раствор фенола, уксусная кислота, 5%-ный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор лимонной кислоты, 5%-ный раствор хлорида кальция, 10%-ный раствор аммиака, 10%-ный раствор винной кислоты, 5%-ный раствор гидроксида калия, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 2%-ный раствор сульфата меди (II), стеклянные палочки, пробирки, пипетки, лакмусовая бумага.

Свойства молочной кислоты

Реакции молочной кислоты с хлоридом железа (III). К 1 мл 1%-ного раствора фенола добавляют несколько капель 1%-ного раствора FeCl_3 . Раствор становится фиолетовым. Его делят на 2 части. К одной части добавляют 0,5 мл молочной кислоты, к другой – 0,5 мл уксусной кислоты. В пробирке с молочной кислотой появляется характерное для α -гидроксикислот зеленовато-желтое окрашивание.

Окисление молочной кислоты перманганатом калия в кислой среде. В пробирку наливают 0,5 мл молочной кислоты, 0,5 мл разбавленной серной кислоты (1:2) и 1 мл 5%-ного раствора перманганата калия. Смесь осторожно перемешивают стеклянной палочкой и отмечают наблюдаемые в пробирке изменения.

Свойства лимонной кислоты. В пробирку вносят 1 мл раствора лимонной кислоты, который затем нейтрализуют 10%-ным раствором аммиака, приливая его по каплям при перемешивании до нейтральной реакции среды. К полученному раствору цитрата аммония добавляют 1 мл 5%-ного раствора хлорида кальция. Раствор осторожно нагревают до кипения. Выпадает осадок цитрата кальция.

Свойства винной кислоты

Получение кислых и средних солей винной кислоты. В пробирку поместите 3-4 капли 10%-го раствора винной кислоты и 3-4 капли 5%-го раствора гидроксида калия и встряхните. Постепенно начинает выделяться белый кристаллический осадок малорастворимой в воде кислой калиевой соли винной кислоты (гидротартрата калия). Если осадок не выпадает, то охладите пробирку под струей воды и потрите внутреннюю стенку пробирки стеклянной палочкой. Добавьте в пробирку 10 капель 10%-го раствора гидроксида натрия. Кристаллический осадок постепенно растворяется, так как образуется хорошо растворимая в воде смешанная калиево-натриевая соль винной кислоты. Раствор тартрата калия-натрия сохраните для следующего опыта.

Комплексообразующие свойства винной кислоты (реакция на диольный фрагмент). В две пробирки поместите по 3-4 капли 2%-го раствора сульфата меди(II) и 10%-го раствора гидроксида натрия. Выпадает голубой осадок гидроксида меди (II). В пробирку №1 прибавьте раствор тартрата калия-натрия, полученный в предыдущем опыте, осадок гидроксида меди (II) растворится с образованием ярко-синего раствора. Обе пробирки нагрейте в пламени горелки, в пробирке №1 изменения не наблюдаются, в пробирке №2 голубой осадок гидроксида меди (II) превращается в оксид меди (II) черного цвета.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №20:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Напишите трехмерные и фишеровские формулы энантиомеров молочной кислоты и назовите их по D,L- и R,S-номенклатурам.
3. Напишите все возможные стереоизомеры винной кислоты. Почему общее количество оптических изомеров не соответствует формуле $N = 2^n$.
4. Обладает ли β -гидрокипропионовая кислота как и α -гидрокипропионовая (молочная) оптической активностью? Ответ поясните.
5. Напишите реакции лимонной кислоты с этиловым спиртом в присутствии концентрированной серной кислоты, при условии, что в одном случае образуется простой эфир, а в другом – сложный.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 21. Кетокислоты. Ацетоуксусный эфир

Реактивы и оборудование: молочная кислота, 1%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 2%-ный раствор нитропруссиды натрия, 10%-ный раствор гидроксида натрия, ацетоуксусный эфир, бромная вода (насыщенная), 2%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор серной кислоты, известковая вода, 2%-ный раствор хлорида железа (III), лед, универсальная индикаторная бумага, фильтровальная бумага, химические воронки, пробирки, газоотводные трубки.

Получение пировиноградной кислоты окислением молочной кислоты. В пробирку наливают 0,5 мл молочной кислоты, которую нейтрализуют, прибавляя по каплям 10%-ный раствор карбоната натрия. Затем добавляют 2-3 мл 5%-ного раствора перманганата калия. Содержимое пробирки тщательно перемешивают и доводят до кипения на газовой горелке. Фиолетово-розовая окраска перманганата исчезает и выпадает бурый осадок

оксида марганца (IV). Полученный раствор фильтруют. Для обнаружения пировиноградной кислоты проводят качественную реакцию на кетогруппу. Для этого к фильтрату приливают 1 мл 2%-ного раствора нитропруссид натрия и 1 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Раствор окрашивается в оранжево-красный цвет. При добавлении нескольких капель концентрированной уксусной кислоты раствор становится вишнево-красным.

Свойства ацетоуксусного эфира

Реакция ацетоуксусного эфира с раствором гидроксида натрия. В пробирку наливают 1 мл ацетоуксусного эфира и по каплям при встряхивании добавляют 2%-ный раствор гидроксида натрия до полного растворения ацетоуксусного эфира. К полученному прозрачному раствору приливают 10%-ный раствор соляной кислоты до кислой реакции. Ацетоуксусный эфир выделяется в виде маслянистого слоя.

Реакция ацетоуксусного эфира с хлоридом железа (III) и бромом. Растворяют 1-2 капли ацетоуксусного эфира в 2 мл воды и прибавляют 1 каплю 2%-ного раствора хлорида железа (III). Постепенно появляется фиолетовое окрашивание, обусловленное образованием комплексной железной соли енольной формы ацетоуксусного эфира. При добавлении нескольких капель бромной воды окраска исчезает, но через несколько секунд вновь появляется. При повторном добавлении бромной воды окраска снова исчезает.

Кетонное расщепление ацетоуксусного эфира. В пробирку наливают 1 мл ацетоуксусного эфира и 2 мл 10%-ного раствора серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой, конец которой опускается в другую пробирку, содержащую 3 мл известковой воды. Реакционную смесь перемешивают встряхиванием и осторожно нагревают до кипения. Происходит гидролиз ацетоуксусного эфира и декарбоксилирование ацетоуксусной кислоты. Выделяющийся CO_2 обнаруживают по помутнению известковой воды. Затем отгоняют несколько капель жидкости в пустую пробирку, охлаждаемую ледяной водой. В пробирку-приемник добавляют около 1 мл воды и в полученном растворе определяют ацетон реакцией с нитропруссидом натрия.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №21:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Приведите все стадии механизма получения ацетоуксусного эфира кляйзеновской конденсацией этилацетата.
3. Какой кетон образуется при кетонном расщеплении этил-3-оксо-2-этилбутаноата? Запишите уравнение этой реакции.

4. Запишите кето-енольное таутомерное равновесие, характерное для пировиноградной кислоты.

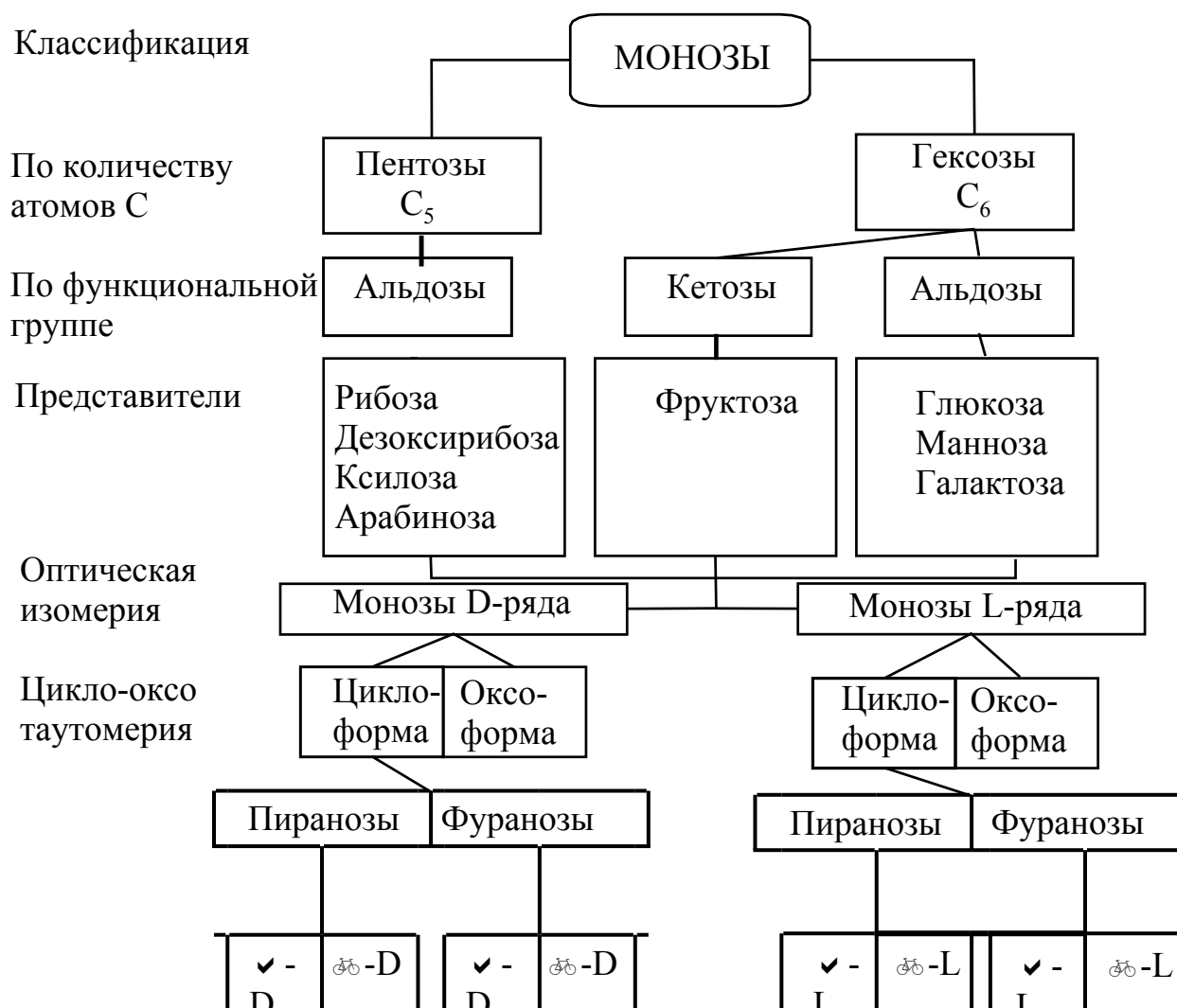
5. Пировиноградная кислота в организме подвергается метаболической реакции восстановления при участии ферментов дегидрогеназ и системы НАД•Н₂ (никотинамидадениндинуклеотид восстановленный). Запишите уравнение реакции и определите конфигурацию продукта по D,L- и R,S-номенклатурам.

ГЛАВА IX. Углеводы

Углеводы – это альдегиды или кетоны многоатомных спиртов или продукты их поликонденсации.

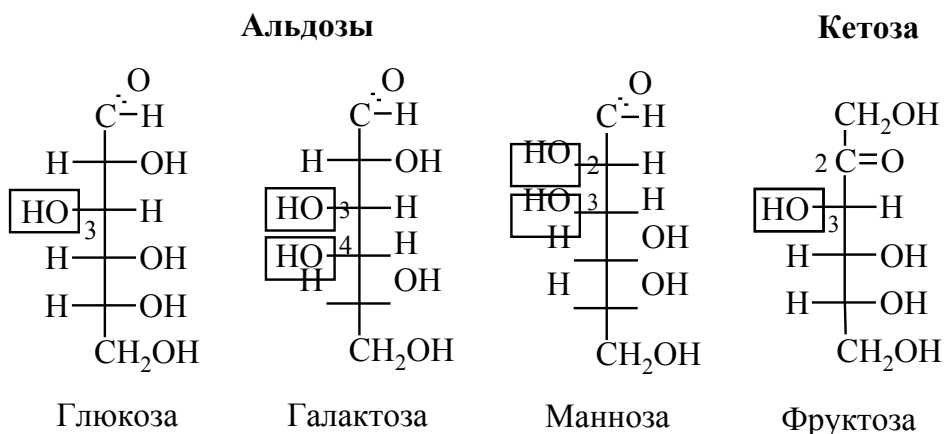
Моносахариды (монозы) – неделимая единица углеводов, имеют общую формулу C_nH_{2n}O_n, мономеры более сложных сахаров.

Классификация

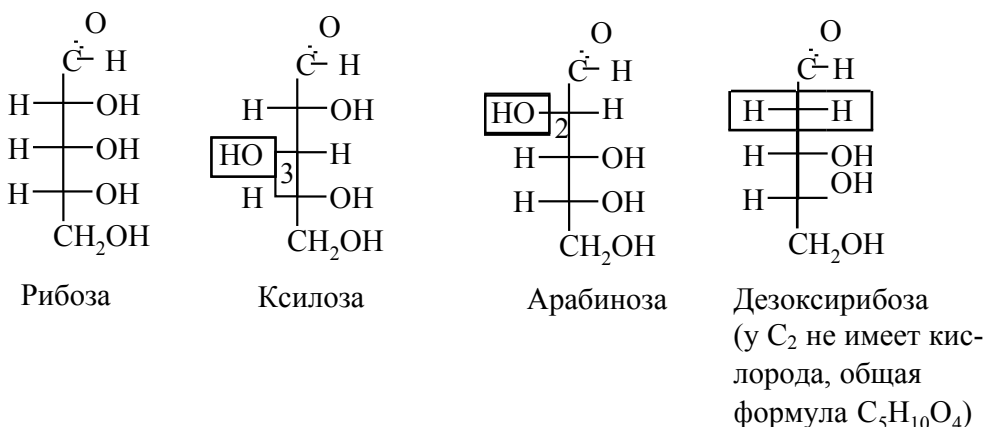


Моносахариды, содержащие альдегидную группу, называются альдозами; моносахариды, содержащие кетонную группу (обычно у C_2) – кетозами. В зависимости от длины углеродной цепи различают: пентозы (C-5), гексозы (C-6) и др.

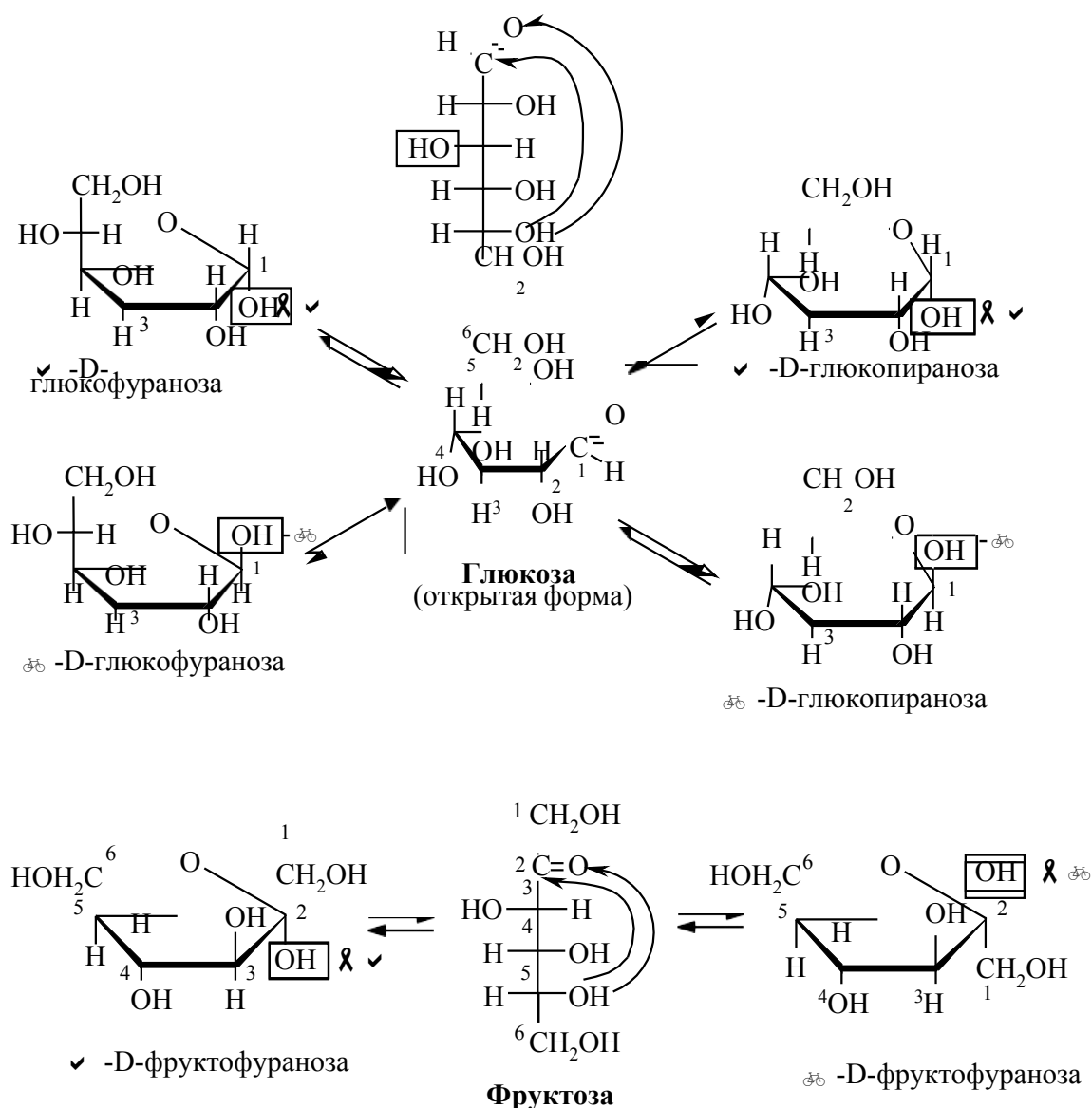
Гексозы имеют общую формулу $C_6H_{12}O_6$, они являются по отношению друг к другу диастереомерами (конфигурационными изомерами), различаются расположением Н- и ОН-групп вокруг углеродного скелета



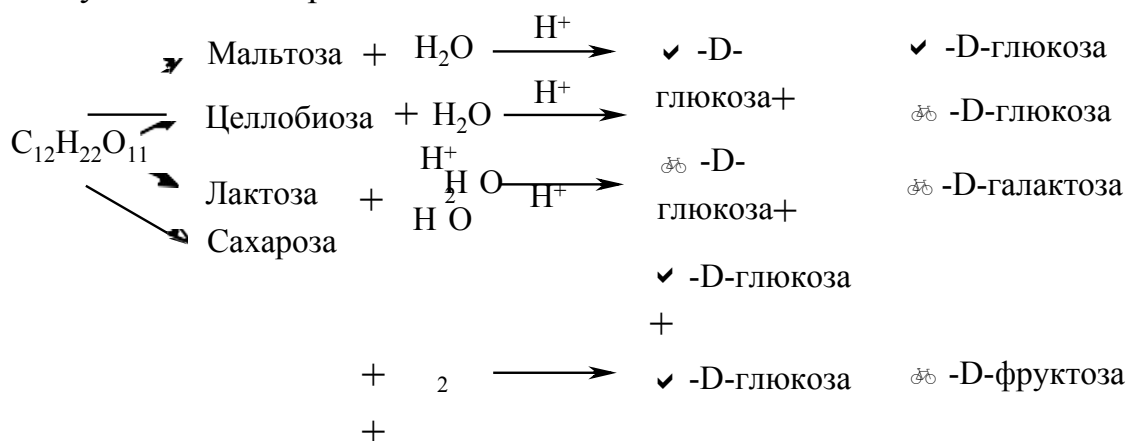
Пентозы имеют общую формулу $C_5H_{10}O_5$



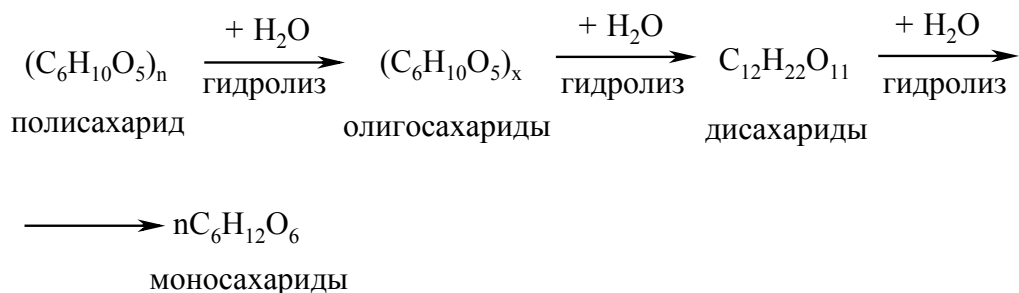
В растворе моносахариды могут существовать в циклических (пиранозных и фуранозных) формах:



Дисахариды (биозы) – это углеводы с общей формулой $C_{12}H_{22}O_{11}$, состоящие из двух моносахаридов одинаковой или разной природы, связанные между собой О-гликозидной связью; различают восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. В природе наиболее распространены следующие дисахариды:



Полисахариды (полиозы) – это биополимеры, которые состоят из большого количества моносахаридов. Полисахариды легко гидролизуются в кислой среде, устойчивы в щелочных средах, гидролиз происходит ступенчато:



Биологическая роль углеводов

В живых организмах углеводы выполняют следующие функции:

Структурная и опорная функции. Углеводы участвуют в построении различных опорных структур. Так целлюлоза является основным структурным компонентом клеточных стенок растений, хитин выполняет аналогичную функцию у грибов, а также обеспечивает жесткость экзоскелета членистоногих.

Защитная роль у растений. У некоторых растений есть защитные образования (шипы, колючки и др.), состоящие из клеточных стенок мертвых клеток.

Пластическая функция. Углеводы входят в состав сложных молекул (например, пентозы (рибоза и дезоксирибоза) участвуют в построении АТФ, ДНК и РНК).

Энергетическая функция. Углеводы служат источником энергии при их окислении.

Запасающая функция. Углеводы выступают в качестве запасных питательных веществ: гликоген у животных, крахмал и инулин - у растений.

Рецепторная функция. Олигосахариды входят в состав воспринимающей части многих клеточных рецепторов или молекул-лигандов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 22. Свойства моносахаридов

Реактивы и оборудование: 1%-ный раствор глюкозы, 1%-ный раствор фруктозы, 5%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия, 5%-ный раствор нитрата серебра, 10%-ный раствор аммиака, 1%-ный раствор резорцина, пипетки, пробирки, электроплитки.

Доказательство наличия диольного фрагмента в глюкозе.

В пробирку помещают 0,5 мл 1%-ного раствора глюкозы, 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия и по каплям добавляют 5%-ный раствор сульфата меди (II). Встряхните пробирку. Образующийся вначале осадок гидроксида меди (II) быстро растворяется с образованием ярко-синего раствора. Сохраните этот раствор для следующего опыта.

Окисление моносахаридов гидроксидом меди (II) - проба Троммера.

К раствору, полученному в предыдущем опыте, добавьте 1 мл воды и разделите на две пробирки. Одну из них нагрейте над пламенем горелки до кипения, но не кипятите. Цвет раствора меняется от синего до желто-оранжевого, и образуется осадок (сравните с пробиркой, которую не нагревали).

Реакция «серебряного зеркала».

В сухую и чистую пробирку поместите 0,5 мл 5%-ного раствора нитрата серебра, прибавьте 1 мл 10%-ного раствора NaOH и приблизительно столько же 10%-ного раствора аммиака до растворения осадка гидроксида серебра. Образовавшийся раствор называется *реактивом Толленса*. Добавьте к полученному реактиву 0,5 мл раствора глюкозы и слегка нагрейте пробирку на электроплитке или газовой горелке до появления окрашивания. Далее реакция идёт без нагревания, и металлическое серебро осаждается на стенках пробирки в виде зеркального налёта или выпадает в виде темного осадка.

Качественная реакция на фруктозу - проба Селиванова (работа проводится под тягой!). В две пробирки поместите по 1 мл 1%-ного раствора резорцина и конц. соляной кислоты. В пробирку №1 добавьте 1 мл раствора фруктозы, в пробирку №2 - такое же количество раствора глюкозы. Обе пробирки осторожно нагревают на электроплитке. В пробирке №1 раствор становится красным, в то время как в пробирке №2 заметных изменений окраски не происходит.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №22:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Запишите линейную и циклическую формы глюкозы. В чем отличие пиранозной от фуранозной форм, α - и β -форм?
3. Запишите линейную и циклическую формы фруктозы. В чем отличие пиранозной от фуранозной форм, α - и β -форм?
4. Запишите реакции «медного» и «серебряного зеркала» для галактозы.
5. Запишите реакции «медного» и «серебряного зеркала» для мальтозы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 23. Свойства ди- и полисахаридов

Реактивы и оборудование: 1%-ный раствор сахарозы, 1%-ный раствор лактозы, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия, 0,5%-ный крахмальный клейстер, 10%-ный раствор серной кислоты, разбавленный водный раствор иода, индикаторная бумага, пипетки, пробирки, электроплитки, газовые горелки, водяные бани, предметные стекла.

Отсутствие восстановительной способности у сахарозы

В пробирку поместите 0,5 мл 1%-го раствора сахарозы и 3 мл 10%-го раствора гидроксида натрия. Смесь разбавьте 3 мл воды и добавьте 1 мл 2%-го раствора сульфата меди (II). Образовавшийся раствор комплексной соли меди (II) с сахарозой имеет интенсивно синий цвет. Разделите раствор по двум пробиркам. Одну из них нагрейте до кипения, но не кипятите. Изменения цвета не происходит (сравните с пробиркой, которую не нагревали).

