

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ОДЕССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ И.И.МЕЧНИКОВА

Химический факультет

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания к лабораторному практикуму
для студентов II курса (дневного и заочного отделения)
биологического факультета
направление подготовки 6.051401 – Биотехнология
образовательно- квалификационный уровень - бакалавр



Одесса

2016

УДК 547(075.8)
ББК 24.2я73
Б 912

Печатается по решению
Ученого совета химического факультета
ОНУ имени И. И. Мечникова
Протокол № 1 от 23 вересня 2015 р..

Рецензенты:

Н.Ф. Федыко – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии ОНУ имени И.И. Мечникова

П.О. Иванченко – кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии и полимеров ОНУ имени И.И. Мечникова

Б 912 **Буренкова Е.В. Органическая химия:** Методические указания к лабораторному практикуму для студентов II курса (дневного и заочного отделений) биологического факультета – Одесса: Одесск. нац. ун-т имени И.И.Мечникова, 2016. – 46 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Органическая химия» и содержат лабораторные работы, которые включены в практикум по органической химии для студентов биологического факультета. К каждому лабораторному занятию прилагается рабочий план, который показывает, какие разделы теоретического материала необходимо изучить, а также предлагаются комплексные упражнения для закрепления материала, для самостоятельной работы, и примеры модульных контрольных работ.

Указания могут быть полезны студентам естественных специальностей, изучающим органическую химию.

УДК 547(075.8)
ББК 24.2я73

© Буренкова Е.В., 2015
© Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум по органической химии предназначен для студентов заочного и дневного отделения биологического факультета, составлен на основе современных представлений о строении органических соединений, их химической активности, о механизмах химических реакций.

Следует помнить, что органическая химия является очень стройной наукой, отдельные части которой тесно связаны друг с другом. Тот, кто с самого начала серьезно берется за изучение этого курса, постепенно понимает его стройность, генетическую связь между классами органических соединений.

При изучении курса «Органической химии» большое значение имеют задачи и упражнения, которые студенты разбирают на семинарских занятиях или решают самостоятельно. Задачи и упражнения способствуют более глубокому, творческому усвоению материала, стимулируют самостоятельную работу студента.

Для лучшего понимания и закрепления знаний после изучения каждого класса соединений рекомендуется выполнить упражнения, приведенные к каждому лабораторному занятию.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Правила работы в лаборатории органической химии

1. В лаборатории во время работы студент обязан соблюдать тишину, порядок все правила по техники безопасности. Находиться в лаборатории можно только в рабочем халате.
2. Приступать к работе можно только с разрешения преподавателя/лаборанта.
3. Запрещается в лаборатории курить, пить воду, принимать пищу.
4. Категорически запрещается выливать в раковину остатки отработанных кислот, щелочей, огнеопасных жидкостей (их сливают в специальную склянку), захламлять отлив бумагой, песком.
5. После окончания работы нужно убрать свое рабочее место, выключить газ, воду, свет.
6. Во время нагревания в пробирке жидкостей не направлять устье пробирки на себя или соседа, не заглядывать в нее сверху, т. к. могут быть несчастные случаи в результате выбросов нагретого вещества. Запрещается нагревать закупоренные сосуды.
7. Работу с бромом проводить в вытяжном шкафу. Бром дает долго незаживающие раны.

8. При работе с металлическим натрием, едкими щелочами, концентрированными кислотами следует надевать защитные очки, пользоваться защитными экранами.
9. Категорически запрещается соприкосновение металлического натрия с водой – возможен пожар. Обрезки натрия нельзя бросать в раковину или мусорные ящики, их сдают лаборанту, хранят под слоем керосина.
10. Все операции, связанные с кипячением жидкостей, содержащих аммиак, бром, хлор, соляную, азотную кислоты, необходимо проводить в вытяжном шкафу.
11. При работе с концентрированными кислотами соблюдать осторожность. Концентрированную серную кислоту выливать в воду, а не наоборот.
12. Нельзя нагревать на открытом пламени эфир, спирт, бензол, ацетон или другие легковоспламеняющиеся жидкости. Указанные вещества нагревают на водяной бане или воздушной бане с электрообогревом над закрытой спиралью.
13. Перекристаллизацию веществ в горячих растворителях следует проводить в колбах, снабженных обратным холодильником.

Первая помощь при несчастных случаях

1. перевязочные средства и медикаменты находятся в лабораторной аптечке.
2. При горячих ожогах на обожженное место накладывают повязку (примочку) этилового спирта, затем накрывают синтомициновой мазью или мазью от ожогов.
3. При ожогах кислотами немедленно промывают обожженное место проточной водой, 3%-ным раствором бикарбоната натрия, покрывают мазью.
4. При попадании щелочи на роговицу глаза – промывают глаза водой, 1%-ным раствором борной кислоты, обращаются к врачу.
5. При попадании на кожу брома промывание водой бесполезно. Следует хорошо промыть пораженный участок этиловым спиртом или керосином и смазать мазью.
6. В случае попадания паров брома в дыхательные пути следует немедленно выйти на воздух и вдыхать аммиачно-спиртовый раствор.
7. При всех случаях ожогов, ранений и отравлений после оказания первой помощи, в случае необходимости, обратиться в поликлинику.