Восстановительная способность лактозы

Аналогично предыдущему, сделайте опыт с 0,5 мл 1%-го раствора лактозы. Полученный синий раствор комплексной соли меди (II) с лактозой разделите по двум пробиркам. Одну из них нагрейте до кипения. Цвет раствора меняется на желто-оранжевый, и образуется осадок. Вспомните, что у глюкозы наблюдался такой же результат, тогда как у сахарозы в тех же условиях изменения цвета не отмечалось.

Качественная реакция на крахмал

В пробирку поместите 3 мл 0,5%-го крахмального клейстера и несколько капель раствора иода, разбавленного водой до светло-желтой окраски. Раствор приобретает синюю окраску. Нагрейте пробирку - окраска исчезает; при охлаждении раствора окраска появляется вновь.

Кислотный гидролиз крахмала

В пробирку поместите 1 мл 0,5%-го крахмального клейстера. Добавьте 0,2 мл 10%-го раствора серной кислоты и поместите пробирку в кипящую водяную баню. Смесь становится прозрачной примерно через 20 мин. Пипеткой нанесите 1 каплю гидролизата на предметное стекло и добавьте 1 каплю раствора иода, разбавленного водой до светло-желтой окраски. Если иодкрахмальная проба отрицательна (отсутствие синего окрашивания), добавьте в пробирку 10%-й раствор гидроксида натрия до создания щелочной среды. Затем добавьте 0,2 мл 2%-го раствора сульфата меди (II) и осторожно нагрейте пробирку до кипения. Окраска раствора изменяется на желто-оранжевую.

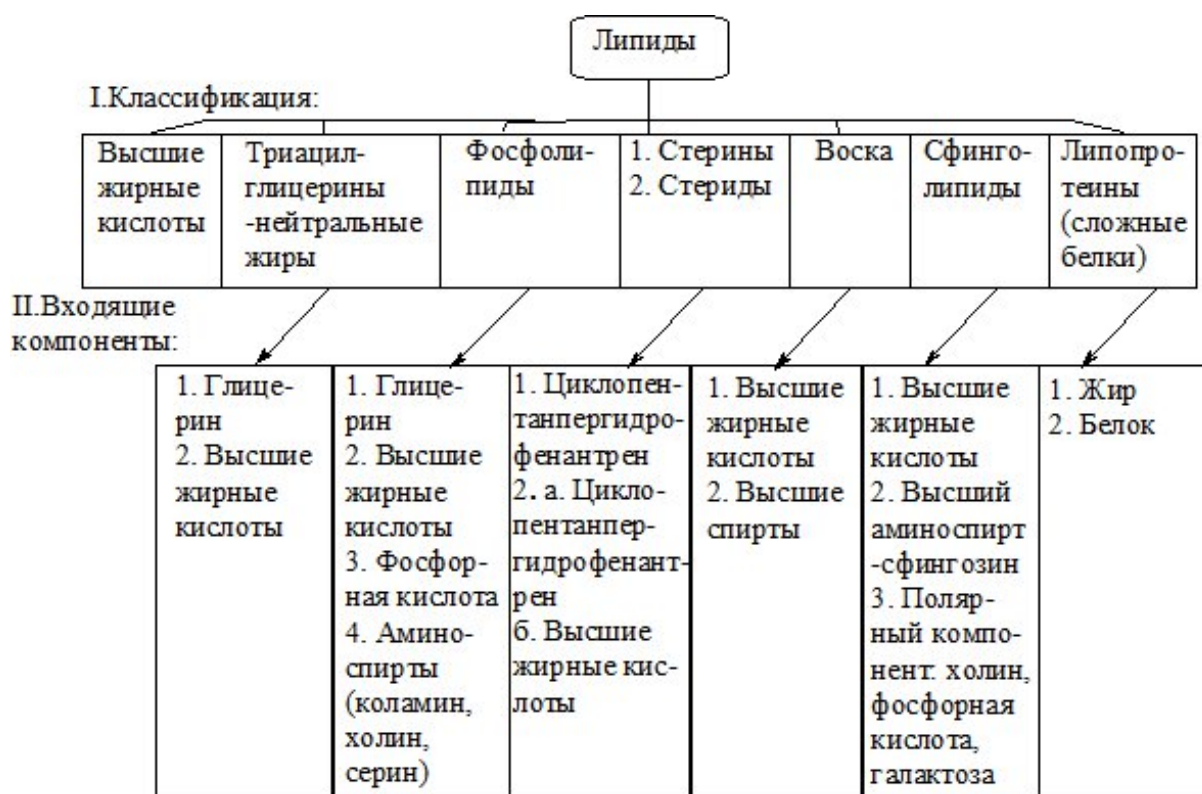
Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №23:

1. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
2. Объясните, почему сахароза не обладает восстанавливающей способностью, приведите доказательства этого.
3. Объясните, почему лактоза обладает восстанавливающей способностью, приведите доказательства этого.
4. Объясните, почему мальтоза обладает восстанавливающей способностью, приведите доказательства этого.

5. Из каких фракций состоит крахмал? В чем их сходства и различия?

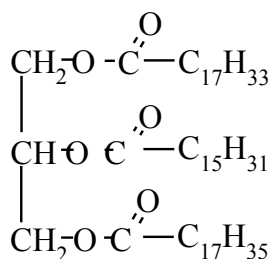
ГЛАВА X. Липиды

Под названием липиды объединяют большую и относительно разнородную группу веществ, содержащихся в животных и растительных тканях, нерастворимых в воде и растворимых в малополярных органических растворителях.



Высшие карбоновые кислоты были выделены из жиров, поэтому получили название жирных. Биологически важные жирные кислоты классифицируются на: насыщенные: $C_{15}H_{31}COOH$ – пальмитиновая; $C_{17}H_{35}COOH$ – стеариновая; ненасыщенные: моноеновые $C_{17}H_{33}COOH$ – олеиновая; полиеновые: $C_{17}H_{31}COOH$ – линолевая; $C_{17}H_{29}COOH$ – линоленовая; $C_{19}H_{31}COOH$ – арахидоновая.

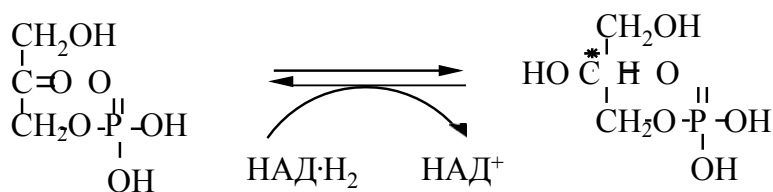
Триацилглицерины (нейтральные жиры) – сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот; они являются наиболее простыми и широко распространенными липидами. Например:



- а) Олеопальмитостеаратглицерина;
 б) Олеопальмитостеарин;
 в) 1-Олеил-2-пальмитоил-3-стеароилглицерин.

Фосфолипиды – липиды, отщепляющие фосфорную кислоту при гидролизе. Фосфолипиды характеризуются достаточно высоким содержанием ненасыщенных кислот.

Глицерофосфолипиды – производные глицеро-3-фосфата, главный компонент клеточных мембран. Они сопутствуют жирам в пище и служат источником фосфорной кислоты, необходимой для жизни человека. Глицеро-3-фосфат содержит асимметрический атом углерода и поэтому может существовать в виде двух стереоизомеров. Природные глицерофосфолипиды имеют одинаковую конфигурацию и являются производными L-глицеро-3-фосфата, образующегося в процессе метаболизма из фосфата дигидроксиацетона при участии фермента глицерофосфатдегидрогеназы.

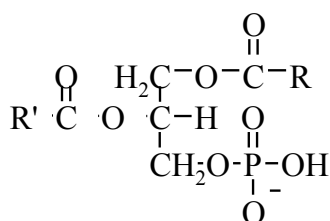


Фосфат
дигидроксиацетона

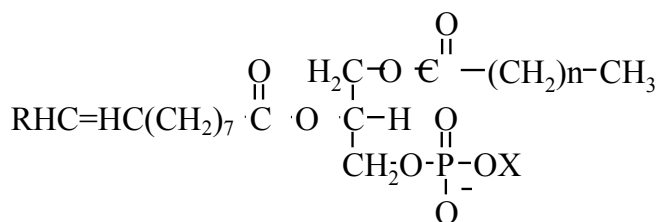
L-Глицеро-3-фосфат

Среди глицерофосфолипидов наиболее распространены фосфатиды – сложноэфирные производные L-фосфатидовых кислот. L-Фосфатидовые кислоты представляют собой этерифицированный жирными кислотами по спиртовым группам L-глицеро-3-фосфат.

Как правило, в природных фосфатидах в положении 1 глицериновой цепи находится остаток насыщенной, в положении 2 – ненасыщенной кислот, а один из гидроксильных фосфорной кислоты этерифицирован аминспиртом, гидроксиаминокислотой или другими компонентами. В условиях организма (pH≈7,4) оставшийся свободным гидроксил фосфорной кислоты и другие ионогенные группировки в фосфатидах ионизированы.



L-фосфатидовые кислоты



Фосфатид (общая структура)

Примерами фосфатидов могут служить фосфатидилсерины, фосфатидилэтанолмины и фосфатидилхолины – соединения, в которых фосфатидовые кислоты этерифицированы по фосфатному гидроксилу серином, этанолмином (коламином) и холином соответственно.



Биологические функции липидов

Энергетическая (резервная) функция.

Многие жиры, в первую очередь триацилглицерины, используются организмом как источник энергии. Жировые отложения используются в качестве запасных источников питательных веществ, прежде всего животными, которые вынуждены носить свои запасы на себе. Растения чаще запасают углеводы, однако в семенах многих растений высоко содержание жиров (растительные масла добывают из семян подсолнечника, кукурузы, рапса, льна и других масличных растений).

Функция теплоизоляции.

Жир - хороший теплоизолятор, поэтому у многих теплокровных животных он откладывается в подкожной жировой ткани, уменьшая потери тепла.

Структурная функция.

Фосфолипиды составляют основу биослоя клеточных мембран, холестерин - регулятор текучести мембран. Воски образуют кутикулу на поверхности наземных органов (листьев и молодых побегов) растений. Их также производят многие насекомые (так, пчелы строят из них соты, а щитовки образуют защитные чехлы).

Защитная функция.

Толстый слой жира защищает внутренние органы многих животных от повреждений при ударах (например, сивучи при массе до тонны, могут прыгать в воду со скал высотой 20-25 м).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 24. Жиры и масла

Реактивы и оборудование: подсолнечное масло (нерафинированное), свиной жир, этиловый спирт, ацетон, диэтиловый эфир, хлороформ, бензол, петролейный эфир, бромная вода, четыреххлористый углерод, 3%-ный раствор брома в CCl_4 , 2%-ный раствор крахмала, 0,05%-ный спиртовой раствор иода, спиртовой раствор фенофталеина, 0,1н раствор гидроксида калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 2%-ный раствор перманганата калия, обратные холодильники, водяные бани, пробирки, бюретки, конические колбы на 50-100 мл, химические стаканы.

Растворимость жиров и масел в органических растворителях

В семь пробирок вносят по 2-3 капли подсолнечного масла, а затем добавляют по 2 мл следующих растворителей: в первую – ацетон, во вторую – диэтиловый эфир, в третью – хлороформ, в четвертую – петролейный эфир, в пятую – бензол, в шестую – этиловый спирт, в седьмую – воду. Содержимое пробирок энергично встряхивают. Наблюдают за растворимостью растительного масла в различных растворителях. Седьмую пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником, нагревают на водяной бане до кипения и встряхивают. Увеличивается ли растворимость растительного масла при нагревании?

Опыт повторяют, но вместо растительного масла в пробирки вносят небольшое количество свиного жира.

Определение степени неспределельности жира

Определение степени неспределельности жира реакцией с бромной водой. В пробирку наливают 0,5 мл подсолнечного масла и 3 мл бромной воды. Содержимое пробирки энергично взбалтывают. Что происходит с бромной водой?

Для сравнения степени неспределельности растительного масла и животного жира в одну из пробирок наливают 2 капли подсолнечного масла, в другую - 2 капли растопленного животного жира. Растворяют масло и жир, добавляя в пробирки по 1 мл CCl_4 . Затем приливают из бюретки 3%-ный раствор брома в CCl_4 до тех пор, пока не появится устойчивая желтая окраска брома. Сравнивают, какое количество брома израсходовано на бромирование подсолнечного масла и животного жира, делают вывод о степени ненасыщенности исследуемых жиров.

Определение степени неспределельности жира иодным числом. В коническую колбу емкостью 50-100 мл наливают 10 мл 10%-ного раствора растительного масла в хлороформе, добавляют 2 капли 2%-ного раствора крахмала и по каплям при энергичном встряхивании приливают из бюретки 0,05%-ный спиртовой раствор до появления синего окрашивания. Рассчитывают иодное число масла.

Определение кислотного числа масла. В конической колбе емкостью 50 мл растворяют 2 г растительного масла в смеси спирта с бензолом (1:1) и прибавляют 2 капли спиртового раствора фенолфталеина. К раствору масла по каплям при встряхивании добавляют из бюретки 0,1н раствор гидроксида калия до появления устойчивой бледно-розовой окраски. Определить, сколько мл 0,1н раствора гидроксида калия израсходовано на нейтрализацию свободных жирных кислот, содержащихся в 2 г масла. Рассчитать кислотное число исследуемого жира.

Взаимодействие растительного масла с водным раствором перманганата калия. В пробирку наливают примерно 0,5 мл подсолнечного масла, 1мл 10%-ного раствора карбоната натрия и 1 мл 2%-ного раствора перманганата калия. Энергично встряхивают содержимое пробирки. Наблюдают изменение окраски реакционной смеси.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы №24:

1. Напишите реакции гидрирования триацилглицерина, в состав которого входят олеиновая, линолевая и стеариновая кислоты.
2. Напишите реакцию гидрирования пальмитодиолеина. Какова консистенция исходного и конечного продуктов?
3. Определите консистенцию линолеодиолеина, напишите схему его кислотного гидролиза.
4. Что характеризует число омыления жира? Приведите пример.
5. Что характеризует иодное число жира? Расположите в порядке убывания иодного числа следующие триацилы: трипальмитат, олеодистеарат, линолеодиолеин.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Органическая химия: Учеб. для фарм. вузов и факультетов/ Под ред. К.И. Евстратовой. – М.: Высш. шк. 1990. – 487 с.
2. Ершов Ю.Ф., Попков В.А., Берлянд А.С. и др. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Учебное пособие для студентов мед. спец. ВУЗов / Под ред. Ю.А. Ершова /. М.: Высшая школа, 2003. – 560 с.
3. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высш. шк., 1992. – 416 с.

Приложение 1.

	<i>Атом</i>	<i>R_D, см³/моль</i>
	Азот (N) Первичн. алифатические амины	2,322
	Вторичн. алифатические амины	2,502
	Третичн. алифатические амины	2,840
	Первичн. ароматические амины	3,213
	Нитрилы	3,118
	Имиды	3,776
	Аммиак	2,48
	Нитро (NO ₂) – группа Нитроалканы	7,59
	Нитроарены	7,30
0	Водород (H)	1,1
1	Углерод (C)	2,418
2	CH ₂	4,18
3	Кислород (O) Гидроксильный (OH)	1,525
4	Карбонильный (C=O)	2,211
5	Эфирный (R-O-R)	1,643
6	Хлор (Cl)	5,967
7	Бром (Br)	8,865
8	Йод (I)	13,900
<i>Инкременты связей</i>		
	Двойная связь	1,733
	Тройная связь	2,398
	Трехчленный цикл	0,7
	Четырехчленный цикл	0,46
	Циклы C ₈ -C ₁₅	0,55

Приложение 2.

Элюотропный ряд растворителей

Растворитель	Диэлектрическая постоянная ϵ	Растворитель	Диэлектрическая постоянная ϵ
Вода	81,0	Дюоксан	-
Метиловый спирт	31,2	Хлороформ	5,2
Этиловый спирт	25,8	Хлористый метилен	-
n- Пропиловый спирт	22,8	Бензол	2,3
Ацетон	21,5	Толуол	2,3
Дихлорэтан	10,4	Трихлорэтилен	3,4
Этилацетат	6,1	Четыреххлористый углерод	2,2
Амилацетат	-	Циклогексан	2,0
Этиловый эфир	4,4	Петролейный эфир	1,9

Приложение 3. Подвижные фазы, наиболее часто применяемые в бумажной хроматографии для разделения смесей водорастворимых веществ (неподвижная фаза – вода)

Растворители	Соотношение растворителей и способ приготовления	Смеси каких веществ разделяются
n-Бутиловый спирт, уксусная кислота, вода	4:1:5 по объему. После расслаивания смеси применяется ее верхний слой	Аминокислоты, углеводы и другие органические вещества
n-Бутиловый спирт, муравьиная кислота, (20%-ный раствор), вода	5:1:1 по объему	Аминокислоты
n-Бутиловый спирт, n-пропиловый спирт, вода	12:5:3 по объему	Аминокислоты
«-Амиловый спирт, пиридин	9:1 по весу	α -Аминокислоты
Фенол, вода	100 мл дистиллированной воды при легком нагревании растворяют в 400 мл фенола	Аминокислоты, углеводы
Этилацетат, пиридин, вода	2:1:2 по объему	Углеводы
Этилацетат, уксусная кислота, вода	3:1:3 по объему	Углеводы
Четыреххлористый углерод, уксусная кислота, вода	5; 1:1 по объему	Жирные кислоты и их натриевые соли
Ацетон, соляная	87:8:5 по объему	Ионы Zn^{2+} , Mn^{2+} ,

кислота (1,19 г/см ³), вода		Co ²⁺ , Ni ²⁺
Этиловый спирт, концентрированный водный раствор аммиака	99:1 по весу	Первые восемь гомологов жирных кислот
Метилэтилкетон, концентрированная соляная кислота	92:8 по объему	Ионы Cu ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺
Метилэтилкетон, соляная кислота (30%-ный раствор)	1:1 по объему	Ионы металлов платиновой группы

Приложение 4. Способность модифицированных поверхностей к взаимодействию с молекулами адсорбента разной электронной структуры по классификации Киселева

Группы или атомы на поверхности кремнезема	С σ -связями или сферическими симметричными оболочками (насыщенные углеводороды, благородные газы)	С π -связями и свободными электронными парами (ароматические углеводороды, ненасыщенные углеводороды, азот)	С функциональными группами на периферии (вода, спирты, аммиак)
Насыщенные органические радикалы – метильные, этильные, пропильные и др.	Неспецифическое взаимодействие, определяющееся в основном дисперсионными силами. Адсорбция всех молекул адсорбата ниже, чем на гидроксильной поверхности, в связи с отодвиганием молекул адсорбата от кремнеземного слоя		
Атомы фтора	Неспецифическое взаимодействие, определяющееся в основном дисперсионными силами. Адсорбция всех адсорбатов на фторированных поверхностях ниже, чем на гидроксильной, благодаря низким значениям констант дисперсионного взаимодействия.		
Аминогруппы	Неспецифическое взаимодействие	Специфическое и неспецифическое взаимодействие	Очень слабое неспецифическое и сильное специфическое взаимодействие, переходящее в хемосорбцию
Сульфо- и карбоксильные группы	Неспецифическое взаимодействие	Специфическое и неспецифическое взаимодействие	Очень слабое неспецифическое и сильное специфическое взаимодействие, переходящее в случае адсорбции оснований в хемосорбцию
Нитрильные группы	Неспецифическое взаимодействие	Специфическое и неспецифическое взаимодействие	Слабое неспецифическое и очень сильное специфическое взаимодействие, особенно к нитрилам и нитросоединениям
Гидридные группы	Неспецифическое взаимодействие	Неспецифическое и слабое специфическое взаимодействие по отношению к фенолу	Неспецифическое взаимодействие
Олефиновые группы – винильные, аллильные, метакрильные	Неспецифическое взаимодействие	Неспецифическое и слабое специфическое взаимодействие по отношению к метилкрилату, винилацетату с образованием ассоциатов	Слабое неспецифическое и специфическое взаимодействие

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «**Органическая химия**»

для студентов направления подготовки

19.03.03 Продукты питания животного происхождения
направленность (профиль) «Биоинженерия и технологии»

Ставрополь, 2026

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

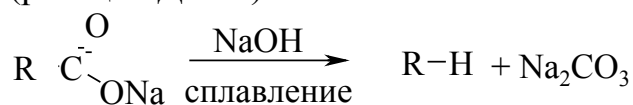
ГЛАВА I. Углеводороды

Методы получения углеводородов и их реакционная способность

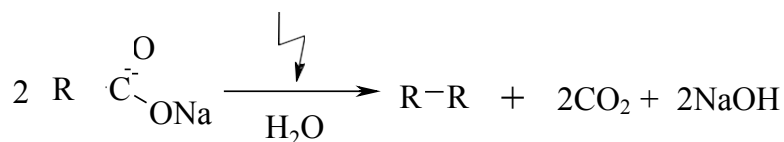
Классификация:	Предельные	Непредельные		
		Алкены	Алкины	Алкадиены
Общая формула:	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n-2}
Тип связи:	Ковалентная одинарная $\begin{array}{c} \\ C - C - \\ \end{array}$ этан	Ковалентная двойная $\begin{array}{c} \\ C = C - \\ \end{array}$ этилен	Ковалентная тройная $C \equiv C -$ ацетилен	Ковалентные сопряженные две двойные связи $\begin{array}{c} \\ C = C - C = C - \\ \end{array}$ бутадиен-1,3
Длина связи:	0,154 нм	0,134 нм	0,120 нм	0,136; 0,146 нм
Вид гибридизации атомных орбиталей:	sp^3	sp^2	sp	sp^2
Типы химических реакций:	S_R -радикальное замещение	A_E - электрофильное присоединение; окисление, полимеризация		
Отдельные представители:	Метан CH_4 Этан C_2H_6 Пропан C_3H_8 Пентан C_5H_{12} и другие	Этен C_2H_4 Пропен C_3H_6 Бутен C_4H_8 Пентен C_5H_{10} и другие	Этин C_2H_2 Пропин C_3H_4 Бутин C_4H_6 Пентин C_5H_8 и другие	Бутадиен-1,3 $\begin{array}{c} \\ C = C - C = C - \\ \end{array}$ Пентадиен-1,4 $\begin{array}{c} \\ C = C - CH_2 - C = C - \\ \end{array}$ и другие

В лабораторных условиях алканы обычно получают двумя способами:

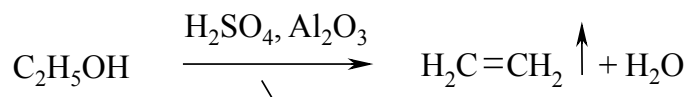
3) Сплавление солей карбоновых кислот с кристаллическими щелочами (реакция Дюма):



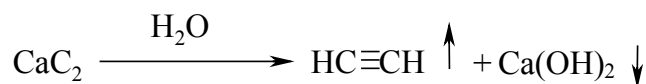
4) Электролиз водных растворов солей карбоновых кислот (реакция Кольбе):



Для синтеза алкенов используют реакцию дегидратации спиртов, в частности этилен получают действием на этанол серной кислоты и оксида алюминия при нагревании:

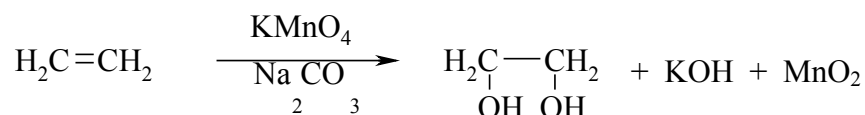


Ацетилен как родоначальник ряда алкинов в лаборатории получают исключительно карбидным способом:



Качественно отличить предельные углеводороды от непредельных можно по характерным реакциям. Так алкены и алкины обесцвечивают слабощелочной раствор перманганата калия и раствор брома в четыреххлористом углероде, тогда как алканы в эти реакции не вступают из-за отсутствия в их строении кратных связей.

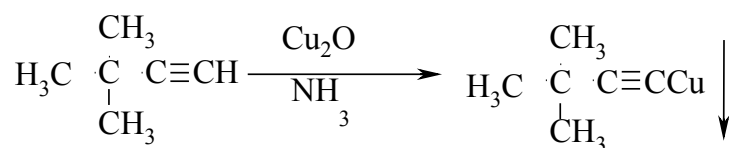
3) Реакция Вагнера:

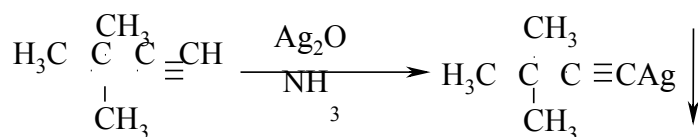


4) Реакция галогенирования (электрофильное присоединение):



Кроме того, качественной реакцией на алкины с терминальной тройной связью может служить получение серебро- и медьорганических соединений, которые образуют цветные осадки:





Медико-биологическое значение и применение в народном хозяйстве алифатических углеводов

Метан – образуется из клетчатки под действием микроорганизмов и содержится в газах кишечника. В большом количестве (до 98%) содержится в природном газе и широко используется в качестве топлива и химического сырья.

Вазелин – смесь жидких и твердых предельных углеводородов с числом атомов углерода от 12 до 25; применяется в качестве основы для различных мазей.

Парафин твердый – смесь твердых предельных углеводородов; применяется для лечения теплом при невралгиях и других заболеваниях («парафиновые ванны»).

Этилен и пропилен – сырье для получения полиэтилена и полипропилена.

Изопрен – мономер естественного каучука (природный полимер). Изопреновое звено – один из наиболее распространенных в природе структурных фрагментов (каротины, витамин А, ретиналь и др.).

Ацетилен – обладает сильным наркотическим действием, но для наркоза не применяется, так как с воздухом образует взрывчатую смесь. Используется в промышленности для синтеза уксусного альдегида, каучуков, искусственного волокна.

Физиологическое действие алифатических углеводов

При хроническом действии алканы нарушают работу нервной системы, что проявляется в виде бессонницы, брадикардии, повышенной утомляемости и функциональных неврозов. Пары петролейного эфира (смесь пентанов и гексанов) в больших концентрациях действуют одурманивающим образом. Этилен является гормоном для растений и в незначительном количестве в них синтезируется. Кроме того он вызывает наркоз, обладает раздражающим и мутагенным действием. Один из немногих природных алкенов - мускалур (*цис*-трикозен-9) является половым аттрактантом самки домашней мухи (*Musca domestica*). Пропилен и бутен-2 вызывают наркоз, обладают раздражающим действием. Алкины обладают слабым наркотическим действием. Жидкие алкины вызывают судороги. В некоторых видах грибов (например *Basidiomycetes*) были обнаружены в крайне малом количестве соединения содержащие полиацетиленовые структуры. Ацетилен обнаружен в атмосфере Урана, Юпитера и Сатурна.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1. Алканы.

Получение метана и его химические свойства

Реактивы и оборудование: смесь для получения метана – безводный ацетат натрия и прокаленная щелочь (1:2), 2%-ный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, 3%-ный раствор брома (в четыреххлористом углероде), изогнутые газоотводные трубки, пробирки.

а) Получение и горение метана.

В сухую пробирку насыпают смесь для получения метана (на 1/3 объема пробирки), размещая ее таким образом, чтобы метан мог свободно выходить из пробирки. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют ее в лапке штатива с небольшим наклоном в сторону пробирки. Перед получением метана в штатив ставят две пробирки: в первую наливают разбавленный раствор перманганата калия и 5%-ный раствор карбоната натрия в соотношении 3:1, во вторую – 3-4 мл раствора брома в тетрахлорметане. Равномерно нагревают всю пробирку, а затем сильно нагревают ту ее часть, где находится основная часть смеси. Сначала из пробирки вытесняется воздух, потом начинает выделяться метан. Метан поджигают у конца газоотводной трубки, он горит несветящимся голубоватым пламенем.

б) Отношение метана к щелочному раствору перманганата калия и раствору брома в четыреххлористом углероде.

Газоотводную трубку вводят в пробирку с водным раствором перманганата калия и пропускают метан в течение 1 мин. Затем ту же процедуру повторяют с раствором брома в тетрахлорметане. После окончания указанного времени отмечают, произошли какие-либо изменения или нет.

Контрольные вопросы к защите практической работы №1:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Известно, что метан не реагирует с бромной водой. В каких условиях может происходить взаимодействие алканов с галогенами? Напишите все стадии механизма галогенирования метана.
8. В чем различие реакции хлорирования и бромирования алканов? Приведите уравнения реакций и постадийный механизм на примере взаимодействия пропана с хлором и бромом.
9. Какие еще реакции радикального замещения в алканах вам известны? Приведите уравнения соответствующих реакций
10. Какие, кроме продемонстрированного в лабораторной работе, вы знаете методы получения алканов? Приведите три примера синтеза бутана, запишите уравнения соответствующих реакций.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. Алкены.

Получение этилена и его химические свойства

Реактивы и оборудование: этиловый спирт 95%-ный, серная кислота (конц.), оксид алюминия, 3%-ный раствор брома в CCl_4 , 2%-ный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, пробирки, газоотводные трубки.

Получение этилена из этилового спирта и проверка его свойств (тяга!)

В сухую пробирку поместите 4 мл концентрированной серной кислоты, 2 мл этанола и 0,1 г Al_2O_3 в качестве катализатора. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и конец её опустите в пробирку с раствором брома в CCl_4 . Нагрейте пробирку с реакционной смесью на пламени горелки. Убедившись, что бром быстро обесцвечивается, немедленно опустите конец газоотводной трубки в заранее приготовленную пробирку с раствором перманганата калия в смеси с содой. Продолжая нагревание пробирки с реакционной смесью, обратите внимание на быстрое обесцвечивание раствора. После этого удалите пробирку с раствором KMnO_4 и подожгите газообразный этилен у конца газоотводной трубки. Убедитесь в том, что он горит светящимся пламенем.

Контрольные вопросы к защите практической работы №2:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Напишите и объясните механизм электрофильного присоединения галогенов к алкенам на примере бромирования этилена и пропилена.
8. Чем отличается реакция бромирования алкенов раствором брома в тетрахлорметане и воде? Объясните механизм сопряженного электрофильного присоединения на примере взаимодействия этилена и пропилена с бромной водой и раствором брома в CCl_4 .
9. В чем отличие во взаимодействии алкенов с KMnO_4 в нейтральной или слабощелочной средах от реакции в кислой среде? Приведите продукты реакций 2-метилпентена-2 с перманганатом калия в нейтральной и кислой средах.
10. Какие, кроме продемонстрированного в лабораторной работе, вы знаете методы получения алкенов? Приведите три примера синтеза бутена-2, запишите уравнения соответствующих реакций.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. Алкины.

Получение ацетилена и его химические свойства

Реактивы и оборудование: карбид кальция (кусочки), 3%-ный раствор брома (в четыреххлористом углероде), 2%-ный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 5%-ный раствор аммиака, соляная кислота (разб.), газоотводные трубки, прямые газоотводные трубки с оттянутым концом, пробирки.

Получение ацетилена и его горение (тяга!)

В пробирку помещают небольшие кусочки карбида кальция и приливают 1 мл воды. Пробирку сразу же закрывают пробкой с газоотводной трубкой с оттянутым концом. Выделяющийся ацетилен поджигают. Он горит коптящим пламенем.

Взаимодействие ацетилена с бромной водой

Пробирку с карбидом кальция и водой закрывают пробкой с изогнутой трубкой и пропускают ацетилен через раствор брома в CCl_4 , наблюдают постепенное обесцвечивание раствора.

Окисление ацетилена перманганатом калия

В пробирку наливают 1 мл раствора перманганата калия, добавляют 1 мл раствора карбоната натрия, а затем через полученный раствор пропускают ацетилен. Фиолетовая окраска исчезает, и появляется хлопьевидный осадок бурого цвета.

Получение ацетиленида серебра

Для получения ацетиленида серебра в пробирку наливают 2 мл 1%-ного раствора нитрата серебра и прибавляют по каплям 5%-ный раствор аммиака до полного растворения образующегося вначале осадка оксида серебра (I). Через полученный раствор пропускают ацетилен и наблюдают выпадение желтовато-серого осадка ацетиленида серебра. Разрушают ацетиленид серебра в разбавленной соляной кислоте.

Контрольные вопросы к защите практической работы №3:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Рассмотрите механизм электрофильного присоединения молекулы галогена к тройной связи на примере бромирования ацетилена избытком брома в четыреххлористом углероде. Какова конфигурация продукта, образующегося при взаимодействии алкина и галогена в соотношении моль/моль?
8. Ацетилен, имея два кислых протона при углеродах тройной связи, способен дважды образовывать ацетиленид металла. Приведите уравнения

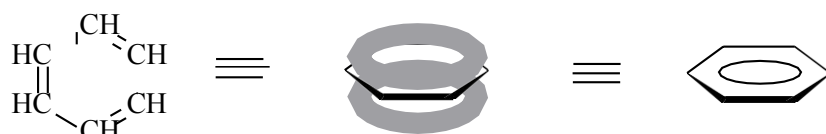
последовательного взаимодействия ацетилен с двумя моль амида натрия в жидком аммиаке, а затем с двумя моль иодистого метила. Будет ли конечный продукт давать качественную реакцию с аммиачным раствором оксида серебра?

9. Напишите реакцию взаимодействия ацетилен с водой (реакция Кучерова), назовите продукт реакции и проведите его дальнейшее окисление и гидрирование.

10. Какие, кроме продемонстрированных в лабораторной работе, вы знаете методы получения алкинов? Приведите три примера синтеза бутина-2, запишите уравнения соответствующих реакций.

ГЛАВА II. Ароматические углеводороды

Среди циклических соединений с сопряженной системой двойных связей особыми свойствами выделяются арены. Особенности электронного строения ароматических углеводородов наиболее наглядно можно показать на модели бензола. Каркас бензола образуют шесть sp^2 -гибридных атомов углерода. Все σ -связи (C–C и C–H) лежат в одной плоскости. Негибридизованные шесть атомных орбиталей расположены перпендикулярно плоскости молекулы и параллельно друг другу. Поэтому каждая АО в равной степени может перекрываться с двумя соседними АО. В результате кругового перекрывания возникает единая делокализованная π -система наибольшая электронная плотность в которой находится над и под плоскостью кольца. В бензоле имеется полная выравненность длин связей (0,14 нм).



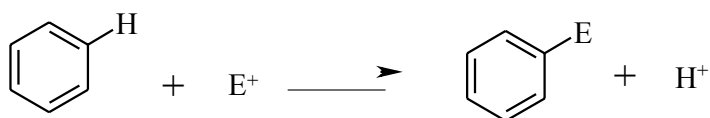
Делокализованная π -система

Соединение обладает ароматичностью, если оно имеет плоский замкнутый цикл и сопряженную π -электронную систему, охватывающую все атомы цикла и содержащую $(4n+2)$ π -электронов (правило Хюккеля), где n – ряд целых чисел: 1, 2, 3 и т.д.

Наиболее типичны для ароматических соединений реакции электрофильного замещения S_E .

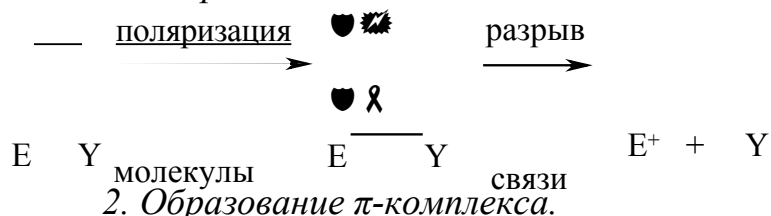
Механизм реакций электрофильного замещения

Наличие π -электронной плотности с двух сторон плоского ароматического цикла ведет к тому, что ароматические соединения бензольного ряда (арены) являются нуклеофилами и в связи с этим склонны подвергаться электрофильной атаке. В общем виде для бензола реакция может быть представлена следующим образом:



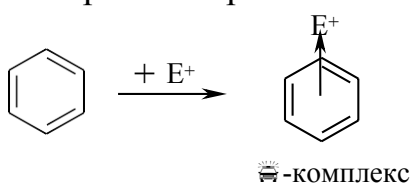
Общий механизм таких реакций включает следующие стадии:

1. Генерирование электрофильной частицы в присутствии катализатора.

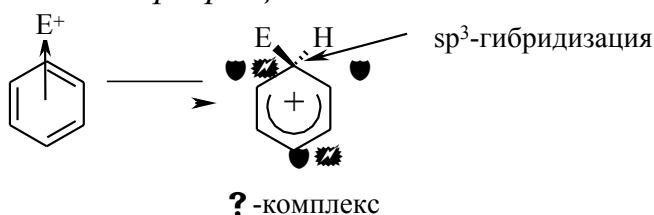


2. Образование π -комплекса.

Электрофильная частица атакует ароматический субстрат, образуя нестойкий π -комплекс, в котором она одновременно связана со всеми π -электронами ароматической системы.

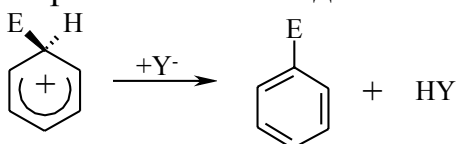


3. Превращение π -комплекса в σ -комплекс (медленная стадия реакции):

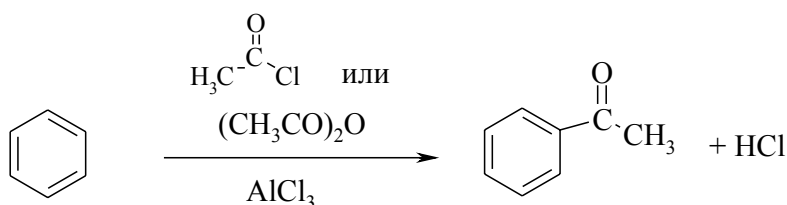
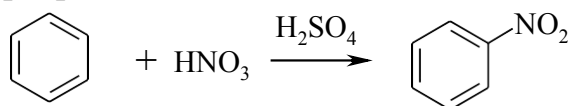


4. Отщепление протона от σ -комплекса

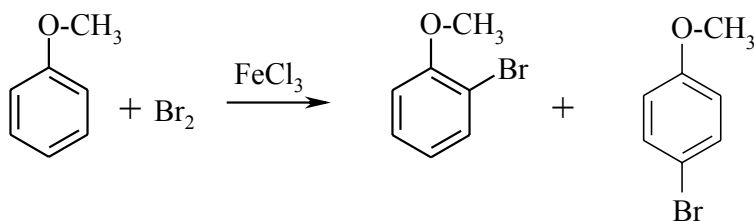
Ароматическая система восстанавливается (недостающая до секстетта пара электронов возвращается в ядро), поэтому этот процесс является энергетически выгодным:



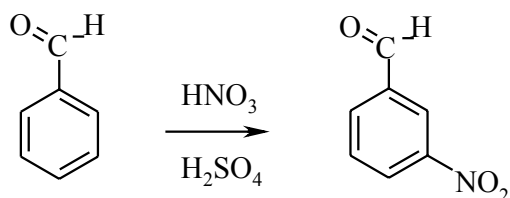
Примеры реакций:



Ориентанты первого рода (-R, -OH, -OR, -NH₂, -NHR, -NR₂) направляют второй заместитель в *орто*- и *пара*-положения, а сами являются активаторами (за исключением галогенов):

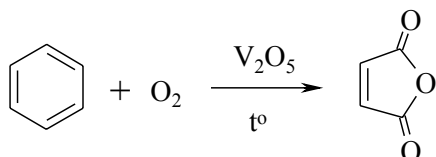


Ориентанты второго рода (-CHO, -COOH, -C(O)OR, -C(O)R, -NO₂, -SO₃H, -C≡N) направляют второй заместитель в *мета*-положение, а сами являются дезактиваторами:

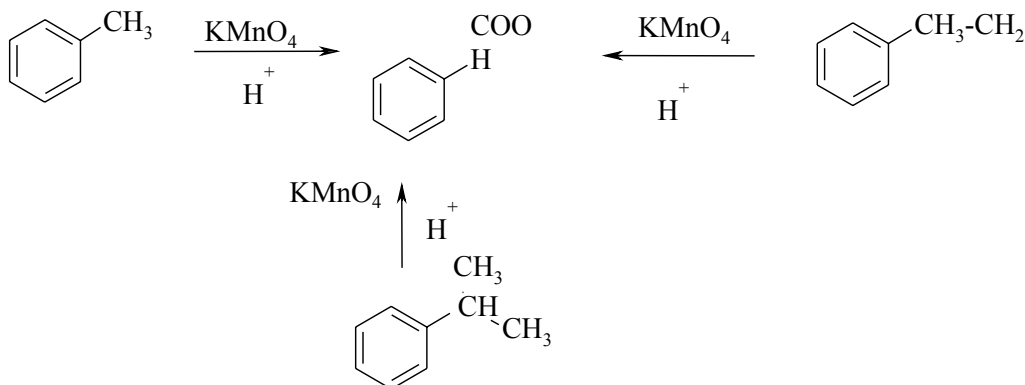


Реакции окисления и восстановления

Сам бензол устойчив к обычным окислителям (к примеру, не обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия). Окисляется лишь на оксиде ванадия:

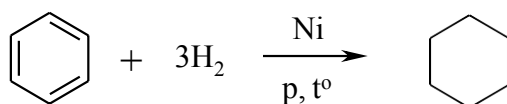


Первичные и вторичные алкилбензолы при окислении перманганатом калия дают бензойную кислоту (с помощью этой реакции можно качественно отличить бензол от толуола):

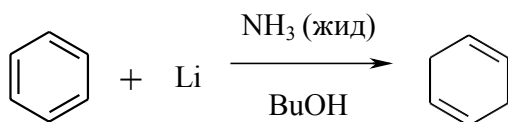


Восстановление аренов может проходить как полно, так и частично:

а) исчерпывающее гидрирование:



б) частичное гидрирование по Бёрчу



Медико-биологическое значение, применение в народном хозяйстве и физиологическое действие аренов

Бензол и толуол – исходные вещества в синтезе лекарственных средств, взрывчатых веществ, волокон, красителей и т.д.

В больших дозах бензол вызывает [тошноту](#) и [головокружение](#), а в некоторых тяжелых случаях отравление может повлечь смертельный исход. Первым признаком отравления бензолом нередко бывает [эйфория](#). Пары бензола могут проникать через неповрежденную кожу. Если организм человека подвергается длительному воздействию бензола в малых количествах, последствия также могут быть очень серьёзными. В этом случае хроническое отравление бензолом может стать причиной лейкемии и анемии. Бензол оказывает на человека одурманивающее воздействие и может приводить к [наркотической зависимости](#).

Пары толуола могут проникать через неповрежденную кожу и органы дыхания, вызывать поражение нервной системы. Пожароопасен, относится к ЛВЖ.

Кумол используется для получения фенола, ацетона и капронового волокна. Кумол относится к огнеопасным и токсичным органическим веществам.

Стирол – исходное вещество для производства ценных полимеров (ионообменных смол медицинского назначения). Является ядом общетоксического действия, он обладает раздражающим, мутагенным и канцерогенным эффектом и имеет очень неприятный запах. При хронической интоксикации вызывает поражения центральной и периферической нервной системы, системы кроветворения, нарушается азотисто-белковый, холестериновый и липидный обмен, у женщин происходят нарушения репродуктивной функции.

Нафталин – важное сырье химической промышленности: применяется для синтеза фталевого ангидрида, тетралина, декалина, получения красителей и взрывчатых веществ, в медицине, как инсектицид. Длительное воздействие нафталина может вызвать повреждение или [эритроцитов](#).

Классифицируется как возможный канцероген, вызывающий рак у людей и животных. В человеческом организме чаще всего концентрируется в жировой ткани, где может накапливаться до тех пор, пока жировая ткань не начнёт сжигаться и яд не попадёт в кровь, после чего наступает отравление организма (кровотечения, возникновение опухолей и т. д.).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. Ароматические углеводороды

Реактивы и оборудование: бензол, толуол, 3%-ный раствор брома (в воде), 2%-ный раствор перманганата калия, серная кислота (конц.), пробирки, газовые горелки.

Отношение бензола к бромной воде и перманганату калия

В пробирку наливают 1-2 мл бензола и затем немного бромной воды. Смесь взбалтывают. Обесцвечивания не происходит. Бром переходит в верхний слой бензола и окрашивает его. Таким же образом проделявают опыт с раствором перманганата калия. Обесцвечивания раствора не происходит даже при нагревании. Констатируют отсутствие у бензола реакций, характерных для непредельных углеводородов: в аналогичных условиях бензол не присоединяет брома и не окисляется. От раствора перманганата калия бензол отделяют с помощью делительной воронки.

Окисление толуола

В пробирку к 2-3 мл толуола добавляют такой же объем раствора перманганата калия, слегка подкисленного концентрированной серной кислотой. Смесь взбалтывают и нагревают. Фиолетовая окраска перманганата калия исчезает. Произошло окисление толуола в бензойную кислоту. После обесцвечивания раствора горячую жидкость фильтруют через смоченный складчатый фильтр и охлаждают в струе воды. Выделяются белые кристаллы бензойной кислоты.

Контрольные вопросы к защите практической работы №4:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. В каких условиях происходит присоединение хлора к молекуле брома, и какой продукт при этом образуется? Запишите уравнение соответствующей реакции.
8. Приведите 3 примера реакции окисления, при помощи которых можно получить терефталевую (*n*-бензолдикарбоновую) кислоту.
9. Какие продукты образуется при хлорировании и бромировании толуола при ультрафиолетовом облучении? Запишите уравнения соответствующих реакций.

10. Кумол (изопропилбензол) является основным продуктом промышленного получения фенола и ацетона по реакции Сергеева. Предложите схему синтеза кумола по реакции Фриделя-Крафтса и проведите его окисление перманганатом калия в кислой среде.

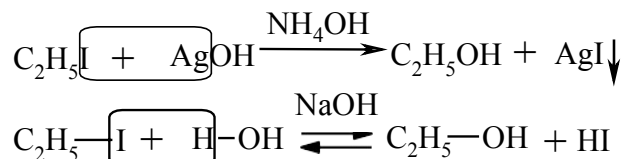
ГЛАВА III. Галогенпроизводные углеводородов

Галогенпроизводные – это производные углеводородов, содержащие один или несколько атомов галогена вместо атомов водорода – $R-Hal$.

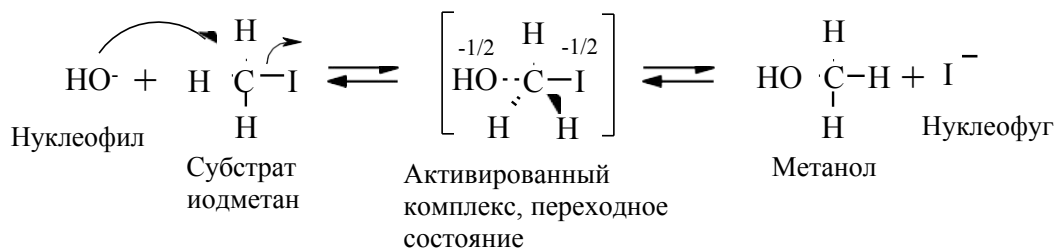
	Галогенопроизводные			
V. Классификация:				
а) по входящему галогену	F-производные	Cl-производные	Br-производные	I-производные
б) по количеству галогенов	Моногалогено-производные	Дигалогено-производные	Тригалогено-производные	Полигалогено-производные
VI. Характеристика связей C-Hal:				
а) длина связи, нм	С - F 0,140 нм	С - Cl 0,176 нм	С - Br 0,191 нм	С - I 0,212 нм
б) энергия связи, кДж/моль	427 кДж/моль	326 кДж/моль	272 кДж/моль	238 кДж/моль
VII. Отдельные представители:	CF ₂ Cl ₂ фреон	CH ₃ Cl хлорметан	CH ₃ Br бромметан	CH ₃ I иодметан
	F ₃ C CHClBr фторотан	H ₃ C CH ₂ Cl хлорэтан	CHBr ₃ бромформ	CHI ₃ иодоформ
		CHCl ₃ хлороформ		
		CCl ₄ четырёх-хлористый углерод		

Галогенопроизводные являются очень реакционноспособным классом органических соединений. Исходя из них можно перейти практически почти ко всем другим классам: предельным и непредельным углеводородам, спиртам, простым и сложным эфирам, аминам и др. Получают галогенпроизводные реакциями галогенирования алканов, алкенов и алкино (см. глава I).

Гидролиз. При действии свежеприготовленного аммиачного раствора гидроксида серебра и даже воды (особенно в присутствии щелочей) галогеналкилы дают спирты:

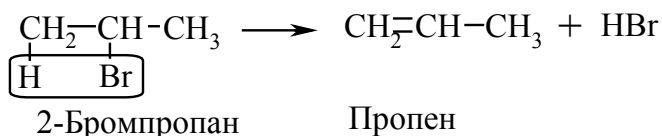


Для первичных и вторичных алкилгалогенидов эта реакция идет по бимолекулярному механизму $\text{S}_{\text{N}}2$, так как скорость ее зависит от концентрации двух компонентов (иодистого метила и гидроксила)



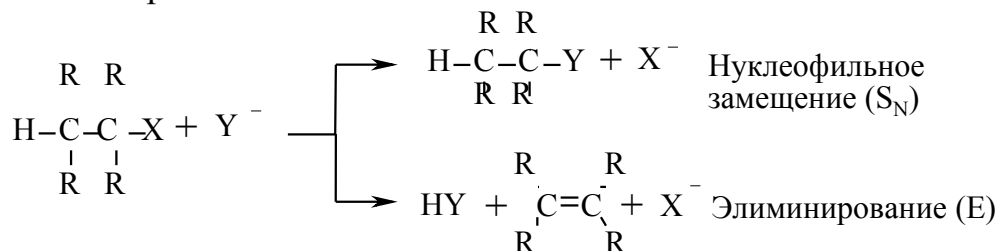
Отрицательно заряженная гидроксильная группа атакует положительно заряженный атом углерода «с тыла», со стороны противоположной отрицательно заряженному атому иода. Образование новой и разрыв старой связи происходит одновременно (синхронно).

Реакции элиминирования (E). При действии на алкилгалогениды спиртовых растворов щелочей образуются алкены:

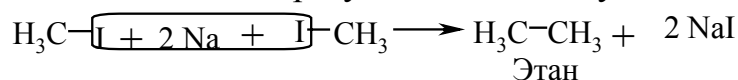


Конкуренция реакций нуклеофильного замещения (S_{N}) и элиминирования (E)

В зависимости от условий алкилгалогениды (как и спирты, см. далее) вступают либо в реакции замещения, либо образуют алкены в результате элиминирования



Реакция Вюрца. При действии металлического натрия на галогеналкилы образуются алканы с удвоенным числом углеродных атомов:



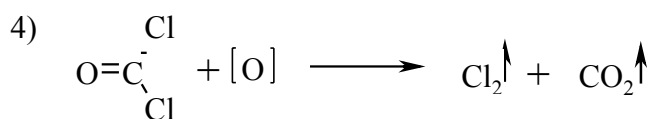
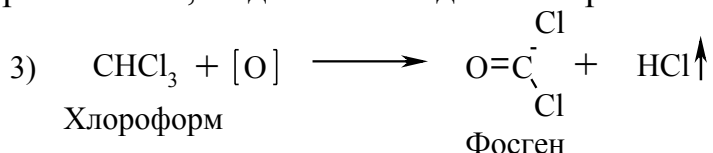
Медико-биологическое значение, физиологическое действие и применение в народном хозяйстве

Введение галогена в алифатический углеводород оказывает сильное влияние на физиологическую активность соединения. Метилхлорид (CH_3Cl), этилхлорид ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$), хлороформ (CHCl_3) обладают наркотическим действием. Введение хлора в ароматическое ядро увеличивает токсичность соединения, а введение галогенов в боковую цепь рядом с ароматическим кольцом приводит к появлению слезоточивых свойств, например, в случае бензилгалогенидов.