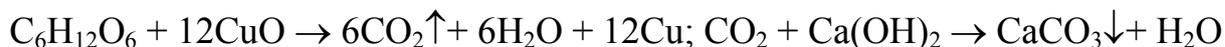
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторная работа №1. Качественный элементный анализ органических соединений

1. Открытие углерода и водорода в органическом веществе

Для обнаружения углерода и водорода испытуемое органическое вещество (мочевину или сахарозу) прокаливают в пробирке с оксидом меди. Содержащийся в веществе углерод превращается в углекислый газ (CO_2), а водород в воду (H_2O). Оксид меди, окисляя органическое вещество, восстанавливается до металлической меди.

Около 0,2 г испытуемого вещества смешивают с 1 г порошка оксида меди. Помещают в сухую пробирку с плотной пробкой и газоотводной трубкой. Пробирку закрепляют в лапке штатива почти горизонтально. Конец газоотводной трубки вводят в пробирку с прозрачной известковой или баритовой водой так, чтобы трубка почти касалась поверхности жидкости. Смесь осторожно нагревают. Появление капель воды на стенках пробирки и выпадение осадка CaCO_3 (или BaCO_3) указывают на содержание углерода и водорода в испытуемом веществе.

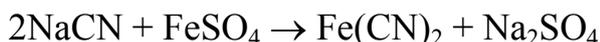


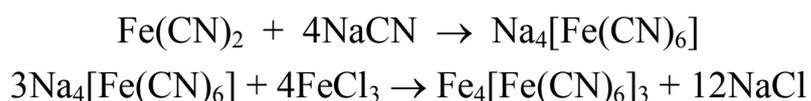
2. Открытие азота и серы сплавлением органического вещества с металлическим натрием

Около 10 г испытуемого вещества (тиомочевина или сульфаниловая кислота) помещают в сухую пробирку, прибавляют кусочек $\text{Na}(\text{мет.})$. Осторожно нагревают (очки! под тягой!) смесь пламенем горелки до получения сплава. После остывания пробирки в нее добавляют 5 капель этанола для устранения остатков металлического натрия, затем прибавляют 5-10 мл воды, тщательно перемешивают и фильтруют. Проверяют с помощью индикатора образование щелочного раствора. Определяют азот и серу качественными реакциями на образовавшиеся соли NaCN и Na_2S .

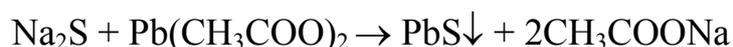


Проба на азот. К 1-2 мл раствора, полученного в предыдущем опыте, добавляют несколько кристаллов сульфата железа (II), кипятят 1-2 мин, охлаждают и к полученному раствору добавляют по каплям 2н. раствор HCl . При наличии азота содержимое пробирки приобретает синий цвет берлинской лазури $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.





Пробы на серу. К 1-2 каплям раствора $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ добавляют раствор гидроксида натрия до растворения выпавшего сначала белого осадка. Затем приливают несколько капель анализируемого раствора. При наличии серы появляется черный или темно-коричневый осадок сульфида свинца.



Другая реакция на сульфид-ионы – реакция с нитропруссидом натрия $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{NO})]$. К анализируемому щелочному раствору добавить несколько капель нитропрусида натрия. Появляется малиновое окрашивание.

3. Проба Бейльштейна на галогены

При прокаливании в присутствии оксида меди органического вещества, содержащего галогены, галогены образуют с медью соли, пары которых окрашивают пламя в зеленый цвет. Медную проволочку с загнутым концом прокаливают до образования оксида меди. После охлаждения набирают петлей каплю или несколько крупинок исследуемого вещества (хлороформ, монохлоруксусная кислота) и вводят в пламя.



Контрольные вопросы:

1. Какой метод используют для анализа вещества на содержание углерода? Какую качественную реакцию при этом осуществляют?
2. Как определяют присутствие атомов водорода в органическом веществе? Наличие какого вещества в продуктах минерализации доказывает присутствие атомов водорода?
3. Что такое проба Бейльштейна, как ее осуществляют?
4. Какая качественная реакция подтверждает наличие атомов серы в органическом соединении?
5. В виде каких ионов определяют присутствие атомов азота в органических соединениях?
6. Можно ли качественно подтвердить присутствие кислорода в органических веществах общими методами?

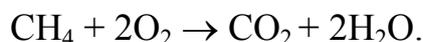
Лабораторная работа №2. Получение метана, этилена, ацетилен и изучение их свойств

1. Получение и изучение свойств метана

В сухую пробирку с газоотводной трубкой насыпают смесь из одной части безводного ацетата натрия и двух частей предварительно прокаленной натральной извести $[\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NaOH}]$. Укрепляют пробирку в штативе с небольшим наклоном в сторону пробки и прогревают.