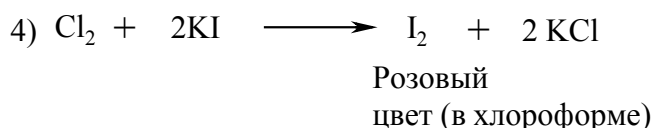
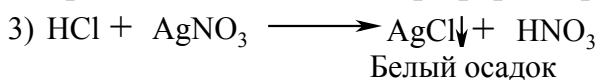
Этилхлорид ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$) применяется как местноанестезирующее (обезболивающее) средство. Действие обусловлено быстрым испарением ввиду низкой $t^\circ_{\text{кип.}} = +13^\circ\text{C}$, вызывающим сильное охлаждение.

Хлороформ (CHCl_3) – средство для ингаляционного наркоза. Его преимущество – невоспламеняемость и быстрое действие. Относительно токсичен.

Хлороформ под влиянием света и кислорода воздуха окисляется с образованием ядовитого фосгена, который при дальнейшем окислении разлагается, выделяя свободный хлор:

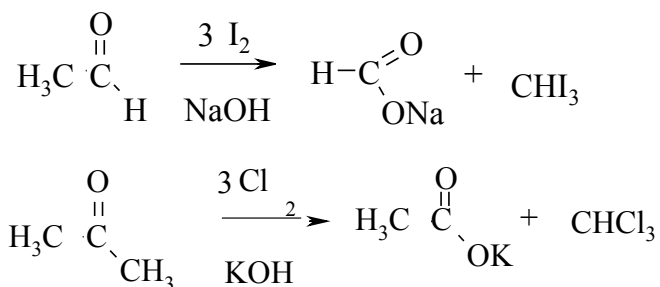


Эти процессы приводят в негодность медицинский препарат. Доброкачественность хлороформа проверяют следующими реакциями:



Иодоформ (CHI_3) – антисептическое (обеззараживающее) средство, используется наружно в виде присыпок и мазей.

Получают галоформы реакцией галоформного расщепления карбонильных соединений, содержащих ацетильную группу:



Фторотан ($\text{CF}_3\text{-CHClBr}$) – наркотическое средство для общего наркоза, одно из самых эффективных средств. Имеет ряд преимуществ перед хлороформом (мало токсичен, почти не дает стадии возбуждения, наркоз быстро проходит).

Трихлорэтилен ($\text{CCl}_2=\text{CHCl}$) – мощное наркотическое средство, особенно при необходимости кратковременного наркоза.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5. Щелочной гидролиз алкилгалогенидов

Реактивы и оборудование: этилиодид, бутилхлорид, амилхлорид, октилбромид, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 20%-ная азотная кислота, пипетки, обратные холодильники, пробирки.

Используют несколько алкилгалогенидов с различной подвижностью галогена. В несколько пробирок наливают по 1 мл исследуемых алкилгалогенидов и каждый из них 1 раз промывают водой. Для этого в каждую пробирку добавляют по 5 мл воды, смесь интенсивно встряхивают и после расслоения большую часть воды сливают. После промывания к алкилгалогенидам добавляют по 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия, пробирки закрывают пробками с обратными холодильниками, содержимое пробирок интенсивно встряхивают. Смесь очень осторожно нагревают, не доводя до кипения. После охлаждения по 1 мл щелочного раствора переливают в другие пробирки, подкисляют 20%-ным раствором азотной кислоты и добавляют несколько капель 1%-ного раствора нитрата серебра. Наблюдают и отмечают произошедшие в пробирках изменения.

Контрольные вопросы к защите практической работы №5:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Объясните общий механизм реакций нуклеофильного замещения S_N у sp^3 -гибридизованного атома углерода. Покажите особенности $\text{S}_\text{N}1$ и $\text{S}_\text{N}2$ реакций на примере щелочного гидролиза этилиодида и *трет.*-бутилхлорида.
8. Почему могут конкурировать реакции S_N и E ? Объясните на примере реакции 2,3-диметил-3-бромпентана с водным раствором щелочи и со спиртовым раствором щелочи при нагревании. Объясните сущность правила Зайцева.
9. Известно, что слабые основания Бренстеда являются хорошими уходящими группами, но в разной степени. Напишите уравнение реакции 1-бром-4-хлорбутана с иодидом калия в ацетоне и объясните преимущественное образование одного из двух возможных продуктов. По какому механизму протекает эта реакция? Приведите его.

10. Приведите механизмы присоединения бромоводорода к пропилену в присутствии перекиси и без. В чем отличие этих двух реакций, какие бромпроизводные при этом образуются?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6. Изучение свойств хлороформа

Реактивы и оборудование: хлороформ, 10%-ный раствор гидроксида натрия, раствор иода в иодиде калия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 20%-ный раствор азотной кислоты, обратные холодильники, пробирки, химические стаканы.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и 1 мл воды. Закрывают пробирку пробкой и интенсивно встряхивают. Через некоторое время образуются два слоя, так как хлороформ практически нерастворим в воде.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и добавляют несколько капель раствора иода в иодиде калия. Смесь интенсивно встряхивают. Через некоторое время нижний слой приобретает розовую окраску, так как хлороформ хорошо растворяет иод, который при встряхивании переходит из водного слоя в хлороформ.

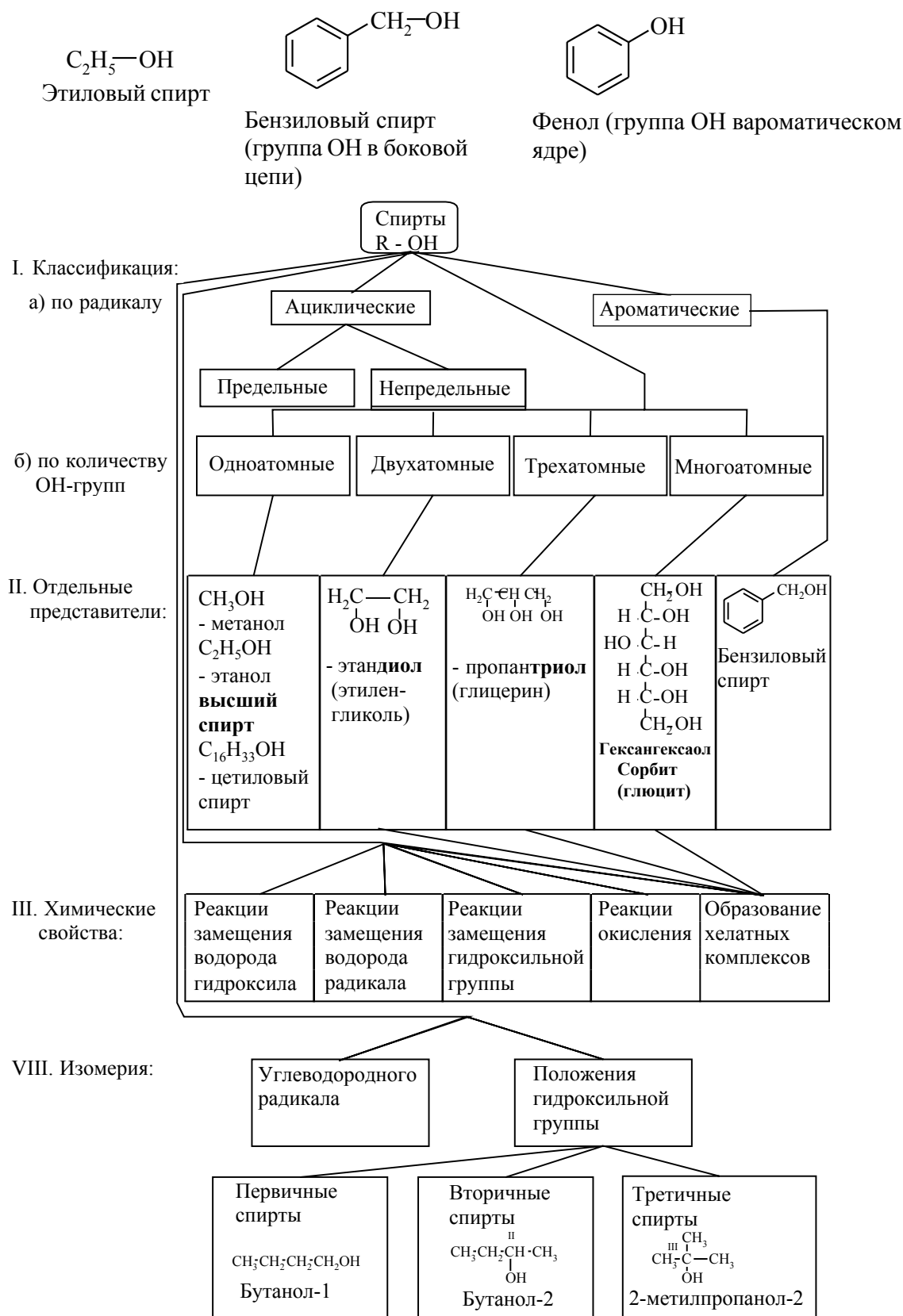
В пробирку наливают 1 мл хлороформа и 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником. Смесь очень осторожно нагревают на газовой горелке до кипения, а затем охлаждают в ледяной бане. В этих условиях происходит гидролиз хлороформа с образованием хлорида натрия и натриевой соли муравьиной кислоты. Для обнаружения хлорид-ионов часть гидролизата отливают в другую пробирку и после подкисления 20%-ной азотной кислотой добавляют несколько капель нитрата серебра. Наблюдают выпадение белого творожистого осадка хлорида серебра.

Контрольные вопросы к защите практической работы №6:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Приведите механизм синтеза хлороформа из ацетальдегида, хлора и раствора едкого кали. В чем заключается применение иодоформа в медицинской и фармацевтической практике?
8. Приведите механизм синтеза иодоформа из ацетона, иода и раствора едкого натра. В чем заключается применение хлороформа в медицинской практике и химическом синтезе?
9. Приведите механизм поэтапного фотохимического хлорирования метана (до тетрахлорметана) промежуточным продуктом которого является хлороформ. Объясните, в чем заключаются стадии зарождения, роста и обрыва цепи.
10. В одной пробирке смешали равные объемы воды и бензола, а в другой воды и хлороформа. С точки зрения физических свойств воды, бензола и

хлороформа объясните распределение органической и неорганической фаз в обоих случаях.

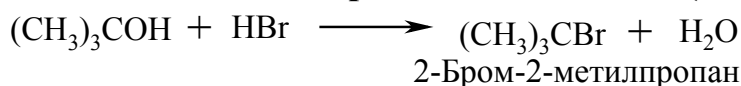
ГЛАВА IV. Спирты. Фенолы



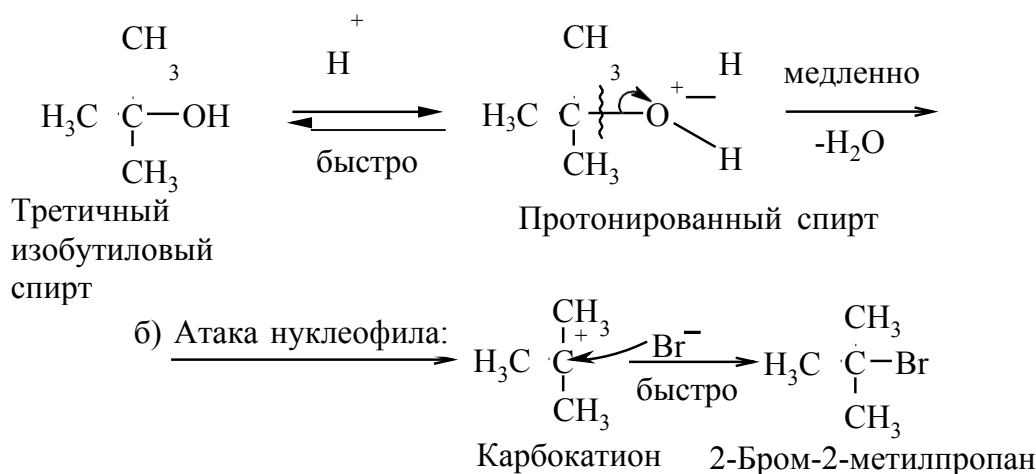
Соединения алифатического ряда, содержащие одну или несколько гидроксильных групп, называются спиртами; аналогичные производные

ароматических углеводородов, содержащие гидроксильную группу в кольце, называются фенолами. Спирты, подобно галогенопроизводным, способны к реакциям нуклеофильного замещения, они проходят по типу мономолекулярного нуклеофильного замещения S_N1 , либо по бимолекулярному S_N2 . Поскольку OH^- является плохо уходящей группой, то отщеплению гидроксила предшествует протонирование спирта, необходимое для превращения плохо уходящей гидроксильной группы в ион оксония $-O^+H_2$ (хорошая уходящая группа – H_2O).

Реакция замещения гидроксила на галоген (S_N1)



Механизм: а) Протонирование спирта необходимо, т.к. OH^- - плохо уходящая группа в отличие от H_2O , которая является хорошо уходящей группой:



Взаимодействие спиртов с реактивом Лукаса

Спирты довольно легко реагируют и с HI и с HBr , что объясняется силой этих кислот и нуклеофильностью их анионов. Соляная кислота - менее сильная кислота, чем HI и HBr , а анион Cl^- - менее нуклеофилен, чем I^- или Br^- . Благодаря этим свойствам соляную кислоту можно использовать для простого определения характера спирта, т. е. является ли он первичным, вторичным или третичным. Если смесь концентрированной соляной кислоты и безводного хлорида цинка, известную как реактив Лукаса, прибавлять к спиртам, то наблюдается следующее:

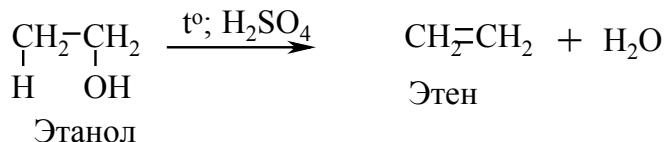
третичный спирт: мгновенная реакция; выделение тепла; немедленно выделяется масло (т. е. образуются два слоя);

вторичный спирт: реакция происходит не мгновенно, а в течение 5-10 мин; не наблюдается выделения тепла; иногда требуется дополнительное нагревание;

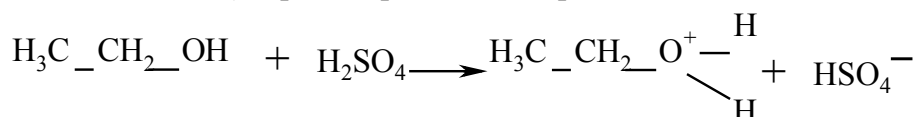
первичный спирт: реакция не происходит даже при стоянии в течение часа при комнатной температуре и при нагревании.

Этот порядок реакционной способности отражает порядок устойчивости катионов (т. е. третичный > вторичный > первичный) и легкость превращения спирта в алкилхлорид через соответствующий карбокатион.

Реакция внутримолекулярной дегидратации (E2).



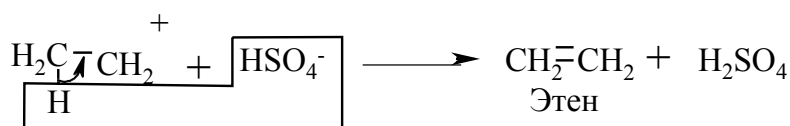
Механизм: а) Протонирование спирта:



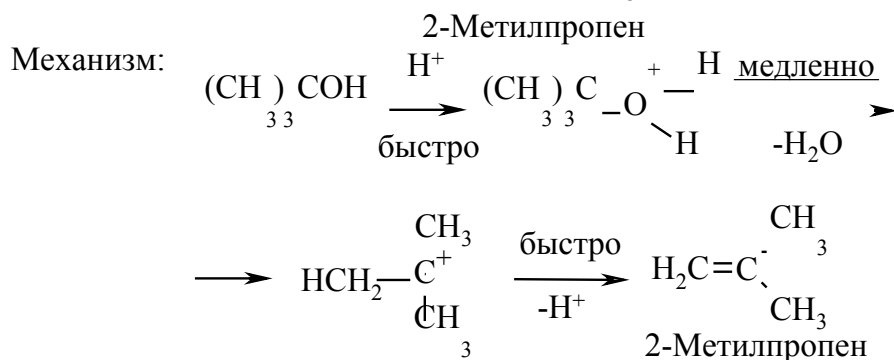
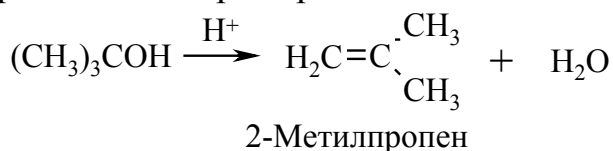
б) Образование карбокатиона:



в) Заключительный этап реакции:



В случае третичных спиртов реакция идет по механизму E1:

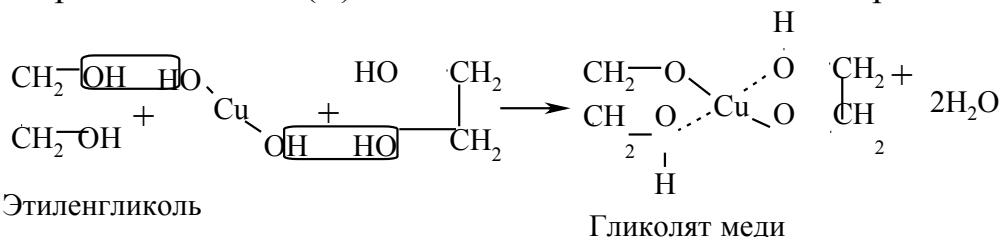


В реакциях отщепления галогеноводорода от алкилгалогенида или воды от спирта наблюдается преимущественное отщепление протона от наименее гидрогенизированного атома углерода – правило Зайцева.

Свойства многоатомных спиртов

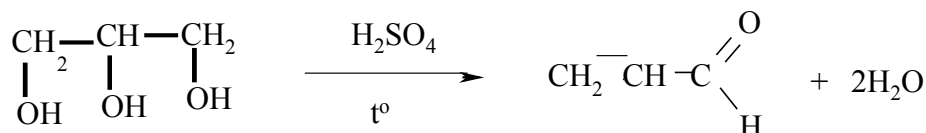
Многоатомные спирты по свойствам в значительной степени напоминают одноатомные. Гидроксильные группы в них могут быть первичными, вторичными, третичными, причем в реакции могут вступать одна или несколько гидроксильных групп.

Многоатомные спирты с гидроксидами некоторых тяжелых металлов в щелочной среде образуют внутрикомплексные («хелатные») соединения, имеющие характерное окрашивание. В частности, при взаимодействии с гидроксидом меди (II) возникает интенсивное синее окрашивание.

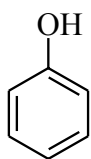


Эта реакция может быть использована как качественная для открытия двух и более гидроксильных групп (реакция на диольный фрагмент). Аналогично реакция протекает и с другими многоатомными спиртами, например с глицерином.

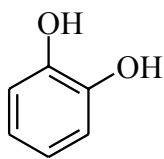
При нагревании глицерина с концентрированной серной кислотой в результате реакции дегидратации образуется непредельный альдегид пропеналь (акролеин).



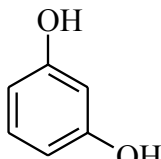
Фенолы



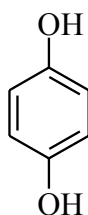
Фенол



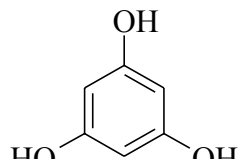
Пирокатехин



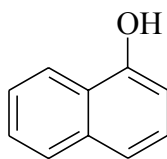
Резорцин



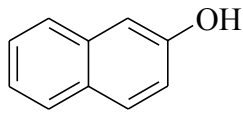
Гидрохинон



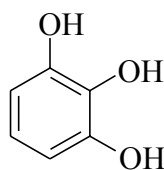
Флороглуцин



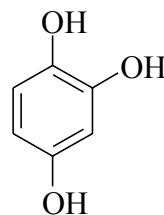
✓ -
нафтол



 -
нафтол



Пирогаллол



Оксигидрохинон

Качественной реакцией на фенольный гидроксил является реакция с FeCl_3 – сине-фиолетовое окрашивание, обусловленное образованием комплексных соединений железа.

Медико-биологическое значение, физиологическое действие и применение в народном хозяйстве

Метиловый спирт (метанол, древесный спирт, CH_3OH) – сильный сосудистый и нервный яд. При приеме 15 мл метилового спирта поражается зрительный нерв и сетчатка глаза, в 50% случаев наступает частичная или полная потеря зрения, а также поражения блуждающего, слухового, а иногда и тройничного и обонятельного нервов. В организме метиловый спирт окисляется в муравьиный альдегид и муравьиную кислоту, которые и обуславливают токсическое действие метилового спирта. Смертельная доза 30-60 мл.

Этиловый спирт (этанол, винный спирт, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) действует опьяняюще, а в больших дозах вызывает состояние, близкое к наркозу. Используется для приготовления настоек и в качестве обеззараживающего средства. При длительном приеме (у взрослых 5-10 лет, а в юношеском возрасте 1 год) возникает психологическая и физическая зависимость, которая называется хроническим алкоголизмом или алкогольной наркоманией. При больших концентрациях алкоголя блокируется центр дыхания в продолговатом мозге, состояние опьянения переходит в смерть. Смертельная доза этилового спирта 7-8 г на 1 кг веса тела.

Фенол (карболовая кислота, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) – первый антисептик, введенный в хирургию. Токсичен и может вызвать ожог кожи. 5%-ный раствор фенола служит эталоном, с которым сравнивают бактерицидность всех других препаратов. Фенол широко используется для производства пластмасс, лекарственных средств, красителей, взрывчатых веществ.

Этиленгликоль (этандиол-1,2; $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$) – токсичная высококипящая жидкость, температура плавления – 16°C , температура кипения $+197^\circ\text{C}$.

Используется в технике для приготовления антифризов – жидкостей с низкой температурой замерзания, применяющихся для охлаждения двигателей внутреннего сгорания, особенно в зимнее время.

Глицерин (пропантриол-1,2,3; $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$) – нетоксичная, вязкая, бесцветная жидкость сладкого вкуса. Широко распространен в природе; входит в состав большинства омыляемых липидов. Применяется как компонент мазей для смягчения кожи.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. Свойства одноатомных предельных спиртов

Реактивы и оборудование: спирты (этиловый, пропиловый, бутиловый, амиловый или изоамиловый), сульфат меди (II) кристаллический, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, синяя и красная лакмусовая бумага, фарфоровые чашки, лучинки, пробирки, пипетки, мерные цилиндры.

В четыре пробирки наливают по 2 мл воды и в каждую добавляют по 0,5 мл этилового, пропилового, бутилового, амилового или изоамилового спирта соответственно. Пробирки хорошо встряхивают. Наблюдают растворимость спиртов в воде.

На синюю и красную лакмусовые бумажки наносят по 1 капле каждого из полученных спиртовых растворов. В каждую из четырех пробирок со спиртовыми растворами вносят по 1 капле 1%-ного раствора фенолфталеина, наблюдая, изменяется ли окраска растворов.

В три фарфоровые чашки наливают по 1 мл этилового, бутилового и амилового спиртов. Спирты поджигают и наблюдают характер горения.

Абсолютирование этилового спирта

В маленькую фарфоровую чашку или фарфоровый тигель помещают примерно 1 г кристаллического сульфата меди (II) и прокаливают его в пламени горелки до исчезновения голубой окраски. В сухую пробирку наливают 2-3 мл этилового спирта и вносят в него полученный безводный сульфат меди (белого цвета). Слегка нагревают пробирку и размешивают ее содержимое. Полученный абсолютный этиловый спирт переливают в сухую пробирку.

Контрольные вопросы к защите практической работы №7:

6. Какой растворитель называется абсолютным? Как достигается такое состояние растворителя? Приведите примеры.
7. Запишите уравнения реакций окисления и восстановления спиртов. Какие продукты при этом могут образовываться?
8. Объясните причины пагубного влияния на организм этилового и метилового спиртов. Запишите уравнения окисления этих спиртов под действием ферментов алкогольдегидрогеназ (АДГ).
9. Сравните кислотные и основные свойства спиртов, используемых в работе. Расположите спирты в порядке убывания кислотных и основных свойств, рассмотрев соответствующие сопряженные частицы.
10. Напишите формулы этилового, пропилового, бутилового, амилового и изоамилового спиртов и назовите их по рациональной (карбинольной) номенклатуре.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8. Высаливание этилового спирта и взаимодействие спиртов с реактивом Лукаса

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, пропиловый спирт, изопропиловый спирт, *трет.*-бутиловый спирт, реактив Лукаса (раствор хлорида цинка в концентрированной соляной кислоте), карбонат калия кристаллический, фарфоровые чашки, пипетки, пробирки.

Высаливание этилового спирта из его водного раствора

В пробирку наливают 3 мл этилового спирта и при встряхивании добавляют 3 мл дист. воды. 2 мл полученного раствора отливают в фарфоровую чашку и подносят к нему зажженную лучинку. Загорается ли разбавленный спирт?

К остатку в пробирке добавляют примерно 2 г порошкообразного поташа, энергично взбалтывают содержимое пробирки и ставят пробирку в штатив. После расслоения верхний слой (этиловый спирт) пипеткой переносят в фарфоровую чашку и снова подносят к нему горящую лучинку. Воспламенится ли спирт?

Взаимодействие различных спиртов с реактивом Лукаса

В 3 сухие пробирки приливают по 1 мл спиртов (пропиловый, изопропиловый, *трет.*-бутиловый), затем в каждую добавляют по 3 мл реактива Лукаса, перемешивают и оставляют стоять 3-5 мин.

Контрольные вопросы к защите практической работы №8:

6. В чем заключается эффект высаливания ПАВ из их растворов? Расположите следующие анионы в порядке их способности к сольватации и соответственно лучшему высаливающему эффекту:

Cl^- , CH_3COO^- , CO_3^{2-} , Br^- , NO_3^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, SO_4^{2-} .

7. Напишите уравнения реакций и объясните различную скорость взаимодействия этанола, *втор.*-бутанола и 2-метилбутанола-2 с реактивом Лукаса.

8. Объясните тот факт, что аллиловый спирт, не являющийся третичным, гораздо быстрее реагирует с реактивом Лукаса нежели *втор.*-бутанол.

9. Объясните тот факт, что бензиловый спирт, не являющийся третичным, гораздо быстрее реагирует с реактивом Лукаса нежели *втор.*-бутиловый и даже *трет.*-бутиловый спирты.

10. В чем заключается роль кислотного катализа в реакциях нуклеофильного замещения и элиминирования в ряду спиртов? Почему могут конкурировать реакции S_N и E?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9. Многоатомные спирты и фенолы

Реактивы и оборудование: глицерин, этиленгликоль, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия, серная кислота (конц.), фенол, гидрохинон, резорцин, пирокатехин, пирогаллол, α -нафтол, β -нафтол, разбавленный раствор хлорида железа (III), пробирки, пипетки, газовые горелки, асбестовые сетки, резиновые перчатки, очки.

Свойства глицерина и этиленгликоля

а) Качественная реакция на диольный фрагмент

В пробирку наливают 1 мл 2%-ного раствора CuSO_4 и 2 мл 10%-ного раствора NaOH . К образовавшемуся осадку голубого цвета приливают 1 мл глицерина и смесь перемешивают. Осадок растворяется, появляется сине-фиолетовое окрашивание раствора от образующегося комплексного соединения глицерата меди. Опыт повторяют, используя вместо глицерина этиленгликоль.

б) Дегидратация глицерина

(работа проводится под тягой в перчатках и защитных очках)

В сухую фарфоровую чашку приливают приблизительно 1 мл конц. серной кислоты и 4-5 капель глицерина. Смесь сильно нагревают на газовой горелке с использованием асбестовой сетки до образования тяжелых паров акролеина с едким запахом. При этом происходит обугливание реакционной смеси. При нагревании происходит дегидратация трехатомного спирта, отщепляется две молекулы воды и в результате образуется непредельный альдегид – акролеин (пропеналь).

Качественные цветные реакции на фенолы и нафтолы

(все манипуляции с фенолом необходимо производить под тягой в перчатках и защитных очках)

В 7 разных пробирок добавляют приблизительно по 1 мл раствора FeCl_3 и в каждую поочередно шпателем или пинцетом прибавляют небольшое количество кристаллических фенолов и нафтолов. Все пробирки встряхивают и дают отстояться. Через некоторое время отмечают изменившийся цвет окраски в каждой из пробирок.

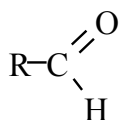
Контрольные вопросы к защите практической работы №9:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Напишите продукт реакции глицерина со смесью концентрированных азотной и серной кислот. Каково его применение?
8. Сравните кислотные свойства пропанола, изопропанола и глицерина. Расположите их в ряд по ослаблению кислотных свойств. Ответ обоснуйте, рассмотрев устойчивость сопряженных оснований.
9. Какие из перечисленных соединений будут давать качественную реакцию с гидроксидом меди (II): пентанол-1, пентанол-2, пентандиол-1,2, пентандиол-1,3, пентандиол-1,4, пентандиол-1,5, пентандиол-2,3, глюкоза, фенол, бензиловый спирт? Приведите строение соответствующих комплексных соединений.
10. В трех не подписанных пробирках находятся: бензиловый спирт, метанол и водный раствор фенола. Используя любые реактивы, предложите способ идентификации этих веществ.

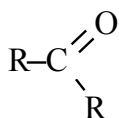
ГЛАВА V. Альдегиды. Кетоны

Соединения, содержащие карбонильную группу $>C=O$, в зависимости от характера связанных с ней заместителей делятся на следующие классы: альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и их функциональные производные:

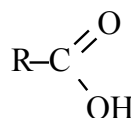
Альдегиды



Кетоны



Карбоновые кислоты

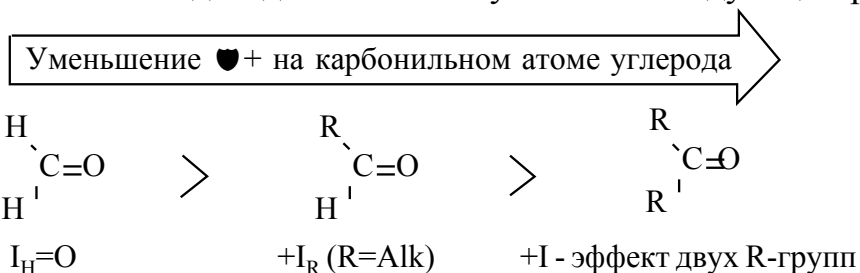


Строение карбонильной группы

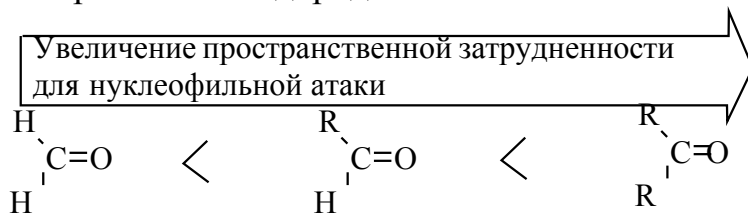


Тригональный sp^2 -гибридизованный атом углерода карбонильной группы, образует три σ -связи, лежащие в одной плоскости, и π -связь с кислородом за счет негибридизованной p -орбитали. Вследствие различия в электроотрицательности атомов углерода и кислорода π -связь между ними сильно поляризована. В результате на атоме углерода карбонильной группы возникает эффективный положительный заряд δ^+ , а на атоме кислорода – отрицательный заряд δ^- . Поскольку атом углерода электронодефицитен, то он представляет собой удобный центр для нуклеофильной атаки (Y^-).

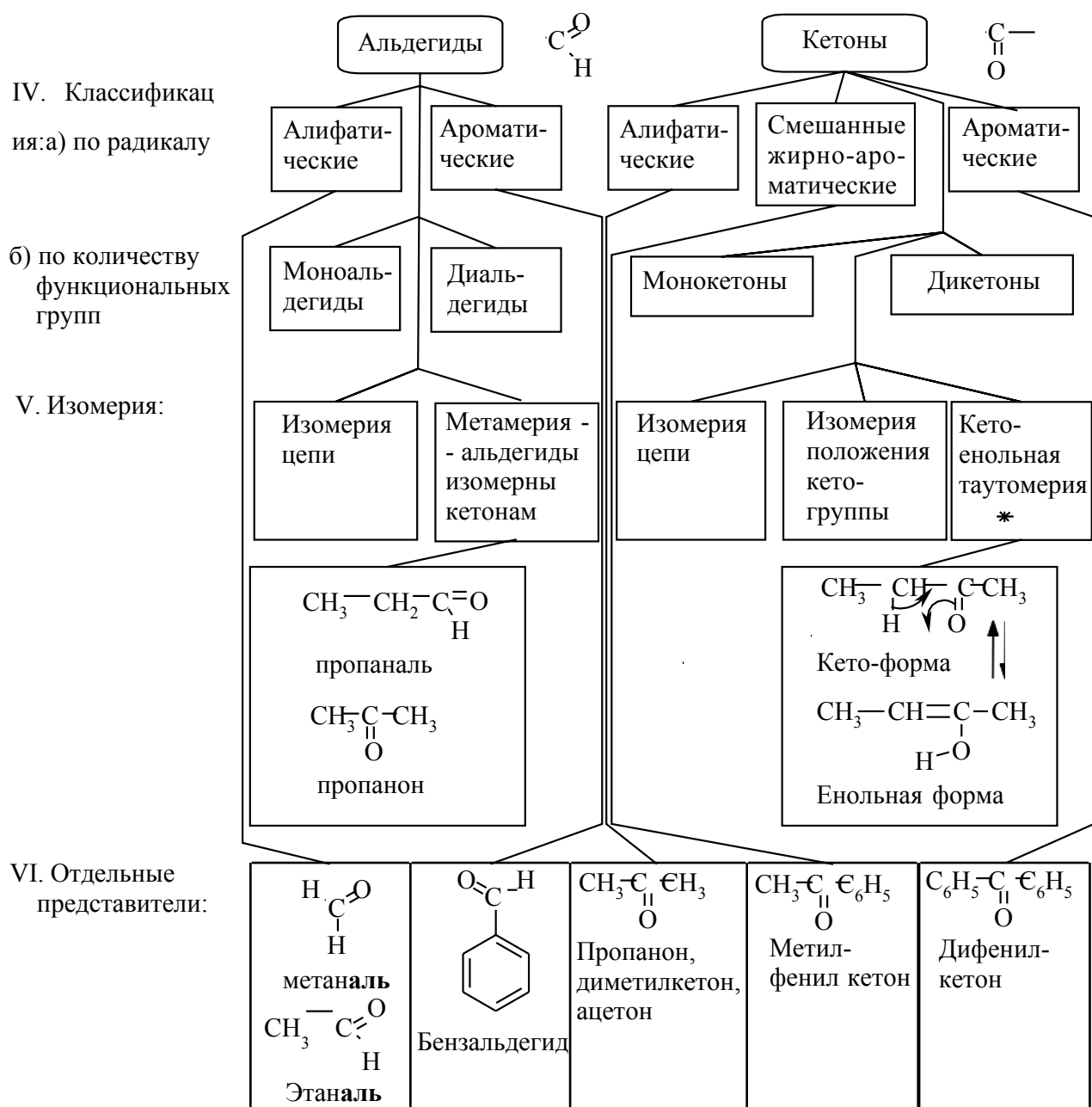
Легкость нуклеофильной атаки зависит от величины эффективного положительного заряда на атоме углерода, его пространственной доступности и кислотно-основных свойств среды. С учетом электронных эффектов групп, связанных с карбонильным атомом углерода, величина δ^+ на нем в альдегидах и кетонах убывает в следующем ряду:



Пространственная доступность карбонильного углерода уменьшается при замене водорода на более объемистые органические радикалы

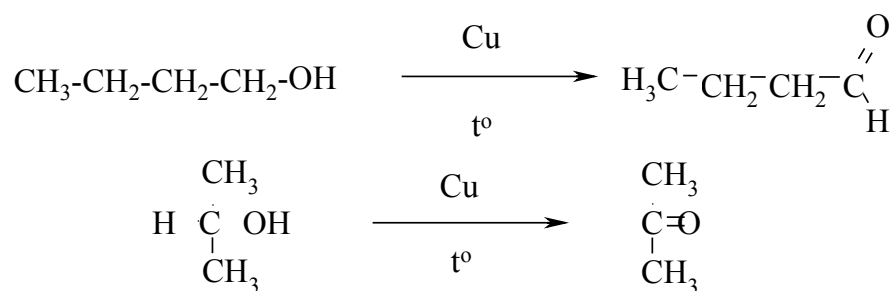


По этим причинам альдегиды более реакционноспособны, чем кетоны.

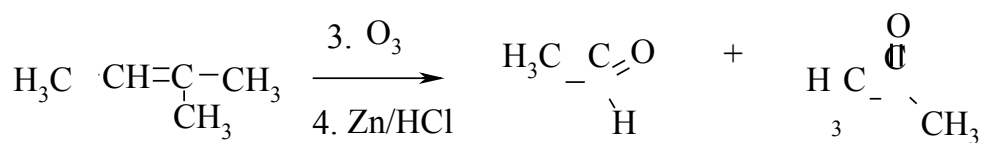


Реакции, с помощью которых можно синтезировать альдегиды и кетоны, разнообразны, вот только некоторые из них:

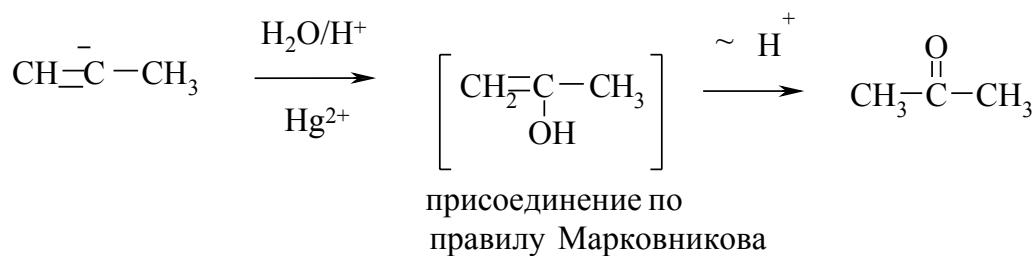
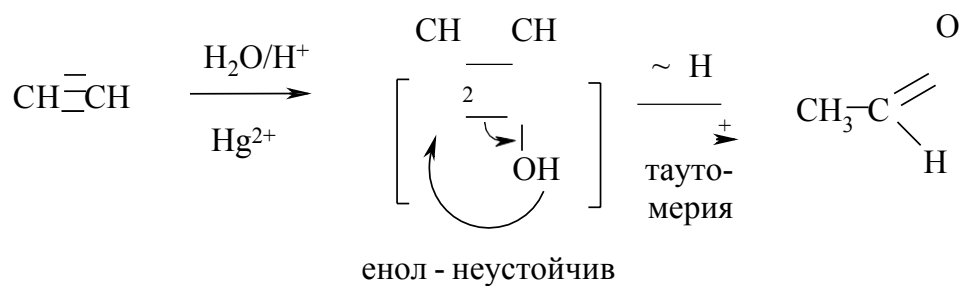
11) Дегидрирование первичных и вторичных спиртов:



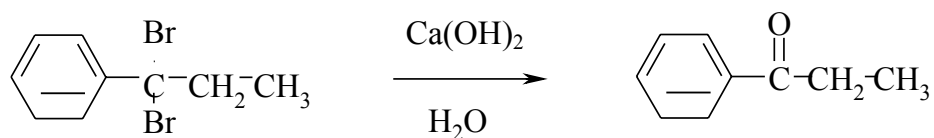
12) Озонолиз алкенов с последующим восстановительным расщепление озонидов:



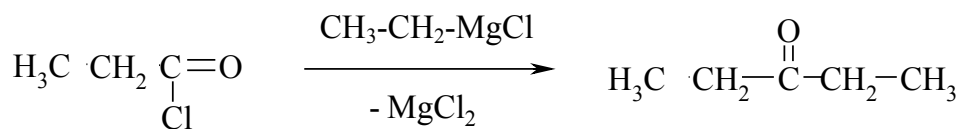
13) Гидратация алкинов по Кучерову:



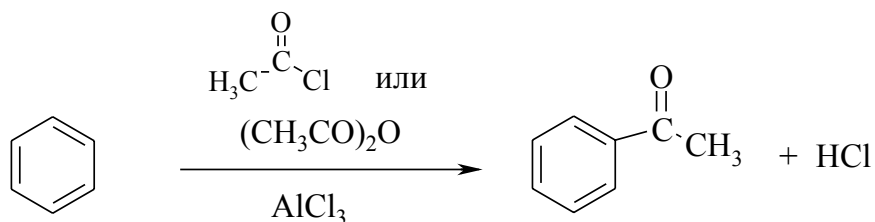
14) Щелочной гидролиз геминальных дигалогенпроизводных:



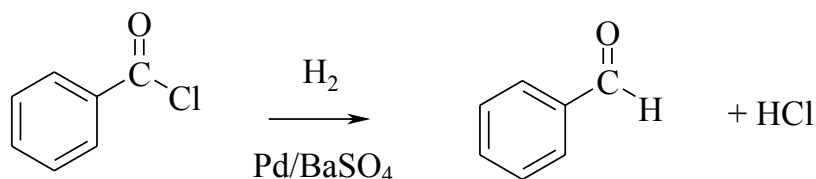
15) Синтез с использованием реактива Гриньяра:



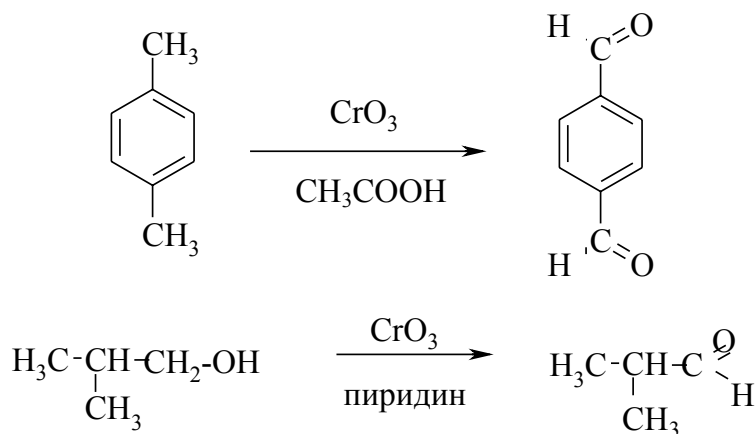
16) Ацилирование ароматических соединений:



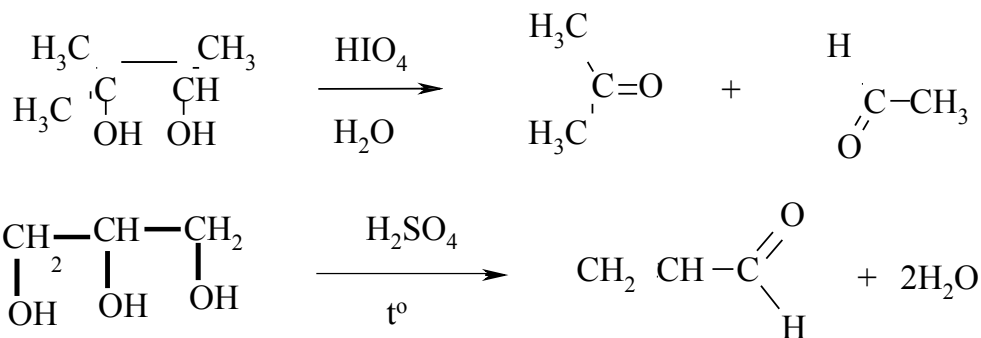
17) Восстановление ацилхлоридов водородом на катализаторе Линдлара (реакция Розенмунда-Зайцева):



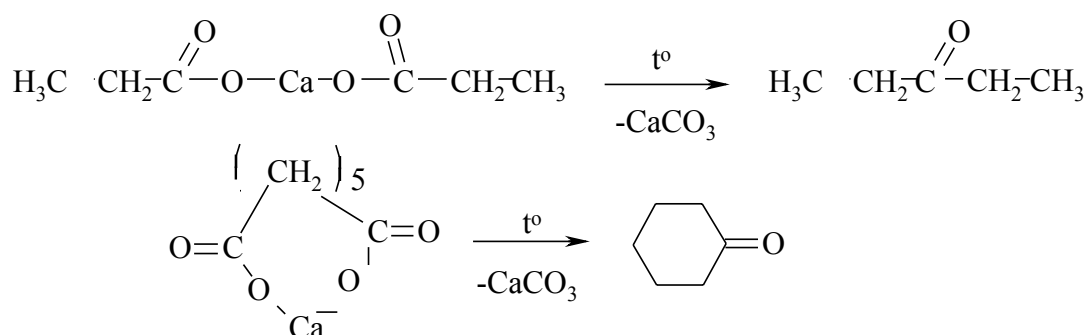
18) Окисление спиртов и алкиларенов оксидом хрома (III):



19) Расщепление и дегидратация гликолей и глицеринов:

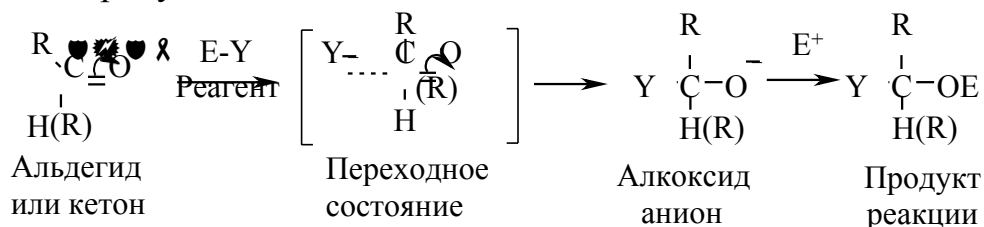


20) Пирролиз кальциевых солей одноосновных и двухосновных карбоновых кислот:

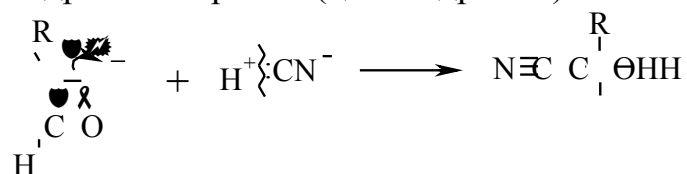


Реакции нуклеофильного присоединения A_N альдегидов и кетонов

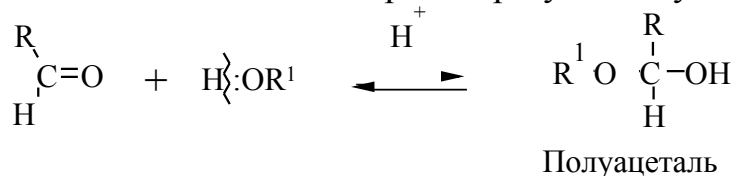
Реакции нуклеофильного присоединения характерны для альдегидов и кетонов. Как указывалось выше, альдегиды реагируют легче, чем кетоны. Общая схема процесса включает нуклеофильную атаку по карбонильному углероду сверху или снизу от плоскости и затем атаку электрофилом по кислороду.



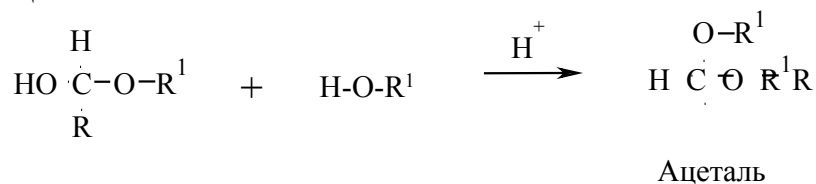
Присоединение HCN. Циановодородная кислота в присутствии следов щелочи присоединяется к альдегидам и кетонам с образованием α -гидроксинитрилов (циангидринов):



Присоединение спиртов. Нуклеофильные спирты при взаимодействии с альдегидами в кислой среде образуют полуацетали:



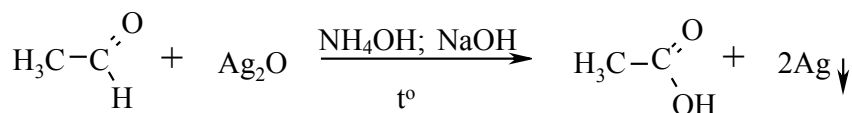
При обработке полуацеталей избытком спирта в кислой среде образуются ацетали:



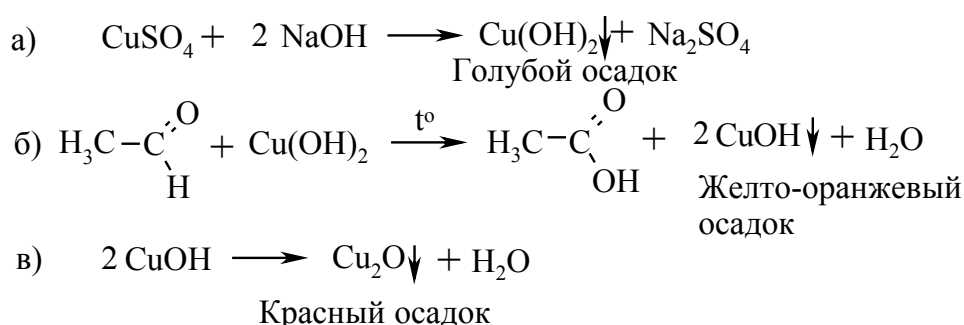
Реакции окисления и восстановления

Альдегиды очень легко окисляются такими слабыми окислителями как оксид серебра, гидроксид меди (II), при этом образуются кислоты. Эти реакции являются качественными для открытия альдегидов.