Получающийся метан пропускают в пробирки с растворами KMnO_4 и бромной воды. Окраска растворов не изменяется. Поджигают метан. При внесении в пламя горящего метана фарфоровой пластинки на ней не образуется черного пятна сажи:

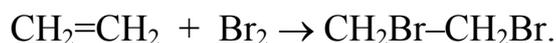


2. Получение и изучение свойств этилена

В пробирку с газоотводной трубкой наливают 5-6 мл смеси 1 части этанола и 3 частей концентрированной серной кислоты, бросают кипяточный камешек, осторожно нагревают.



Выделяющийся этилен пропускают в пробирки с бромной водой и раствором перманганата калия. Бромная вода обесцвечивается вследствие присоединения брома по месту двойной связи:



Окраска раствора KMnO_4 исчезает и образуется осадок MnO_2 бурого цвета:



На внесенной в пламя этилена фарфоровой пластинке появляется пятно сажи.

3. Получение ацетилен и изучение его свойств

В колбу Вюрца помещают несколько кусочков карбида кальция и закрывают пробкой с капельной воронкой, наполненной водой. Отводную трубку колбы соединяют с изогнутой газоотводной трубкой. По каплям приливают воду:



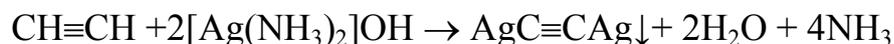
а) С ацетиленом проводят опыты, описанные для этилена. При присоединении брома к ацетилену сначала образуется дибромэтилен и далее тетрабромэтан.



При окислении раствором KMnO_4 в кислой и нейтральной среде образуется CO_2 и муравьиная кислота, а в щелочной среде – сначала гликолевый альдегид $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CHO}$, а затем щавелевая кислота $\text{HOOC}-\text{COOH}$.



б) Образование ацетиленида серебра. В пробирку помещают 3-4 мл раствора $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ и пропускают ток ацетилена. Образуется осадок ацетиленида серебра.



Ацетилениды – взрывчатые вещества. При взрыве образуются свободный углерод и металл в раздробленном состоянии. После опыта уничтожают остатки ацетиленида серебра, разрушая его разбавленной соляной кислотой.

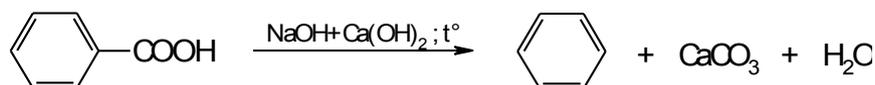
Контрольные вопросы:

1. Какой общий метод получения насыщенных углеводородов используется в лаборатории для получения метана?
2. Какие химические свойства характерны для насыщенных углеводородов? По каким механизмам протекают реакции галогенирования и нитрования алканов?
3. Какими реакциями пользуются для качественного анализа ненасыщенных углеводородов?
4. Сравните характер пламени при горении метана, этилена и ацетилена. Объясните различия.
5. Какие химические свойства отличают ацетилен от этилена? Объясните причину этих различий. Подтвердите уравнениями химических реакций подвижность атома водорода в ацетилене.

Лабораторная работа №3. Получение и изучение свойств бензола и его производных

1. Получение бензола

Получение бензола из бензоата натрия аналогично получению метана из ацетата натрия:



В фарфоровой ступке растирают 2-3 г бензойной кислоты с 4-5 г предварительно прокаленной натронной извести. Смесь помещают в пробирку с газоотводной трубкой и осторожно нагревают. Конец трубки опускают в пробирку-приемник, погруженную в стакан с холодной водой. Образующийся бензол легко обнаружить по запаху.

В атмосфере воздуха бензол горит коптящим пламенем.

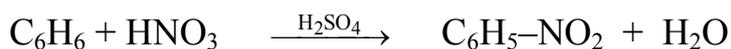
2. Окисляемость ароматических углеводов

Помещают в две пробирки по 1 мл раствора KMnO_4 и по 1 мл разб. H_2SO_4 . Добавляют в одну пробирку несколько капель бензола, а в другую – такое же количество толуола. Обе пробирки сильно встряхивают. Окраска смеси с бензолом не изменяется, что указывает на устойчивость бензола к окислителям. Смесь с толуолом быстро изменяет окраску, что прежде всего заметно на поверхности раздела. Толуол окисляется до бензойной кислоты.



3. Нитрование бензола

В пробирку к 5 мл охлажденной нитрующей смеси (смесь $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{HNO}_3$, 2:1) приливают по каплям при постоянном взбалтывании 2 мл бензола. Смесь встряхивают 3 мин, а затем содержимое пробирки выливают в стакан с 10-15 мл холодной воды. Нитробензол опускается на дно стакана в виде тяжелых маслянистых желтых капель, которые отделяют в делительной воронке.



Нитробензол обладает характерным запахом горького миндаля.

4. Взаимодействие фенола с бромом

В пробирку наливают 2-3 мл 2 %-ного раствора фенола и при встряхивании постепенно прибавляют бромную воду. Жидкость мутнеет вследствие образования осадка 2,4,6-трибромфенола:



Эта реакция используется для количественного определения фенола.

5. Взаимодействие фенола с хлоридом железа(III)

В пробирку наливают 2-3 мл 2 %-ного водного раствора фенола и добавляют 2-3 капли 2 %-ного раствора FeCl_3 . Появляется фиолетовое окрашивание вследствие образования сильно диссоциированных комплексных фенолятов железа(III).



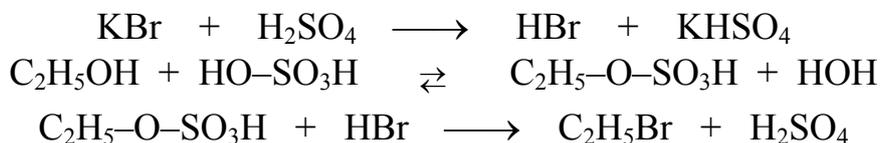
Контрольные вопросы:

1. В каких условиях протекает реакция нитрования бензола? Опишите ее механизм. Объясните каталитическое действие серной кислоты.

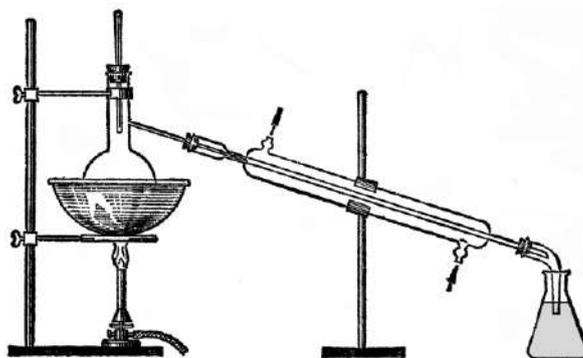
- Сравните условия нитрования бензола, толуола и нитробензола. Чем они обусловлены?
- Объясните причину различного отношения бензола и толуола к перманганату калия. Какие особенности реакций окисления гомологов бензола перманганатом калия?
- Как различить между собой следующие вещества: а) бензол и толуол; б) толуол и стирол; в) толуол и фенол.

Лабораторная работа №4. Получение бромистого этила

Наиболее удобным способом получения галогенопроизводных углеводородов является замещение гидроксильной группы спирта R—ОН на галоген.



Этанол..... 4 г (5 мл)
 Бромид калия 7,5 г
 Серная кислота ($\rho = 1,84$) 17 г (9 мл)



Прибор для получения бромистого этила

Спирт берется в избытке для полного использования HBr. К реакционной смеси добавляют воду, чтобы предотвратить вспенивание реакционной массы, уменьшить образование побочного продукта (диэтилового эфира), предотвратить потери HBr.

В колбу Вюрца вливают спирт, 5 мл воды и при постоянном помешивании и охлаждении постепенно добавляют концентрированную серную кислоту. Охлаждают смесь и присыпают тонко растертый бромид калия. Колбу соединяют с холодильником. Так как бромистый этил чрезвычайно летуч (т.кип. 38°C), его собирают в ледяную воду.

Реакционную смесь нагревают до тех пор, пока в приемную колбу не перестанут поступать маслянистые капли, опускающиеся на дно. По окончании ре-

акции делительной воронкой отделяют бромистый этил от воды, сушат прокаленным CaCl_2 и перегоняют на водяной бане. Подсчитывают выход продукта (теоретический и практический). С полученным продуктом проводят пробу Бейльштейна.

Контрольные вопросы:

1. Почему бромэтан имеет значительно меньшую температуру кипения, чем этанол (78°C), хотя молярная масса бромэтана значительно больше, чем этанола?
2. Какие побочные процессы могут проходить при синтезе бромэтана? Какие продукты присутствуют в перегнанном бромэтане как примеси?
3. Объясните, почему спирт при синтезе бромэтана взаимодействием с HBr берется в значительном избытке (на 1 моль HBr - 1,4 моль $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).
4. Каким образом качественно доказать присутствие атомов Брома в полученном бромэтане?
5. При получении бромистого этила он всегда имеет значительные примеси диэтилового эфира и этанола (их температуры кипения 36°C и 78°C соответственно). Предложите, как очистить полученный продукт от этих примесей.

Лабораторная работа №5. Свойства спиртов и фенолов

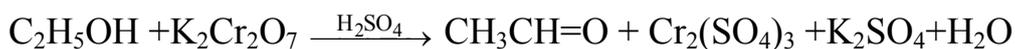
1. Окисление спиртов

а) Перманганатом калия. Смешивают в пробирке 0,5 мл этанола, 0,5 мл раствора KMnO_4 и нагревают смесь. Течение реакции окисления обнаруживается по изменению окраски раствора и по характерному запаху образовавшегося ацетальдегида.