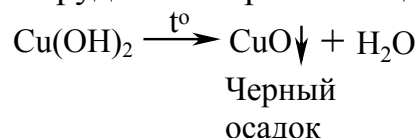
Реакция серебряного зеркала:



Реакция медного зеркала идет в несколько стадий



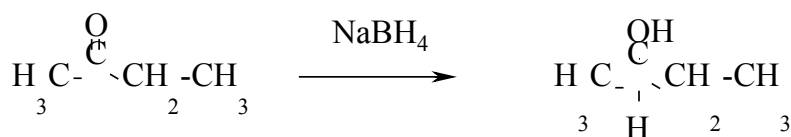
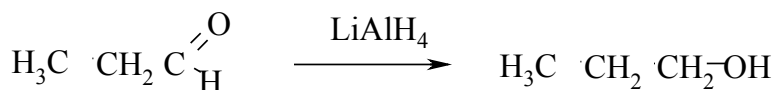
Однако реакция имеет свой недостаток, при избытке гидроксида меди (II) и нагревании он разлагается на оксид меди (II) черного цвета, который затушевывает кирпично-красное или желто-оранжевое окрашивание, чем затрудняет открытие альдегида:



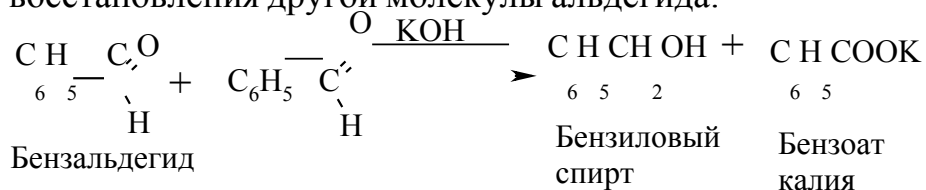
Кетоны окисляются значительно труднее и требуют для этого более жестких условий. При этом происходит разрыв цепи по правилу Попова, в результате образуются две кислоты с меньшим количеством углеродных атомов, чем у исходного кетона:



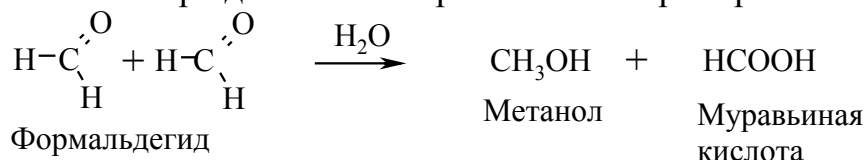
В результате реакции гидрирования комплексными гидридами из альдегидов образуются первичные, а из кетонов – вторичные спирты:



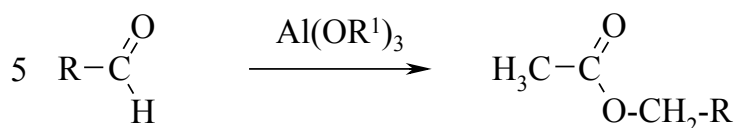
Реакция диспропорционирования (Канницаро). Стадия переноса водорода в виде гидрид-иона – главное в механизме процесса диспропорционирования альдегидов, в результате которого одна молекула окисляется за счет восстановления другой молекулы альдегида:



Формальдегид может диспропорционировать даже в водных растворах, за счет чего при длительном хранении они приобретают кислую реакцию:



Другой пример реакции диспропорционирования – это реакция Тищенко:



Медико-биологическое значение и применение в народном хозяйстве

Муравьиный альдегид обладает способностью свертывать белки. Его 40% водный раствор, называемый формалином, применяется в медицине как дезинфицирующее средство и консервант анатомических препаратов. При вдыхании воздуха, содержащего большое количество формальдегида, развивается явление острого отравления со слезотечением, резким кашлем, чувством стеснения в груди.

Уксусный альдегид легко летучая жидкость. В больших концентрациях обладает неприятным удушливым запахом, в малых концентрациях имеет запах яблок, в которых он и содержится в небольших количествах.

Ацетон в больших количествах используется как растворитель многих органических веществ, а также как исходный продукт для получения хлороформа, иодоформа, искусственного каучука.

Ацетон образуется в организме при сахарном диабете из продуктов неполного окисления жиров – ацетоуксусной, β-гидроксимасляной кислот, он накапливается в крови и появляется в моче.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10. Получение альдегидов

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, фуксинсернистая кислота, дихромат калия, 10%-ная серная кислота, спирали из медной проволоки, глицерин, стаканы на 100 мл, лед, пробирки, изогнутые газоотводные трубки.

Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта оксидом меди (II). Несколько каплями этилового спирта смачивают стенки сухой пробирки. В пламени газовой горелки нагревают спираль из медной проволоки до образования на ее поверхности черного налета оксида меди (II). Раскаленную докрасна спираль опускают в пробирку со спиртом. Операцию повторяют несколько раз. Образовавшийся уксусный альдегид обнаруживают по запаху (в низких концентрациях пахнет зелеными яблоками) и цветной реакции с фуксинсернистой кислотой.

Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта дихроматом калия. В сухую пробирку насыпают 0,5 г дихромата калия, приливают 2 мл 10%-ного раствора серной кислоты и постепенно при встряхивании добавляют 2 мл этилового спирта. Смесь разогревается, происходит изменение ее цвета от оранжево-красного до зеленовато-бурого. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и закрепляют в лапке штатива. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку-приемник с водой. Приемник предварительно помещают в стакан со льдом. Пробирку с реакционной смесью осторожно нагревают на пламени горелки и отгоняют летучие продукты в течение 3-4 мин. Наличие уксусного альдегида в пробирке-приемнике определяют по запаху и реакции с фуксинсернистой кислотой.

Получение глицеринового альдегида окислением глицерина дихроматом калия. В пробирку наливают 1 мл 10%-ного раствора дихромата калия, 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты и 1 мл глицерина. Смесь встряхивают, пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают. Пары образующегося глицеринового альдегида пропускают в 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты, налитой в пробирку-приемник, появляется красно-фиолетовое окрашивание.

Контрольные вопросы к защите практической работы №10:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Получите пропионовый альдегид тремя различными способами, запишите уравнения соответствующих реакций.
8. Напишите уравнения реакций дегидрирования бутанола-1 и гексанола-1 металлической медью, назовите образующиеся продукты.

9. Получите масляный и пропионовый альдегиды окислением соответствующих спиртов оксидом меди, запишите реакции.

10. Напишите формулы Фишера D- и L-глицеринового альдегида. Назовите их по R,S-номенклатуре.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11. Цветные реакции на карбонильные соединения

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор формальдегида, 10%-ный раствор уксусного альдегида, ацетон, фуксинсернистая кислота, концентрированная серная кислота, 0,5%-ный водный раствор резорцина, 5%-ный раствор нитропрусида натрия, 1 М раствор гидроксида натрия, пипетки, пробирки.

Реакции альдегидов с фуксинсернистой кислотой. В две пробирки наливают по 1 мл прозрачного бесцветного раствора фуксинсернистой кислоты. В первую пробирку добавляют несколько капель 10%-ного раствора формальдегида, а во вторую – такой же объем 10%-ного раствора уксусного альдегида. Через некоторое время в пробирке с формальдегидом появляется фиолетовая окраска, а в пробирке с уксусным альдегидом – фиолетово-розовая.

Качественная реакция на формальдегид с резорцином. В пробирку наливают 2-3 мл 0,5%-ного раствора резорцина и 1 мл 10%-ного раствора формальдегида. На полученную смесь осторожно по стенке пробирки накладывают пипеткой 1-2 мл концентрированной серной кислоты. Наблюдают появление малинового кольца на границе двух жидкостей.

Реакция альдегидов и кетонов с нитропрусидом натрия. В две пробирки наливают по 1 мл дистиллированной воды, затем в одну из них добавляют 2-6 капли уксусного альдегида, а во вторую – такой же объем ацетона. К полученным смесям приливают по несколько капель 1М раствора гидроксида натрия. Наблюдают появление красно-фиолетового окрашивания, которое при стоянии переходит в желтое.

Контрольные вопросы к защите практической работы №11:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.

7. Какие еще качественные реакции на альдегидную группу вы знаете? Приведите два примера для пропионового альдегида, запишите уравнения реакций.

8. Запишите уравнения реакций «серебряного зеркала» и «медного зеркала» для определения альдегидной группы на примере бутанала и бензальдегида.

9. Одной из качественных реакций на ацетон является синтез его оксима, который можно идентифицировать по четкой температуре плавления (60 °С). Приведите уравнение этой реакции.

10. Одной из качественных реакций на ацетон является синтез из него иодоформа, который можно идентифицировать по характерному запаху. Приведите уравнение этой реакции.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12. Получение иодоформа из ацетона

Реактивы и оборудование: ацетон, иод кристаллический, 10%-ный раствор гидроксида натрия, кристаллический иодид калия, химические стаканы, капельные воронки, пипетки, пробирки, фильтровальная бумага, воронки.

В стакан помещают 2 г иодида калия, приливают 4 мл дистиллированной воды и после растворения соли добавляют 1 г иода. К полученному раствору приливают 10 мл воды. Затем в реакционную массу вводят 2 г ацетона и при перемешивании по каплям добавляют из капельной воронки 10%-ный раствор гидроксида натрия до исчезновения красноватой окраски раствора (приблизительно 2-3 мл). Иодоформ, который при этом выпадает в виде жёлтого кристаллического осадка, через 30 мин отфильтровывают, промывают небольшим количеством воды и высушивают на воздухе.

Контрольные вопросы к защите практической работы №12:

6. Запишите поэтапный механизм синтеза иодоформа из ацетона.
7. Возможен ли синтез иодоформа из ацетальдегида и ацетофенона? Если да, то запишите уравнения соответствующих реакций.
8. Осуществите синтез хлороформа исходя из изопропилового спирта. Какое преобразование необходимо осуществить на первой стадии?
9. Как в две стадии исходя из пинакона получить иодоформ? Запишите уравнения соответствующих реакций.
10. В чем заключается физиологическое действие на организм иодоформа и хлороформа? Каково их применение?

ГЛАВА VI. Карбоновые кислоты и функциональные производные

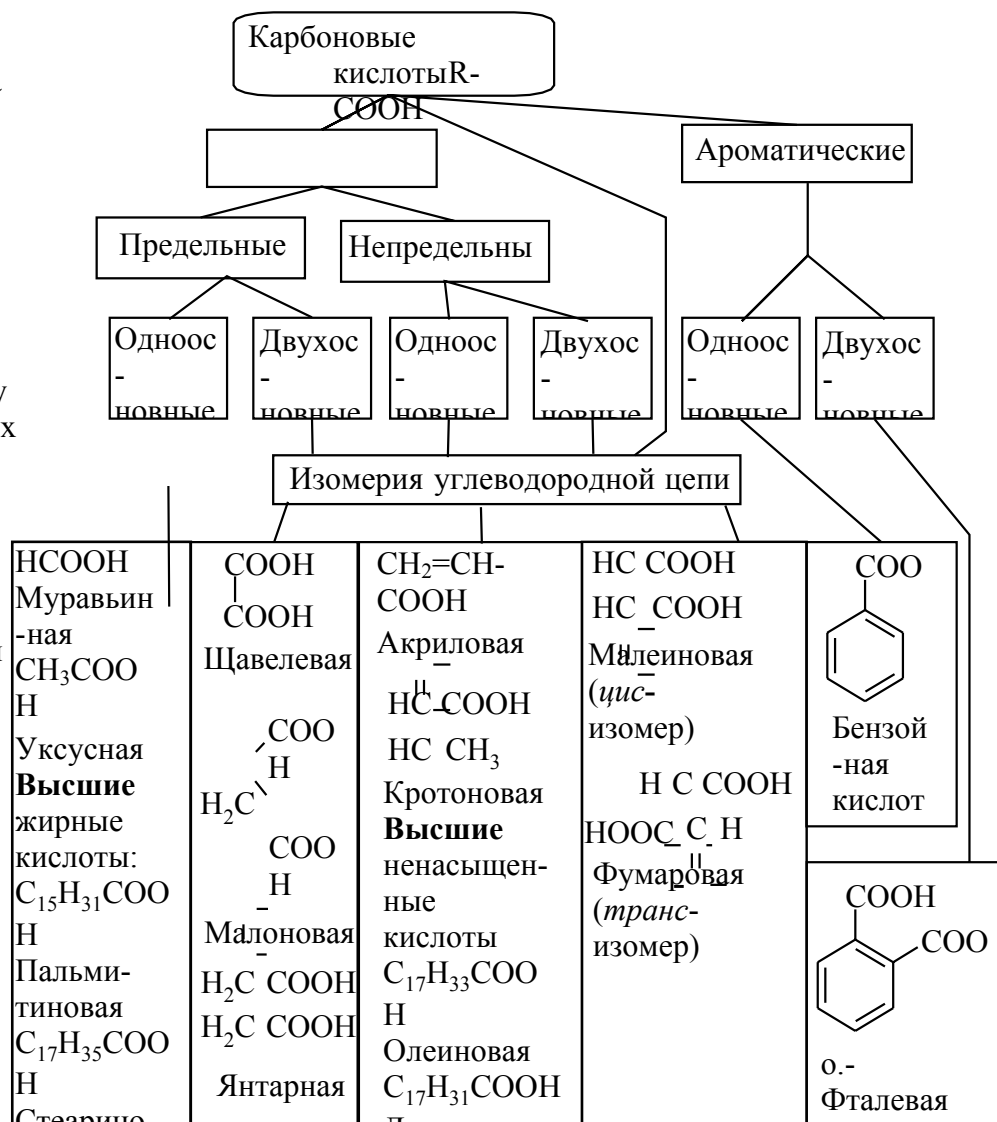
IV. Классификация:

а) по радикалу

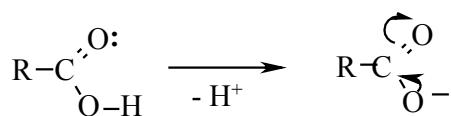
б) по количеству карбоксильных групп

V. Изомерия:

VI. Отдельные представители:



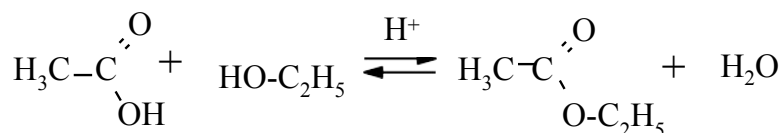
Карбоновые кислоты обладают относительно высокой кислотностью. За счет $-M$ -эффекта карбонильной группы подвижность атома водорода гидроксильной группы возрастает. При отрыве протона образуется высоко стабильный карбоксилат-анион:



Карбоновые кислоты образуют многочисленные функциональные производные: соли амиды, нитрилы, сложные эфиры, ангидриды, галогенангидриды и другие.

Образование сложных эфиров

Одной из наиболее важных реакций является образование сложных эфиров при взаимодействии кислоты и спирта, реакция этерификации, катализируемая сильными минеральными кислотами:

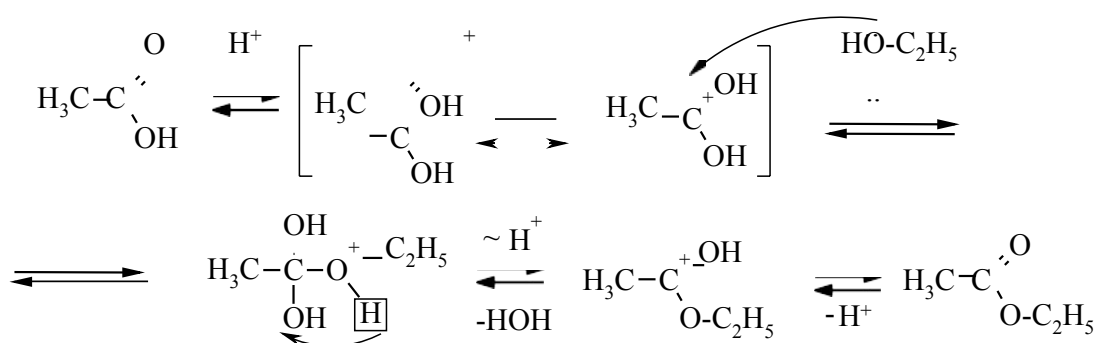


Уксусная кислота

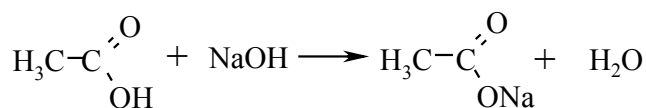
Этиловый спирт

Этилацетат

Механизм реакции:

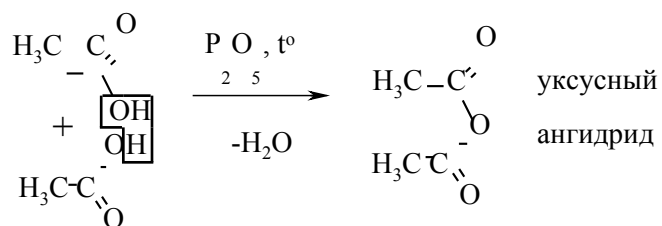


Образование солей

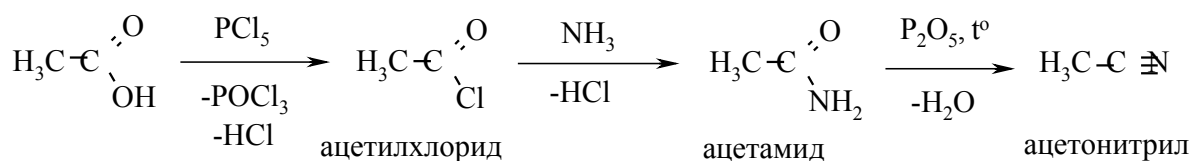


Ацетат натрия

Образование ангидридов



Следующая цепочка показывает, как последовательно можно получить **галогенангидрид, амид и нитрил**:



Применение карбоновых кислот и их производных

Карбоновые кислоты - исходные соединения для получения промежуточных продуктов органического синтеза: галогенангидридов, виниловых эфиров, галогенкислот. Соли карбоновых кислот и щелочных металлов применяют как мыла, эмульгаторы, смазочные масла; соли тяжелых металлов - инсектициды и фунгициды, катализаторы. Эфиры кислот - пищевые добавки, растворители; моно- и диэфиры гликолей и полигликолей пластификаторы, компоненты лаков и алкидных смол; эфиры целлюлозы - компоненты лаков и пластмассы. Амиды кислот эмульгаторы и флотоагенты.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13. Предельные одноосновные карбоновые кислоты

Реактивы и оборудование: карбоновые кислоты (муравьиная, уксусная, масляная, стеариновая), 0,1 М раствор соляной кислоты, этанол, бензол, 10%-ный раствор карбоната натрия, 20%-ный раствор ацетата натрия, металлический магний, оксид меди (II), 3%-ный раствор хлорида железа (III), пробирки, газоотводные трубки, универсальная индикаторная бумага.

Растворимость предельных карбоновых кислот в различных растворителях, сравнение силы кислот

В четыре пробирки вносят по 0,5 мл муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой кислот и добавляют по 2-3 мл воды. Содержимое пробирок тщательно перемешивают, если кислота не растворяется, пробирку нагревают. Отмечают зависимость растворимости карбоновых кислот в воде от молекулярной массы вещества. Опыт повторяют, используя в качестве растворителей спирт и бензол.

Для сравнения силы кислот на полоску индикаторной бумаги наносят по капле растворов органических и соляной кислот и по шкале определяют рН этих растворов.

Свойства уксусной кислоты

Взаимодействие уксусной кислоты с карбонатом натрия. К 1-2 мл 10%-ного карбоната натрия приливают 1 мл ледяной уксусной кислоты. Наблюдают выделение углекислого газа.

Взаимодействие уксусной кислоты с магнием и оксидом меди (II). В пробирку наливают 2 мл уксусной кислоты и добавляют 0,1-0,2 г металлического магния. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся газ через некоторое время поджигают.

В пробирку вносят 0,1-0,2 г оксида меди (II) и 2 мл уксусной кислоты, затем осторожно нагревают ее на пламени горелки. Наблюдают изменение цвета раствора.

Образование и гидролиз ацетата железа (III). В пробирку приливают 3-4 капли 20%-ного раствора ацетата натрия и добавляют столько же количество 3%-ного раствора хлорида железа (III). Наблюдают появление желтовато-красного окрашивания. При кипячении раствора происходит гидролиз полученного ацетата железа с образованием основной соли, которая выпадает в виде красно-бурого хлопьевидного осадка.

Контрольные вопросы к защите практической работы №13:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Сравните кислотность муравьиной, уксусной и пропионовой кислот. Расположите их в порядке усиления кислотных свойств, ответ поясните, рассмотрев устойчивость сопряженных оснований.
8. Сравните кислотность уксусной, монохлоруксусной, дихлоруксусной и трихлоруксусной кислот. Расположите их в порядке уменьшения кислотных свойств, ответ поясните, рассмотрев устойчивость сопряженных оснований.
9. Какие свойства проявляет уксусная кислота в реакциях с калием, этилатом натрия, метилмагниййодидом? Запишите уравнения соответствующих реакций. Какой газообразный органический продукт образуется во всех этих реакциях?
10. Исходя из пропионовой кислоты получите этан и бутан, имея в арсенале только неорганические реагенты.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14. Сложные эфиры предельных одноосновных кислот

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, изоамиловый спирт, ледяная уксусная кислота, концентрированная серная кислота, 20%-ный раствор серной кислоты, этилацетат, 30%-ный раствор гидроксида натрия, насыщенный раствор хлорида натрия, водяные бани, термометры, обратные холодильники, лед, колбы, пробирки.

Получение сложных эфиров предельных кислот (реакция этерификации)

Получение этилацетата. В сухую пробирку наливают 2 мл этилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и 2-3 капли концентрированной серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на водяной бане 5-10 мин при температуре около 70°C. Раствор

охлаждают. Для выделения этилацетата к содержимому пробирки приливают 3-4 мл насыщенного раствора хлорида натрия. Этилацетат в процессе высаливания всплывает, образуя слой бесцветной жидкости с приятным запахом.

Получение изоамилацетата. В сухую пробирку наливают 2 мл ледяной уксусной кислоты, 2 мл изоамилового спирта и 2-3 капли концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки тщательно перемешивают. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на кипящей водяной бане 7-10 мин. Затем ее охлаждают, снимают обратный холодильник и переливают содержимое в другую пробирку с 2-3 мл ледяной воды. Изоамилацетат всплывает на поверхности воды с приятным запахом грушевой эссенции.

Гидролиз этилацетата

В три пробирки помещают по несколько капель этилацетата. В первую приливают небольшое количество дистиллированной воды, во вторую – раствор щелочи (30% NaOH), в третью – раствор серной кислоты (20 %). Пробирки встряхивают и нагревают на водяной бане. Через некоторое время убеждаются в том, что в пробирке со щелочью запах эфира быстро исчезает, в пробирке с кислотой он ослабевает, а в пробирке с водой остается без изменений. В пробирке с кислотой удастся обнаружить пары образующейся при гидролизе уксусной кислоты с помощью влажной индикаторной бумажки (серная кислота не летуча). В пробирке с водой не удастся обнаружить кислоту даже в растворе.

Контрольные вопросы к защите практической работы №14:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Получите пропилацетат исходя из уксусной кислоты и пропаналя, имея в арсенале только неорганические реагенты.
8. Напишите все стадии механизма синтеза этилового эфира уксусной кислоты.
9. В чем отличие кислотного и щелочного гидролиза сложных эфиров? Приведите уравнения реакций гидролиза изопропилацетата в кислой и щелочной средах.
10. Какой процесс называют переэтерификацией? Запишите уравнение реакции этилацетата с избытком метанола в присутствии концентрированной серной кислоты.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15. Ароматические и двухосновные кислоты и их производные

Реактивы и оборудование: формиат натрия, щавелевой кислоты дигидрат, насыщенный раствор щавелевой кислоты, 1М раствор щавелевой кислоты, 2М раствор гидроксида калия, 10%-ный раствор хлорида кальция, 10%-ный раствор уксусной кислоты, 10%-ная соляная кислота, 10%-ная серная кислота, концентрированная серная кислота известковая вода, метиловый спирт, этиловый спирт, бензойная кислота, аспирин, хлорид железа (III), изогнутые газоотводные трубки, химические воронки, фильтры, пипетки, пробирки.

Получение щавелевой кислоты и ее свойства

Получение оксалата натрия из формиата натрия. В сухую пробирку вносят 1-2 г формиата натрия и нагревают в пламени горелки. Соль плавится, испаряется кристаллизационная вода, а затем формиат натрия затвердевает и начинается его разложение с выделением водорода. В этот момент пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся водород поджигают у конца газоотводной трубки. Нагревание продолжают до полного прекращения выделения водорода. После охлаждения в пробирку добавляют 2-3 мл дистиллированной воды. Остатки плава тщательно перемешивают до их полного растворения. Полученный раствор фильтруют и к фильтрату по каплям добавляют 10%-ный раствор хлорида кальция. Выпавший осадок оксалата кальция делят на две части. К одной приливают 10%-ную соляную кислоту, к другой – 10%-ную уксусную.

Получение калиевых солей щавелевой кислоты. В пробирку наливают 2 мл 1М раствора щавелевой кислоты и добавляют 1 мл 2М раствора гидроксида калия. Выпадает осадок кислой калиевой соли щавелевой кислоты. К осадку добавляют избыток гидроксида калия и наблюдают его растворение.

Декарбоксилирование щавелевой кислоты при нагревании. В сухую пробирку вносят 1 г щавелевой кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с известковой водой, и нагревают. При нагревании щавелевая кислота декарбоксилируется. Выделяющийся CO_2 обнаруживают по помутнению известковой воды.

Получение диметилового эфира щавелевой кислоты. 3 Грамма дигидрата щавелевой кислоты высушивают осторожным нагреванием в сушильном шкафу при температуре 95-100 °С (**Осторожно! При перегревании может произойти разложение щавелевой кислоты**). Переносят кислоту в пробирку и растворяют в 8 мл безводного метанола (**если метиловый спирт содержит следы влаги, предварительно его необходимо высушить**) при кипячении. При последующем охлаждении раствора образуется кристаллический осадок, который можно отфильтровать и высушить на воздухе.