При избытке перманганата калия образовавшийся ацетальдегид окисляется дальше до уксусной кислоты. Очень энергично проходит реакция окисления этанола твердым KMnO_4 в присутствии концентрированной серной кислоты – спирт самовоспламеняется.

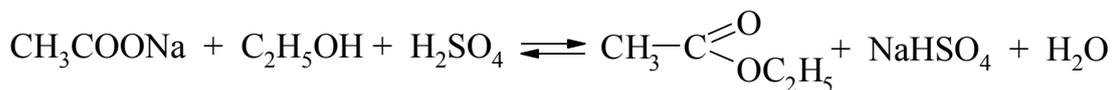
б) Хромовой смесью. В пробирку помещают 0,5 мл концентрированной серной кислоты, 0,5 мл этанола и около 2 г измельченного $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Смесь перемешивают, прибавляют 2 мл воды и осторожно нагревают. Наблюдается изменение окраски раствора (оранжевый цвет раствора переходит в зеленый, что указывает на восстановление Cr^{6+} до Cr^{3+}), ощущается запах уксусного альдегида.



При дальнейшем нагревании образуется уксусная кислота.

2. Этерификация спиртов

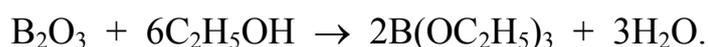
В сухую пробирку помещают 0,1-0,2 г обезвоженного ацетата натрия и 0,5 мл этанола. Добавляют 2 капли концентрированной серной кислоты и нагревают. Появляется приятный запах этилацетата.



С изопентиловым спиртом $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ аналогично получается изопентилацетат, имеющий запах грушевой эссенции.

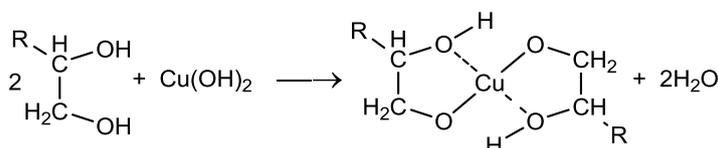
3. Образование этилового эфира борной кислоты

Расплавляют в пробирке 1,5-2,0 г борной кислоты. Охлаждают пробирку на воздухе, плав затвердевает, частично растрескиваясь. Добавляют 3-4 мл этанола, 2 мл конц. H_2SO_4 и вносят кипяточный камешек. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и нагревают смесь. Поджигают у выхода газоотводной трубки выделяющийся эфир борной кислоты – пламя его имеет ярко-зеленую окраску. Борная кислота H_3BO_3 при нагревании дегидратируется, образуя метаборную кислоту HBO_2 , тетраборную кислоту $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ и, наконец, борный ангидрид B_2O_3 . В кислой среде спирты взаимодействуют с B_2O_3 , образуя летучие эфиры борной кислоты:



4. Взаимодействие многоатомных спиртов с гидроксидом меди

Многоатомные спирты, содержащие гидроксигруппы у соседних атомов углерода, образуют гликоляты меди, растворимые в воде и окрашенные в ярко-синий цвет.



Гликоляты устойчивы в щелочной среде, в кислой среде разлагаются на исходные соединения.

В пробирку помещают 0,5 мл раствора сульфата меди, 0,5 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия, взбалтывают, добавляют 0,5 мл глицерина. Голубой осадок свежевыпавшего гидроксида меди растворяется и раствор приобретает интенсивную синюю окраску.

5. Взаимодействие фенола с хлоридом железа(III)

В пробирку наливают 2-3 мл 2%-ного водного раствора фенола и добавляют 2-3 капли 2%-ного раствора FeCl_3 . Появляется фиолетовое окрашивание вследствие образования сильно диссоциированных комплексных фенолятов железа(III):



Контрольные вопросы:

1. Как первичные, вторичные и третичные спирты относятся к действию окислителей (например, KMnO_4 в кислой среде)? Какие продукты при этом образуются?
2. Напишите уравнения реакций следующих спиртов с хлористым водородом: а) этанол; б) изопропанол; в) *трет*-бутанол. В каком случае реакция будет идти быстрее всего, а в каком – медленнее? Что такое проба Лукаса, для чего она используется?
3. Напишите уравнение реакции этерификации уксусной кислоты с метанолом, этанолом, бутан-2-олом.
4. Приведите примеры многоатомных спиртов. Каковы их отличия от одноатомных? С помощью каких реакций можно различить одно- и многоатомные спирты?
5. Предложите, с помощью каких химических проб можно отличить следующие соединения: а) циклогексанол и циклогексан; б) пропан-1-ол и проп-2-ен-1-ол (аллиловый спирт); в) пропан-1,2-диол и пропан-1,3-диол; г) *трет*-бутанол и изобутанол д) этанол и глицерин.

Лабораторная работа №6. Получение и свойства альдегидов и кетонов

1. Получение альдегида окислением спирта

В пробирку наливают 2-3 мл этанола. Из медной проволоки изготавливают спираль и нагревают ее в пламени горелки до красного каления; медь окисляется до оксида меди(II). Раскаленную спираль опускают в пробирку со спиртом, прикрыв пробирку пробкой (не плотно). Происходит окисление спирта до альдегида и восстановление оксида меди до свободной меди.



Образование альдегида обнаруживают по запаху или окрашиванием бесцветного раствора фуксинсернистой кислоты в красно-фиолетовый цвет.

2. Окисление альдегида до кислоты

а) Гидроксидом меди в щелочном растворе. В пробирку наливают 2-3 мл раствора уксусного альдегида, столько же 10%-ного раствора NaOH и прибавляют по каплям 2%-ный раствор сульфата меди до появления мути. Смесь нагревают. Появляется осадок оксида меди(I) красного цвета.



Муравьиный альдегид в отличие от других альдегидов восстанавливает оксид меди(I) до металлической меди, образуя медное зеркало.

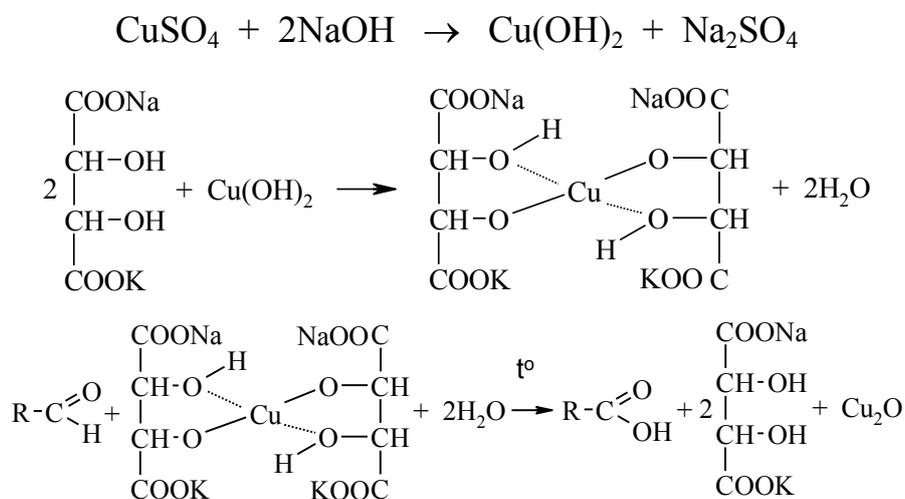
б) Аммиачным раствором оксида серебра (реакция Толленса). Аммиачный раствор оксида серебра окисляет альдегид до кислоты. Выделяющееся при этом металлическое серебро оседает на стенках сосуда в виде зеркального слоя (реакция «серебряного зеркала»):



К 1 мл аммиачного раствора оксида серебра добавляют несколько капель ацетальдегида и осторожно нагревают на водяной бане при 60-70 °С.

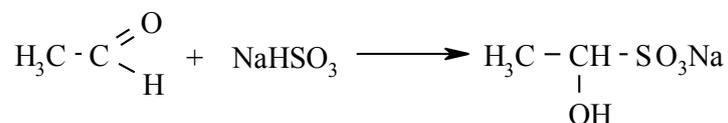
в) Фелинговой жидкостью. Приготовление реактива Фелинга: осаждают в пробирке голубой гидроксид меди, действуя на раствор сульфата меди избытком разбавленного раствора NaOH. Затем добавляют раствор средней виннокислой соли. Гидроксид меди растворяется, образуется ярко-синяя жидкость (см. Занятие 5, опыт *Взаимодействие многоатомных спиртов с гидроксидом меди*).

В пробирку наливают 3-4 мл свежеприготовленного реактива Фелинга и добавляют 1 мл уксусного альдегида. Реакционную смесь нагревают. Сначала раствор окрашивается в зеленый, а затем в желтый цвет и, наконец, выпадает оксид меди(I) красного цвета.



3. Образование бисульфитных производных

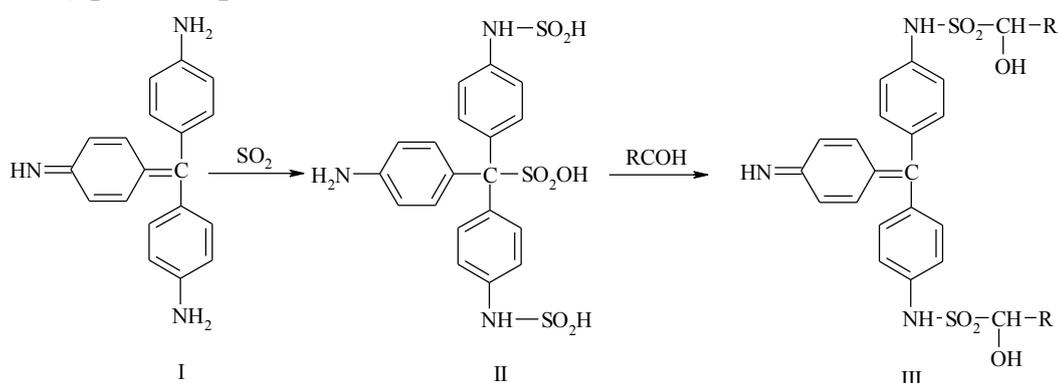
К 5 каплям ацетальдегида прибавляют 1 мл насыщенного раствора бисульфита натрия и сильно встряхивают смесь; появляются белые кристаллы бисульфитного производного.