Синтез и гидролиз сложных эфиров ароматических кислот

Получение этилбензоата и его гидролиз. В пробирке растворяют 1 г бензойной кислоты в 3-4 мл спирта и добавляют 7-8 капель конц. H_2SO_4 . При нагревании ощущается мятный запах эфира. При выливании в воду этиловый эфир бензойной кислоты всплывает вверх.

В две пробирки помещают по 1 мл этилбензоата. В первую пробирку доливают примерно 4 мл серной кислоты (1:1), во вторую – такой же объем воды. Нагревают пробирки в течение нескольких минут в пламени горелки. При охлаждении в первой пробирки выпадают белые кристаллы образовавшейся при гидролизе бензойной кислоты, во второй пробирке кристаллы не образуются, так как гидролиз не прошел.

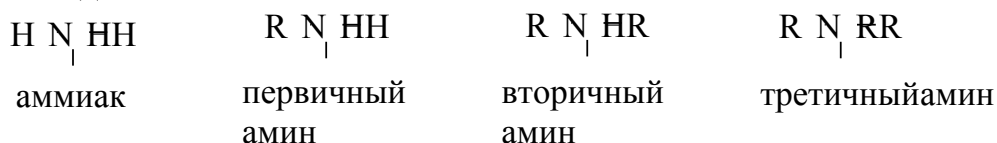
Гидролиз аспирина. Небольшое количество чистого аспирина (без примеси салициловой кислоты), примерно 0,1 г растворяют в 5 мл воды. Часть раствора отливают и испытывают 2-3 каплями раствора хлорида железа. Фиолетовой окраски, характерной для фенолов не образуется. Другую часть раствора аспирина кипятят 2-3 минуты с обратным холодильником и после охлаждения убеждаются в наличии фиолетового окрашивания при добавлении 2-3 капель FeCl_3 . Качественную реакцию на фенольный гидроксил дает образующаяся при гидролизе салициловая кислота.

Контрольные вопросы к защите практической работы №15:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Что образуется при взаимодействии спиртов с ангидридами и галогенангидридами карбоновых кислот? Запишите реакции метанола с ацетилхлоридом и пропанола с уксусным ангидридом.
8. В чем отличие гидролиза этилбензоата в кислой и щелочных средах? Запишите уравнения двух этих реакций.
9. Известно, что салициловая кислота может образовывать два типа сложных эфиров по фенольному гидроксилу и по карбоксильной группе. Запишите уравнения реакций получения метилсалицилата и ацетилсалициловой кислоты (аспирина).
10. Объясните тот факт, что салициловая кислота дает качественную реакцию с FeCl_3 , а аспирин нет.

ГЛАВА VII. Амины. Аминокислоты. Пептиды. Белки

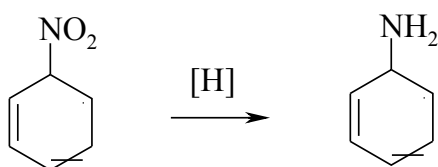
Производные аммиака, содержащие в своем составе один, два или три углеводородных радикала называются аминами. Классифицироваться они могут в зависимости от того, сколько углеводородных заместителей находится в амине:



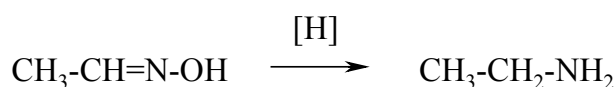
Основные методы синтеза:

4) Восстановление азотсодержащих соединений:

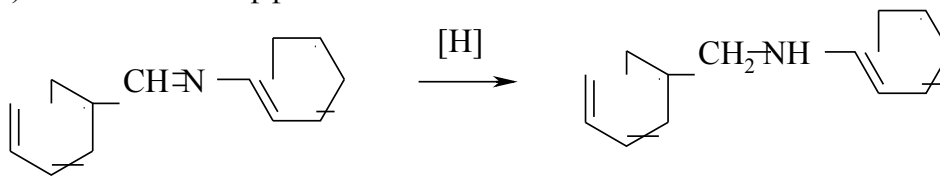
а) нитросоединений



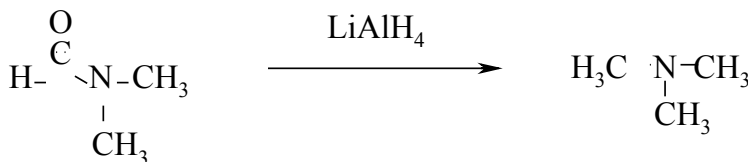
б) оксимов



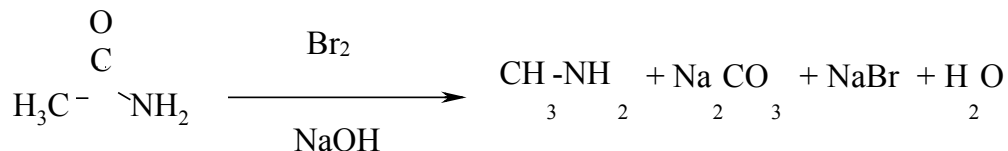
в) оснований Шиффа



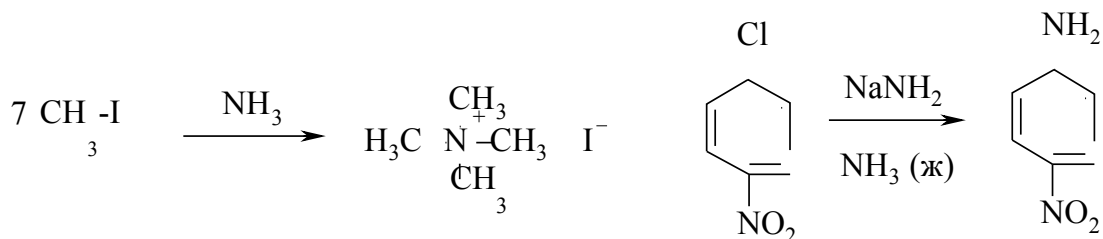
г) амидов



5) Перегруппировка Гофмана:



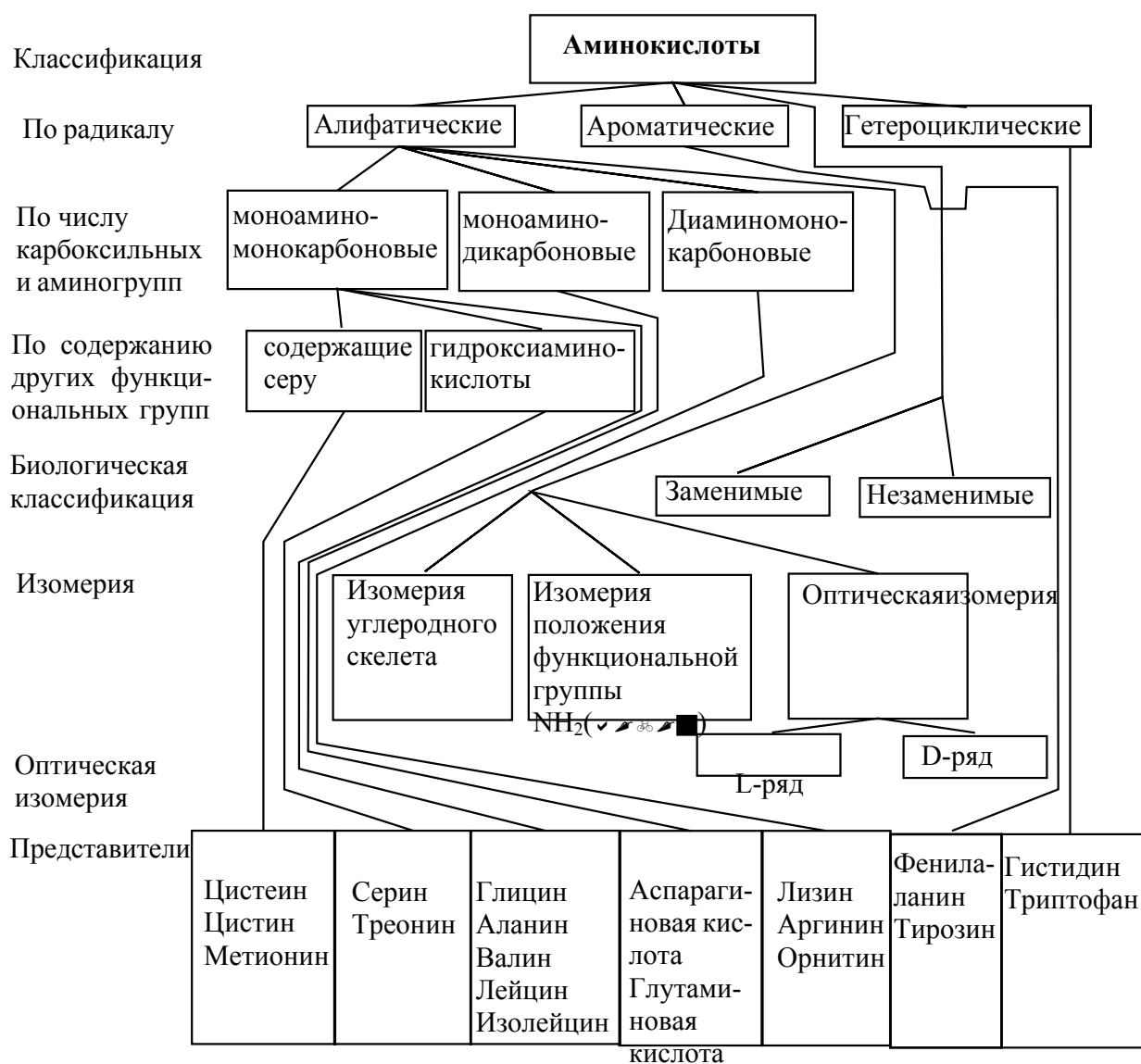
б) Нуклеофильное замещение алифатических и ароматических галогенпроизводных:



Физиологическое действие аминов

Амины являются очень токсичными веществами. Опасно как вдыхание их паров, так и контакт с кожей. Амины, например анилин, способны всасываться сквозь кожу в кровь и нарушать функции гемоглобина, что может привести к летальному исходу. Симптомами отравления крови амином являются посинение кончиков пальцев, носа, губ, одышка, учащенное дыхание и сердцебиение, потеря сознания. Большинство алкалоидов являются аминами (некоторые амидами).

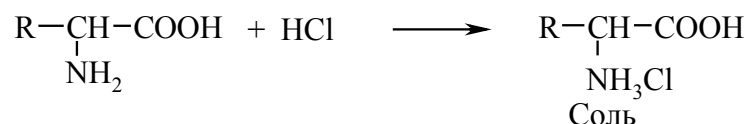
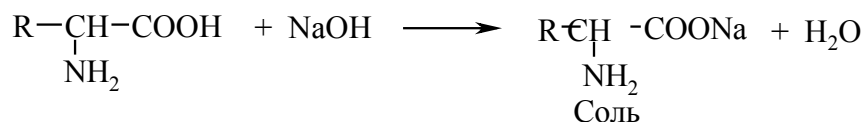
α -Аминокислоты – это производные карбоновых кислот у которых атом водорода при α -углеродном атоме замещен на аминогруппу (NH_2).



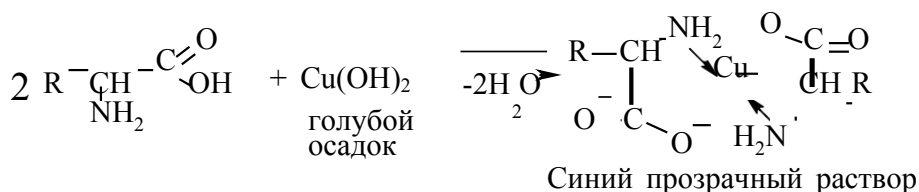
Химические свойства α-аминокислот

Химические свойства аминокислот определяются как карбоксильной, так и аминогруппой, и специфическими реакциями, обусловленными наличием обеих этих групп.

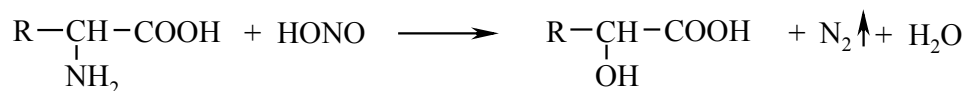
Образование солей (с основаниями и кислотами):



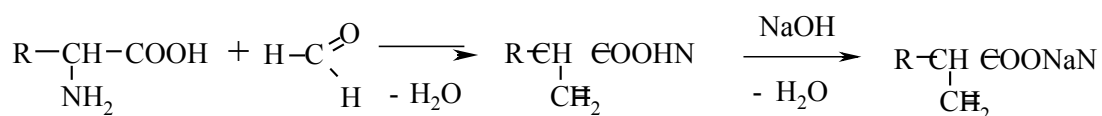
Образование внутрикомплексных солей (хелатов):



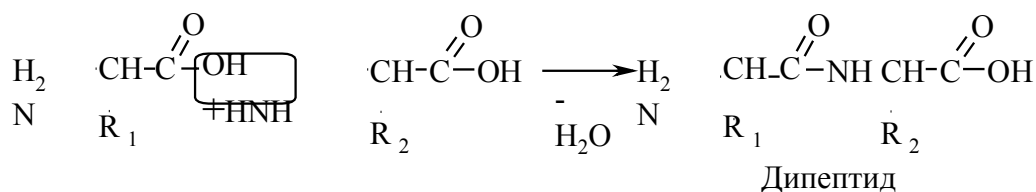
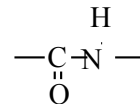
Реакция с азотистой кислотой (Реакция Ван-Слайка) лежит в основе газометрического определения количества аминокислот:



Реакция с формальдегидом (метод Сёренсена) используется для количественного титриметрического определения аминокислот:



Аминокислоты способны к реакциям образования **сложных эфиров**, **галогенангидридов**, **амидов** по карбоксильной группе, а также замещения по радикалу. Аминокислоты способны к образованию **пептидов**, схематически реакция идет следующим образом (участие COOH- и NH₂-группы рядом стоящих аминокислот), образуется пептидная связь:



Качественные реакции на белок и входящие в него аминокислоты

Биуретовая реакция (на пептидную связь) – в щелочной среде при добавлении раствора сульфата меди образуется фиолетовое окрашивание.

Нингидриновая реакция (на α -аминокислоты) – при добавлении раствора нингидрина развивается сине-фиолетовая окраска.

Ксантопротеиновая реакция (на ароматические аминокислоты) – при добавлении концентрированной азотной кислоты и последующем нагревании развивается желтое окрашивание.

Реакция Фоя (на серосодержащие аминокислоты) – в щелочной среде при добавлении раствора уксуснокислого свинца и нагревании развивается темно-коричневое окрашивание.

Применение аминокислот и биологические функции белков

Важной особенностью аминокислот является их способность к поликонденсации, приводящей к образованию полиамидов, в том числе пептидов, белков, нейлона, капрона и др. Аминокислоты входят в состав спортивного питания и комбикорма. Аминокислоты применяются в пищевой промышленности в качестве вкусовых добавок, например, глутамат натрия. Так же как и другие биологические макромолекулы (полисахариды, липиды) и нуклеиновые кислоты, белки – необходимые компоненты всех живых организмов, они участвуют в большинстве жизненных процессов клетки. Белки осуществляют обмен веществ и энергетические превращения. Белки входят в состав клеточных структур — органелл, секретируются во внеклеточное пространство для обмена сигналами между клетками, гидролиза пищи и образования межклеточного вещества.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 16. Свойства алифатического ряда

Реактивы и оборудование: 0,2М растворы аммиака, первичного, вторичного и третичного аминов, универсальная индикаторная бумага, хлорид метиламмония, натронная известь, концентрированная соляная кислота, 3%-ный раствор хлорида железа (III), 3%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор нитрита натрия, ледяная уксусная кислота, пробирки, изогнутые газоотводные трубки, пробирки.

Сравнение основных свойств первичных, вторичных, третичных аминов и аммиака. На полоски универсальной бумаги наносят по капле

растворов первичного, вторичного, третичного аминов и аммиака. Сравнивают окраску пятен на индикаторных бумажках со шкалой pH и определяют значение pH исследуемых аминов и аммиака.

Образование солей аминов. В сухую пробирку помещают 0,5-1 г хлорида метиламмония и 1-2 г натронной извести. Смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Реакционную смесь разогревают. К отверстию пробирки, из которой выделяется газообразный метиламин, подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Палочка окутывается туманом. Метиламин взаимодействует с соляной кислотой с образованием твердой соли – хлорида метиламмония.

В две пробирки наливают по 2 мл 3%-ного раствора хлорида железа (III) и 3%-ного раствора сульфата меди (II). Через оба раствора пропускают газообразный метиламин. В пробирке с FeCl_3 выпадает бурый осадок, в пробирке с CuSO_4 – осадок голубого цвета, который растворяется в избытке метиламина с образованием комплексной соли ярко-синего цвета.

Взаимодействие первичных аминов с азотистой кислотой. Эту реакцию используют как качественную реакцию на первичные амины алифатического ряда. В пробирку с 0,2 г хлорида метиламмония приливают 1 мл воды, а затем, после растворения соли, вносят 1 мл 10%-ного раствора нитрита натрия. Смесь тщательно перемешивают. При добавлении к реакционной смеси нескольких капель ледяной уксусной кислоты выделяется азот в виде мелких пузырьков.

Контрольные вопросы к защите практической работы №16:

6. Запишите уравнения реакций всех проводимых в лабораторной работе опытов.
7. Сравните основность аммиака, метиламина, диметиламина и триметиламина. Расположите их в ряд по уменьшению основных свойств. Ответ объясните, рассмотрев устойчивость сопряженных кислот.
8. Напишите реакцию взаимодействия триэтиламина с пероксидом водорода (реакция Коупа). Какие продукты образуются при термическом расщеплении продукта реакции Коупа?
9. Напишите реакцию термического разложения гидроксида тетраэтиламмония. Дайте названия образующимся продуктам.
10. Напишите уравнение взаимодействия амида пропионовой кислоты со щелочным раствором хлора. Какой амин при этом образуется?

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е.
Органическая химия: Учеб. для фарм. вузов и факультетов/ Под ред. К.И.

Евстратовой. – М.: Высш. шк. 1990. – 487 с.

5. Ершов Ю.Ф., Попков В.А., Берлянд А.С. и др. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Учебное пособие для студентов мед. спец. ВУЗов / Под ред. Ю.А. Ершова /. М.: Высшая школа, 2003. – 560 с.

6. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высш. шк., 1992. – 416 с.

Приложение 1.

	<i>Атом</i>	<i>R_D, см³/моль</i>
	Азот (N) Первичн. алифатические амины	2,322
	Вторичн. алифатические амины	2,502
	Третичн. алифатические амины	2,840
	Первичн. ароматические амины	3,213
	Нитрилы	3,118
	Имиды	3,776
	Аммиак	2,48
	Нитро (NO ₂) – группа Нитроалканы	7,59
	Нитроарены	7,30
0	Водород (H)	1,1
1	Углерод (C)	2,418
2	CH ₂	4,18
3	Кислород (O) Гидроксильный (OH)	1,525
4	Карбонильный (C=O)	2,211
5	Эфирный (R-O-R)	1,643
6	Хлор (Cl)	5,967
7	Бром (Br)	8,865
8	Йод (I)	13,900
<i>Инкременты связей</i>		
	Двойная связь	1,733
	Тройная связь	2,398
	Трехчленный цикл	0,7
	Четырехчленный цикл	0,46
	Циклы C ₈ -C ₁₅	0,55

Приложение 2.

Элюотропный ряд растворителей

Растворитель	Диэлектрическая постоянная ϵ	Растворитель	Диэлектрическая постоянная ϵ
Вода	81,0	Дюоксан	-
Метиловый спирт	31,2	Хлороформ	5,2
Этиловый спирт	25,8	Хлористый метилен	-
n- Пропиловый спирт	22,8	Бензол	2,3
Ацетон	21,5	Толуол	2,3
Дихлорэтан	10,4	Трихлорэтилен	3,4
Этилацетат	6,1	Четыреххлористый углерод	2,2
Амилацетат	-	Циклогексан	2,0
Этиловый эфир	4,4	Петролейный эфир	1,9

Приложение 3. Подвижные фазы, наиболее часто применяемые в бумажной хроматографии для разделения смесей водорастворимых веществ (неподвижная фаза – вода)

Растворители	Соотношение растворителей и способ приготовления	Смеси каких веществ разделяются
n-Бутиловый спирт, уксусная кислота, вода	4:1:5 по объему. После расслаивания смеси применяется ее верхний слой	Аминокислоты, углеводы и другие органические вещества
n-Бутиловый спирт, муравьиная кислота, (20%-ный раствор), вода	5:1:1 по объему	Аминокислоты
n-Бутиловый спирт, n-пропиловый спирт, вода	12:5:3 по объему	Аминокислоты
«-Амиловый спирт, пиридин	9:1 по весу	α -Аминокислоты
Фенол, вода	100 мл дистиллированной воды при легком нагревании растворяют в 400 мл фенола	Аминокислоты, углеводы
Этилацетат, пиридин, вода	2:1:2 по объему	Углеводы
Этилацетат, уксусная кислота, вода	3:1:3 по объему	Углеводы
Четыреххлористый углерод, уксусная кислота, вода	5; 1:1 по объему	Жирные кислоты и их натриевые соли
Ацетон, соляная	87:8:5 по объему	Ионы Zn^{2+} , Mn^{2+} ,

кислота (1,19 г/см ³), вода		Co ²⁺ , Ni ²⁺
Этиловый спирт, концентрированный водный раствор аммиака	99:1 по весу	Первые восемь гомологов жирных кислот
Метилэтилкетон, концентрированная соляная кислота	92:8 по объему	Ионы Cu ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺
Метилэтилкетон, соляная кислота (30%-ный раствор)	1:1 по объему	Ионы металлов платиновой группы

Приложение 4. Способность модифицированных поверхностей к взаимодействию с молекулами адсорбента разной электронной структуры по классификации Киселева

Группы или атомы на поверхности кремнезема	С σ -связями или сферическими симметричными оболочками (насыщенные углеводороды, благородные газы)	С π -связями и свободными электронными парами (ароматические углеводороды, ненасыщенные углеводороды, азот)	С функциональными группами на периферии (вода, спирты, аммиак)
Насыщенные органические радикалы – метильные, этильные, пропиловые и др.	Неспецифическое взаимодействие, определяющееся в основном дисперсионными силами. Адсорбция всех молекул адсорбата ниже, чем на гидроксильной поверхности, в связи с отодвиганием молекул адсорбата от кремнеземного слоя		
Атомы фтора	Неспецифическое взаимодействие, определяющееся в основном дисперсионными силами. Адсорбция всех адсорбатов на фторированных поверхностях ниже, чем на гидроксильной, благодаря низким значениям констант дисперсионного взаимодействия.		
Аминогруппы	Неспецифическое взаимодействие	Специфическое и неспецифическое взаимодействие	Очень слабое неспецифическое и сильное специфическое взаимодействие, переходящее в хемосорбцию
Сульфо- и карбоксильные группы	Неспецифическое взаимодействие	Специфическое и неспецифическое взаимодействие	Очень слабое неспецифическое и сильное специфическое взаимодействие, переходящее в случае адсорбции оснований в хемосорбцию
Нитрильные группы	Неспецифическое взаимодействие	Специфическое и неспецифическое взаимодействие	Слабое неспецифическое и очень сильное специфическое взаимодействие, особенно к нитрилам и нитросоединениям
Гидридные группы	Неспецифическое взаимодействие	Неспецифическое и слабое специфическое взаимодействие по отношению к фенолу	Неспецифическое взаимодействие
Олефиновые группы – винильные, аллильные, метакрильные	Неспецифическое взаимодействие	Неспецифическое и слабое специфическое взаимодействие по отношению к метилкрилату, винилацетату с образованием ассоциатов	Слабое неспецифическое и специфическое взаимодействие

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине **«Органическая химия»**

для студентов направления подготовки

19.03.03 Продукты питания животного происхождения
направленность (профиль) «Биоинженерия и технологии»

Ставрополь, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

- 1 Технологическая карта самостоятельной работы обучающихся
 - 2 Цели и задачи самостоятельной работы студентов
 - 3 Виды и формы организации самостоятельной работы студентов
 - 4 Требования к организации самостоятельной работы студентов при подготовке к аудиторным занятиям
 - 4.1 Подготовка к лекциям
 - 4.2 Подготовка к семинарским занятиям
 - 5 Требования к подготовке письменных работ
 - 5.1 Методические рекомендации по написанию контрольных работ
 - 6 Комплект заданий для выполнения контрольной работы
- СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

Введение

В настоящее время актуальными становятся требования к личным качествам современного студента – умению самостоятельно пополнять и обновлять знания, вести самостоятельный поиск необходимого материала.

Ориентация учебного процесса на саморазвивающуюся личность делает невозможным процесс обучения без учета индивидуально-личностных особенностей обучаемых, предоставления им права выбора путей и способов обучения. Соответственно появляется новая цель образовательного процесса – воспитание компетентной личности, ориентированной на будущее, способной решать типичные проблемы и задачи исходя из учебного опыта и адекватной оценки конкретной производственной ситуации.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом.

Самостоятельная работа выполняет ряд функций в образовательном процессе. К ним относятся: развивающая – приобщение к творческой деятельности, повышение уровня умственного труда; воспитывающая – формирование и развитие профессиональных качеств будущего бакалавра; информационно-обучающая – самостоятельный поиск и отбор необходимой информации.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных знаний и умений студентов,
- углубления и расширения теоретических знаний,
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу,
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации,
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа студента подразделяется на внеаудиторную и аудиторную.