4. Реакция с фуксинсернистой кислотой

Все альдегиды и метилкетоны ($\text{CH}_3\text{-CO-R}$) дают цветную реакцию с раствором фуксинсернистой кислоты. К 1 мл фуксинсернистой кислоты прибавляют несколько капель альдегида и встряхивают. Появляется интенсивная розово-фиолетовая окраска.

Для приготовления фуксинсернистой кислоты используют раствор парафуксина (формула I), который имеет красную окраску. К этому раствору добавляют водный раствор оксида серы(IV) или пропускают газообразный SO_2 . При этом образуется бесцветная фуксинсернистая кислота (формула II), которая при взаимодействии с альдегидами и метилкетонами образует хиноидный краситель (формула III) розово-фиолетового цвета.



5. Открытие ацетона нитропруссидом натрия (проба Легалья)

В щелочной среде ацетон дает с нитропруссидом натрия красное окрашивание. В пробирку наливают 1 мл ацетона, 1-2 капли 1%-ного раствора нитропруссиды натрия и несколько капель 1%-ного раствора гидроксида натрия. Оранжево-красное окрашивание раствора при подкислении уксусной кислотой переходит в вишнево-красное. Реакция очень чувствительна.

Контрольные вопросы:

1. Какие качественные реакции используют для выявления альдегидов? Какая особенность химического поведения отличает их от кетонов? Напишите соответствующие уравнения реакций.

2. Какое практическое применение имеет реакция с гидросульфитом натрия? Всем карбонильным соединениям свойственна эта реакция?
3. Будет ли мешать проведению реакции с реактивом Толленса наличие в молекуле активного атома галогена или концевой тройной связи?

Лабораторная работа №7. Свойства карбоновых кислот

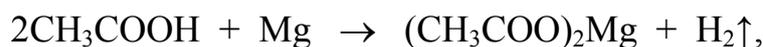
1. Образование солей карбоновых кислот

А. Карбоновые кислоты вытесняют из NaHCO_3 диоксид углерода.



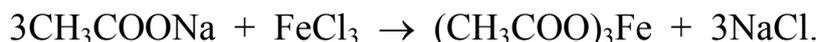
В пробирку наливают 1 мл гидрокарбоната натрия и несколько капель уксусной кислоты. Выделяется CO_2 .

Б. Взаимодействие кислот с металлами. В две пробирки наливают по 2-3 мл 50 %-ной уксусной кислоты. В одну добавляют стружку магния, в другую – кусочки цинка:



Если с цинком реакция протекает медленно, реакционную смесь нагревают.

В. Взаимодействие солей карбоновых кислот с солями минеральных кислот. К 3 мл раствора ацетата натрия прибавляют 2-3 мл 2%-ного раствора FeCl_3 . Образуется ацетат железа(III), окрашенный в красно-бурый цвет.



Если полученный раствор прокипятить, образуется основная соль, выпадающая в виде красно-бурого осадка.



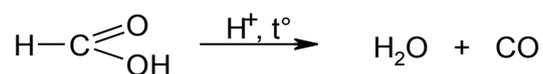
1. Образование сложных эфиров

(См. Лабораторное занятие 5, опыт: Этерификация спиртов)

2. Реакции на муравьиную (метановую) кислоту

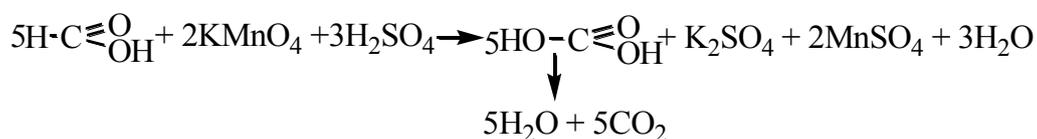
Это единственная карбоновая кислота, не имеющая ни алкильной, ни арильной групп, связанных с карбоксиллом, что сказывается на ее химических свойствах. Муравьиная кислота НСООН может проявлять как свойства альдегида, так и свойства кислоты.

А. Разложение муравьиной кислоты. В пробирку с газоотводной трубкой наливают 2-3 мл муравьиной кислоты, добавляют 1-2 мл конц. H_2SO_4 и нагревают.