Внеаудиторная работа выполняется студентом по тщательно разработанному заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Технологическая карта самостоятельной работы обучающихся (ОФО)

Коды реализуемых компетенций, индикатора (-ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
2 семестр					
ОПК-2	Самостоятельное изучение источников по темам 1-16	тестирование на платформе Online TestPad	22,5	3	25,5
ОПК-2	Выполнение индивидуальных проектов	презентация в Power Point с обязательным использованием цифровых средств, и размещение результатов в облачном хранилище	22,5	3	25,5
ОПК-2	Решение разноуровневых задач	контрольная работа	22,5	3	25,5
Итого за 2 семестр			67,5	9	76,5
Итого			67,5	9	76,5

2 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Процесс обучения в высшем учебном заведении сегодня всё больше опирается на самостоятельную работу студентов. Без нее трудно глубоко и полно овладеть большим и сложным программным материалом вуза и научиться постоянно совершенствовать свои знания в практической работе.

Любой вид занятий, связанный с познавательной и творческой активностью студента, связан с самостоятельной работой. В широком смысле слова под самостоятельной работой понимают совокупность всей самостоятельной деятельности студента как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствие.

СКФУ ориентирует свое развитие на модель выпускника, который должен в современных условиях быть подготовлен к самостоятельной про-

фессиональной деятельности требующей аналитического подхода, в том числе и в нестандартных ситуациях. Поэтому особое внимание в ходе обучения уделяется организации самостоятельной творческой работы студентов, развитию навыков самостоятельного мышления.

Цель самостоятельной работы студента - осмысленно и самостоятельно работать с учебным материалом, научной информацией, а также заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Основные задачи самостоятельной работы студентов:

- закрепить, расширить и углубить знания, умения и навыки студентов, полученные ими на аудиторных занятиях с преподавателем;
- ознакомить студентов с дополнительными материалами по дисциплине;
- развить познавательные способности студентов;
- выработать умение поиска необходимого материала в различных ис-

точниках;

- воспитать в студентах самостоятельность, организованность, самодисциплину, творческую активность и инициативность в работе, упорство в достижении поставленной цели.

Кроме того, самостоятельная неразрывно связана с формированием таких важных компетенций, как способность применять знания на практике и способность находить, обрабатывать и анализировать информацию из разных источников.

Одна из основных задач учебного процесса в СКФУ сегодня - не только сообщить студентам необходимый комплекс знаний, но и научить их работать самостоятельно, учиться, что значительно труднее. Научить учиться - это значит развить у студентов способности и потребности к самостоятельному творчеству; всячески способствовать тому, чтобы студенты повседневно и планомерно работали над учебниками, учебными пособиями, периодической литературой и т.д., активно участвовали в научной работе и были готовы к усидчивому и неустойчивому труду.

Самостоятельная работа как система включает следующие основные элементы:

- виды самостоятельной работы;
- организационные формы проведения;
- планирование самостоятельной работы;
- руководство и контроль за самостоятельной работой.

3 ВИДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В широком смысле под самостоятельной работой понимают совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствие.

Самостоятельная работа может реализовываться:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении контрольных и лабораторных работ и др.;
- в контакте с преподавателем вне рамок аудиторных занятий
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре и других местах при выполнении студентом учебных и творческих заданий.

В СКФУ на внеаудиторную работу отводится не менее половины бюджета времени студента за весь период обучения. Это время полностью может быть использовано на самостоятельную работу. Кроме того, большая часть времени, отводимого на аудиторные занятия, так же включает самостоятель-

ную работу. Таким образом, времени на самостоятельную работу в учебном процессе вполне достаточно, вопрос в том, как эффективно использовать это время.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная - самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию;
- внеаудиторная - самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов определяется в соответствии с рекомендуемыми видами и учебными заданиями, представленными в рабочей программе учебной дисциплины.

Самостоятельная работа помогает студентам:

1) овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);

- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

- работа со справочниками и др. справочной литературой;
- ознакомление с нормативными и правовыми документами;
- учебно-методическая и научно-исследовательская работа;
- использование компьютерной техники и Интернета и др.;

2) закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекции;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;

- подготовка плана;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- подготовка ответов на контрольные вопросы;
- заполнение рабочей тетради;
- аналитическая обработка текста;
- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.);

- подготовка доклада;
- составление библиографии использованных литературных источников;

- разработка тематических кроссвордов и ребусов;
- тестирование и др.;

3) формировать умения:

- решение ситуационных задач и упражнений по образцу;
- выполнение расчетов (графические и расчетные работы);
- решение профессиональных кейсов и вариативных задач;
- проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности;
- опытно-экспериментальная работа.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Формы самостоятельной работы студента могут различаться в зависимости от цели, характера, дисциплины, объема часов, определенных учебным планом: подготовка к лекциям, семинарским, практическим и лабораторным занятиям; изучение учебных пособий; изучение и конспектирование хрестоматий и сборников документов; изучение в рамках программы курса тем и проблем, не выносимых на лекции и семинарские занятия; написание тематических докладов, рефератов и эссе на проблемные темы; выполнение исследовательских и творческих заданий; написание контрольных и практических работ.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

4.1 Подготовка к лекциям

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин. Ежедневной учебной работе студенту следует уделять 9–10 часов своего времени, т.е. при шести часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3–4 часа.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо

распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы.

Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Самостоятельная работа на лекции

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом.

Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.

Конспект лекций лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции.

Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

4.2 Подготовка к семинарским занятиям

Подготовку к семинарскому занятию каждый студент должен начать с ознакомления с планом семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованную к данной те-

ме. На основе индивидуальных предпочтений студенту необходимо самостоятельно выбрать тему доклада по проблеме семинара и по возможности подготовить по нему презентацию. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы семинара, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Структура семинара

В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы семинарское занятие может состоять из четырех-пяти частей:

1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.
2. Доклад и/или выступление с презентациями по проблеме семинара.
3. Обсуждение выступлений по теме – дискуссия.
4. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания, выполненного дома, если это предусмотрено программой.
5. Подведение итогов занятия.

Первая часть – обсуждение теоретических вопросов - проводится в виде фронтальной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний студентов. Примерная продолжительность - до 15 минут.

Вторая часть - выступление студентов с докладами, которые должны сопровождаться презентациями с целью усиления наглядности восприятия, по одному из вопросов семинарского занятия. Обязательный элемент доклада - представление и анализ статистических данных, обоснование социальных последствий любого экономического факта, явления или процесса. Примерная продолжительность - 20-25 минут.

После докладов следует их обсуждение – дискуссия. В ходе этого этапа семинарского занятия могут быть заданы уточняющие вопросы к докладчикам. Примерная продолжительность – до 15-20 минут.

Если программой предусмотрено выполнение практического задания в рамках конкретной темы, то преподавателями определяется его содержание и дается время на его выполнение, а затем идет обсуждение результатов. Если практическое задание должно было быть выполнено дома, то на семинарском занятии преподаватель проверяет его выполнение (устно или письменно). Примерная продолжительность – 15-20 минут.

Подведением итогов заканчивается семинарское занятие. Студентам должны быть объявлены оценки за работу и даны их четкие обоснования. Примерная продолжительность - 5 минут.

Работа с литературными источниками

В процессе подготовки к семинарским занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет студентам проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

5 ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ

5.1 Методические рекомендации по написанию контрольных работ

Работа должна содержать план с выделением его пунктов в тексте: введение (1–2 стр.), основное содержание, заключение (1–2 стр.), список использованной литературы.

Во введении необходимо обосновать актуальность темы и основные направления изложения материала. В основной части следует раскрыть содержание темы, придерживаясь предложенного плана. В заключении необходимо подвести основные итоги и сделать выводы.

На основе примерного плана и предлагаемой литературы студент вправе проявить творческий подход к анализу материала с привлечением дополнительной литературы. При изложении текста необходимо делать ссылки на источники цитат и статистических данных; нумеровать страницы, таблицы и графики; оставлять поля. На титульном листе должны быть указаны названия учебного заведения, факультета, учебной дисциплины, темы, а также курс, группа, фамилия и инициалы студента (Приложение 1). В конце работы следует указать дату ее выполнения и поставить подпись.

Задание на контрольную работу выдается студенту на 1–2 неделе семестра. Выполненная работа сдается на кафедру на 16 –17 неделе на проверку. После проверки контрольная работа допускается к защите или возвращается студенту на доработку.

Контрольная работа выполняется в тетради объемом 12 листов. Она может быть также выполнена на компьютере (12 – 15 страниц). При этом текст должен иметь следующие параметры:

- формат бумаги А4;
- поля: верхнее до нумерации страниц – 20 мм, нижнее и левое – 30 мм, правое – 15 мм;
- межстрочное расстояние – полуторное;
- шрифт Times New Roman;
- размер шрифта 14 пунктов;
- красная строка – 1,25 см;
- формулы выравниваются по центру, их нумерация по правому краю в круглых скобках;
- рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название), таблицы – сверху (Таблица 1 – Название);
- страницы нумеруются сверху, по центру

6 Комплект заданий для выполнения контрольной работы

Тема: Алифатические углеводороды.

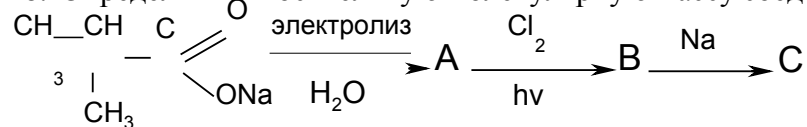
Базовый уровень

1. Написать формулу 2,5-диметилгексана и указать в ответе число атомов водорода, содержащихся в молекуле этого соединения.
2. Какой объем (л) метана (н.у.) необходимо взять для получения 13,75 г четыреххлористого углерода?
3. Написать формулу 3-изопропилгексана и указать в ответе число атомов водорода, содержащихся в молекуле этого соединения.
4. Определить объем (л) метана, который необходимо подвергнуть термическому разложению для получения 11,2 л ацетилена, если выход составляет 70%?
5. Написать формулу 3-метил-4-этилгептана и указать в ответе число атомов водорода, содержащихся в молекуле этого соединения
6. Определить объем (л) метана (при н.у), который необходимо взять для получения 64 г хлороформа.
7. Сколько атомов углерода в молекуле 5-(2-метилбутил)-4-этилдекана
8. Определить суммарный объем (л) реагентов (при н.у), необходимых для получения 16,74 г хлористого метилена из метана
9. Сколько атомов углерода в молекуле 2,4-диметил-4-этилоктана?
10. Сколько молей кислорода потребуется для сжигания 2 моль гексана?
11. Сколько атомов углерода в молекуле 3-метил-3-этилпентана.

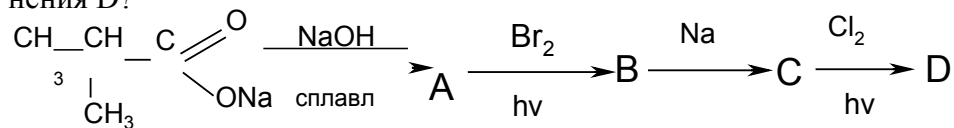
12. Определить суммарный объем (л) реагентов (при н.у), необходимых для получения 52г хлороформа из метана
13. Сколько атомов углерода в молекуле метилэтилизобутилметана?
14. Определить объем (л) диоксида углерода, образовавшегося при взрыве смеси 8,99 л этана и 33,6 л кислорода.
15. Сколько атомов углерода в молекуле триметилпропилметана
16. Определить объем (л) диоксида углерода, образовавшегося при полном сгорании 4,47 г 2,2,3- триметилбутана.
17. Сколько атомов углерода в молекуле триметил-втор-бутилметана

Повышенный уровень

18. Определить относительную молекулярную массу соединения С



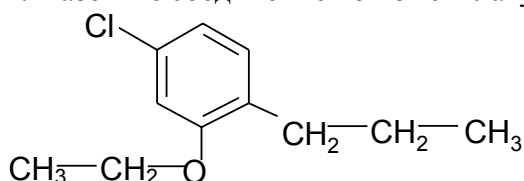
19. Написать формулу 2,3,3-триметилпентана и указать в ответе число атомов водорода, содержащихся в молекуле этого соединения
20. Сколько изомеров моногалогенопроизводных может образоваться при синтезе соединения D?



Тема: Спирты и фенолы.

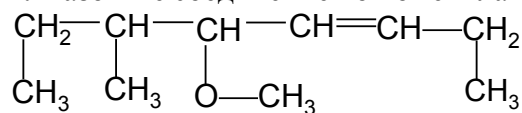
Базовый уровень

1. В 1-пропанол поместили металлический натрий. Затем к реакционной смеси добавили бромэтан. Какое вещество при этом образуется? Составьте уравнение протекающих реакций и определите количество атомов водорода в молекуле полученного органического соединения.
2. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:

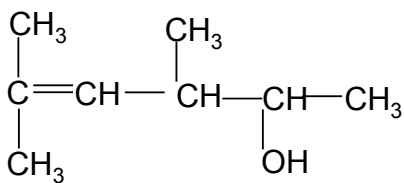


3. При взаимодействии оксида углерода (II) объемом 14 л и водорода объемом 42 л (объемы приведены к нормальным условиям) получен метанол массой 16,4 г. Определите выход продукта в % от теоретического.

4. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:

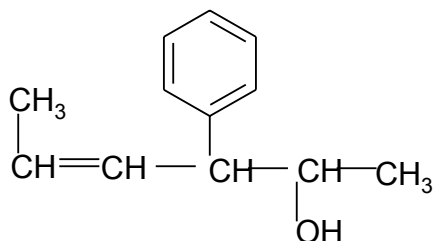


5. К 40 г раствора фенола в бензоле добавили избыток бромной воды. При этом было получено трибромпроизводное массой 9,93 г. Определите массовую долю (%) фенола в исходном растворе.
6. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



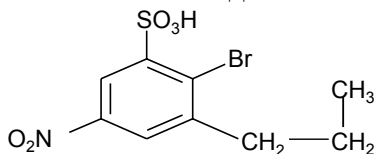
7. В 1-пропанол поместили металлический калий. Затем к реакционной смеси добавили бромэтан. Какое вещество при этом образуется? Составьте уравнение протекающих реакций и определите количество атомов углерода в молекуле полученного органического соединения.

8. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



9. Рассчитайте массу (г) алкоголята натрия, полученного при взаимодействии металлического натрия массой 4,6 г с абсолютным (безводным) этанолом объемом 40 мл (плотностью 0,79 г/мл), если выход составляет 96%.

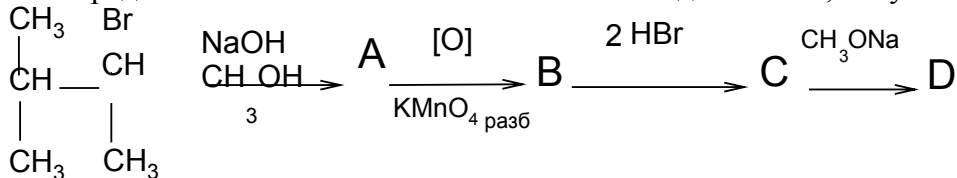
10. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



Повышенный уровень

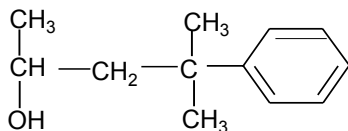
11. При взаимодействии пропанола с избытком металлического натрия выделяется водород, занимающий при нормальных условиях объем 14 л. Вычислите массу (г) пропанола, вступившего в реакцию.

12. Определить количество атомов галогена в соединении D, полученном в схеме:



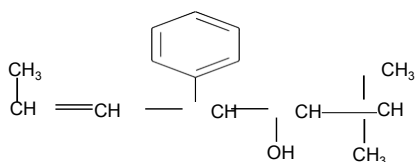
13. Напишите уравнение реакции взаимодействия избытка пирокатехина (1,2-дигидроксibenзол) с ацетатом свинца. Сколько атомов водорода в молекуле органического продукта реакции?

14. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



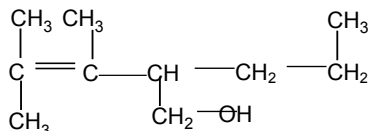
15. Напишите уравнение реакции взаимодействия избытка фенола с гидроксидом кальция. Сколько атомов водорода в молекуле органического продукта реакции?

16. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК



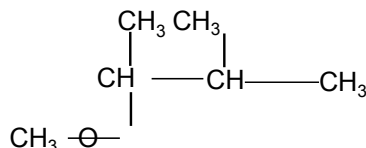
17. В избытке безводного этанола тщательно перемешали бутаналь с катионитом (в H^+ форме). Ионит отфильтровали, а фильтрат после добавления карбоната кальция перегнали. Написать уравнения реакции и определить число атомов углерода в молекуле полученного полного ацетала.

18. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК



19. Найдите массу фенола, который образуется при пропускании 22,4 л диоксида углерода (н.у.) через водный раствор фенолята натрия, если при этом образовалась кислая соль, а выход фенола составил 83%

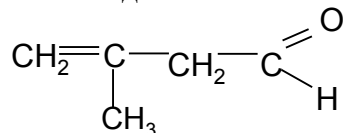
20. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



Тема: Карбонильные соединения.

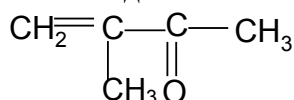
Базовый уровень

1. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



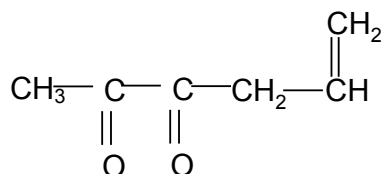
2. Какова относительная молекулярная масса продукта альдольной конденсации ацетальдегида

3. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



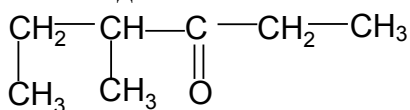
4. Какова относительная молекулярная масса продукта альдольной конденсации пропаналя?

5. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:

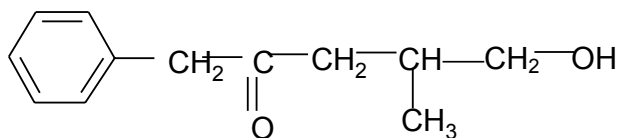


6. Сколько атомов водорода содержится в продукте альдольной конденсации изобутаналь?

7. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



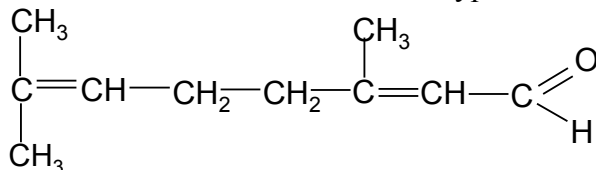
8. Составьте уравнение реакции взаимодействия 1 моль 2,3-диметилбутанала с 1 моль водорода и приведите в ответе число связей C–H в молекуле образующегося соединения
9. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



10. Какова масса (г) пропионового альдегида, который окисляется в реакции серебряного зеркала при одновременном образовании 1 моль серебра?

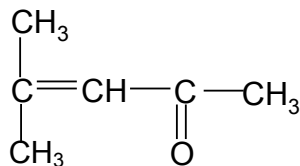
Повышенный уровень

11. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



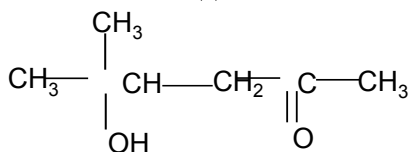
12. При окислении 120 г этанала получили 121 г соответствующей карбоновой кислоты. Рассчитайте ее выход(%)

13. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



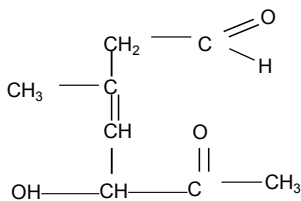
14. Рассчитайте массу (г) спирта, полученного в результате каталитического гидрирования 60 г формальдегида, если выход продукта реакции составил 64%.

15. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:

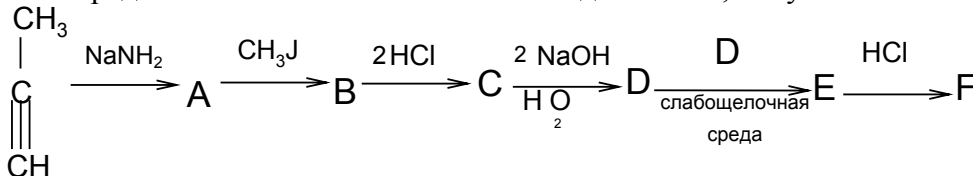


16. В 110 мл безводного метанола тщательно перемешали в течение 15 часов 18 г бутанала с катионитом (в H⁺ форме). Ионит отфильтровали, а фильтрат после добавления карбоната кальция перегнали. Получили 23 г 1,1-диметоксибутана. Определить выход ацетала из альдегида в %.

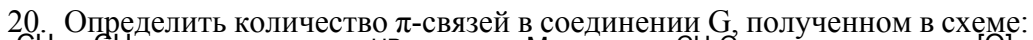
17. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:

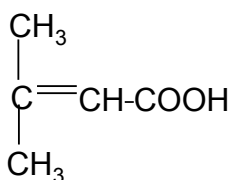


18. Определить количество σ-связей в соединении F, полученном в схеме:



19. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:

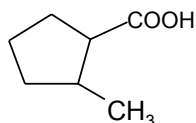




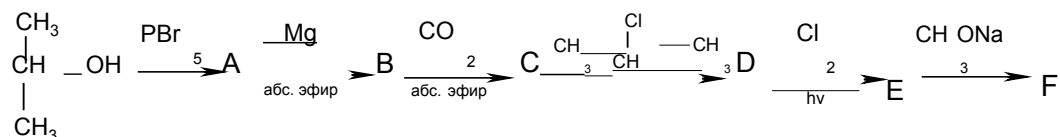
10. В фарфоровой чашке смешали 9,6 г карбоната аммония с 5 г хлористого бензоила, тщательно перемешали и нагрели на водяной бане в течение 30 минут. После охлаждения смесь очистили от примесей и получили 2,7 г амида бензойной кислоты. Определить выход целевого продукта в % от теоретического.

Повышенный уровень

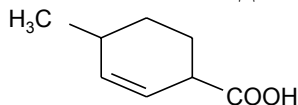
11. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



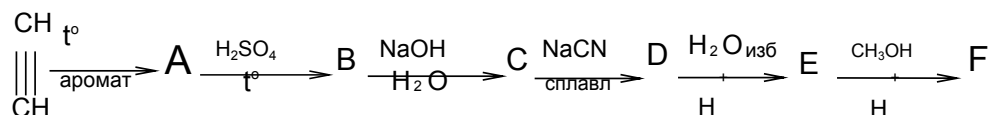
12. Определить относительную молекулярную массу соединения F, полученного в схеме:



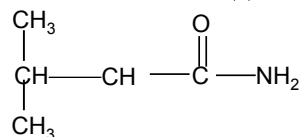
13. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



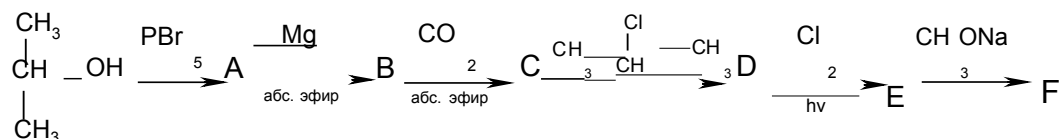
14. Определить относительную молекулярную массу соединения F, полученного в схеме:



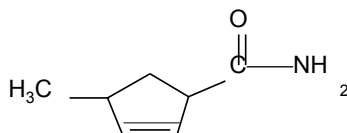
15. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



16. Определить количество σ -связей в соединении F, полученном в схеме:



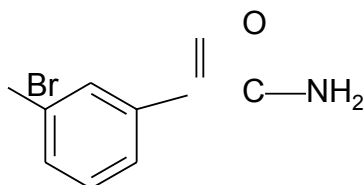
17. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



18. В круглодонную колбу поместили 94 г динитрила 1,5-пентандиовой кислоты и 500 г раствора соляной кислоты. Смесь нагревали в течение 4 часов с обратным холодильником, а затем выпарили досуха в вакууме. Из сухого остатка экстрагировали эфиром глута-

ровую кислоту, масса которой после очистки оказалась равной 107 г. Определить выход целевого продукта в % от теоретически возможного.

19. Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК:



20. При пропускании 22400 л (при н.у.) пропилена с эквивалентными количествами оксида углерода и воды в присутствии карбонила никеля в качестве катализатора с последующей очисткой и перегонкой было получено 57,2 кг масляной кислоты. Определить выход целевого продукта в % от теоретического.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перечень основной литературы:

1. Органическая химия. Практикум. В 2-х ч, Ч. 1 Составитель: Гаркушенко А.К., Сагитуллина Г.П., Фисюк А.С. Омск: Омский государственный универ- ситет, 2014, 96 с.
2. Строганова Е. , Парщина И. , Киекпаев М. , Пономарева П. Органическая химия: практикум, Ч. Часть 2. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений Оренбург: ОГУ, 2013, 126 с.
3. Органическая химия: учебно-методическое пособие Кемерово: Состави- тель: Грищенко Т.Н., Соколова Г.Е. Кемеровский государственный уни- верситет, 2015, 115с.

2. Перечень дополнительной литературы:

1. Захарова О. М. , Пестова И. И. Органическая химия : Основы курса: учеб- ное пособие Н. Новгород: ННГАСУ, 2014, 89с.
2. Органическая химия: практикум Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», Со- ставитель: Бокова Т.И., Кусакина Н.А., Васильцова И.В. 2014, 140 с.
3. Шипуля А. Н. , Безгина Ю. А. , Волосова Е. В. , Пашкова Е. В. Курс лекций по органической химии: учебное пособие Ставрополь: Агрус, 2014, 114 с.