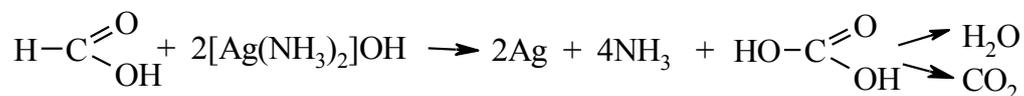


При поджигании оксид углерода(II) сгорает голубоватым пламенем до оксида углерода(IV).

Б. Окисление муравьиной кислоты перманганатом калия. В пробирку с газоотводной трубкой наливают 1-2 мл муравьиной кислоты, 2 мл 10%-го раствора H_2SO_4 и 4-5 мл 5%-го раствора KMnO_4 . Реакционную смесь нагревают. Сначала она бурит вследствие образования MnO_2 , а затем обесцвечивается. В результате реакции выделяется CO_2 , который обнаруживается по появлению мути при пропускании его через известковую воду. Легкая окисляемость муравьиной кислоты объясняется наличием альдегидной группы.

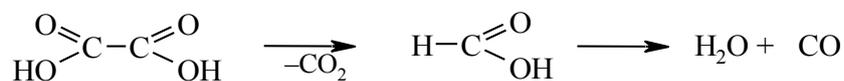


В. Восстановление аммиачного раствора оксида серебра. К 2-3 мл свежеприготовленного аммиачного раствора оксида серебра прибавляют около 1 мл муравьиной кислоты и нагревают на водяной бане. Выпадает черный осадок металлического серебра.



3. Разложение щавелевой кислоты при нагревании

Нагревают в пробирке с газоотводной трубкой 1-2 г щавелевой кислоты. Выделяющийся оксид углерода(IV) пропускают через раствор известковой воды. Затем вынимают трубку из жидкости, добавляют 2-3 мл H_2SO_4 , и, продолжая нагревание, поджигают выделяющийся газ – оксид углерода(II) – у отверстия трубки. Он горит характерным голубым пламенем.



Контрольные вопросы:

1. Какова роль серной кислоты в реакции этерификации? Почему нельзя применять избыток серной кислоты?
2. Чем отличается муравьиная кислота от ее гомологов? Приведите уравнения соответствующих реакций.
3. Почему при этерификации муравьиной кислоты (а также щавелевой) не нужно добавлять минеральные кислоты?

4. С помощью каких реакций можно распознать следующие вещества:
- а) муравьиную и уксусную кислоты;
 - б) этилацетат и бутановую кислоту;
 - в) акриловую и пропановую кислоты;
 - г) этилформиат и метилацетат;
 - д) щавелевую и малоновую кислоты.

Лабораторная работа №8. Свойства аминов и diaзосоединений

1. Получение нитробензола

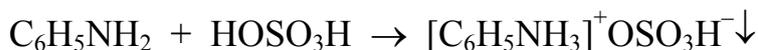
(См. Лабораторное занятие 3, опыт: Нитрование бензола).

2. Опыты с анилином

а) Взаимодействие анилина с минеральными кислотами. В две пробирки наливают по 0,3 мл анилина. В одну прибавляют 10%-ной HCl, во вторую – 10%-ной H₂SO₄. В первой пробирке образуется прозрачный раствор солянокислого анилина.



Во второй пробирке выпадает белый осадок труднорастворимой кислой серноокислой соли анилина:

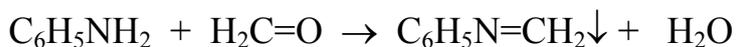


б) Реакция с хромовой смесью. К нескольким мл водного раствора анилина прибавляют несколько капель хромовой смеси. Вследствие реакции окисления наблюдается появление сине-черного или зелено-черного окрашивания, переходящего в явно черное (образуется краситель анилиновый черный).

в) Взаимодействие анилина с бромной водой. К 2-3 мл водного раствора анилина прибавляют по каплям бромную воду. Исчезает окраска бромной воды и появляется осадок 2,4,6-триброманилина.



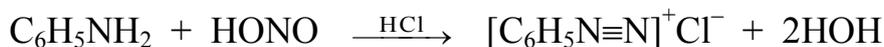
г) Реакция конденсации анилина с формальдегидом. Анилин легко вступает в реакцию конденсации с формальдегидом. К 2-3 мл водного раствора анилина прибавляют такой же объем формальдегида. При взбалтывании постепенно образуется белый осадок – основание Шиффа.



3. Реакция diaзотирования

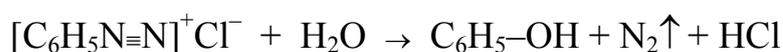
В небольшой конической колбочке готовят раствор солянокислого анилина из 1 мл анилина и 10 мл 10%-ной HCl до полного растворения анилина. Раствор

охлаждают смесь снега с солью до 5 °С. Не вынимая колбы из охлаждающей смеси, приливают по каплям при помешивании 1,5-2 мл 10%-ного раствора NaNO₂. Конец реакции узнают по посинению иодкрахмальной бумажки (в избытке азотистой кислоты выделяется свободный иод, вследствие чего крахмал окрашивается в синий цвет).



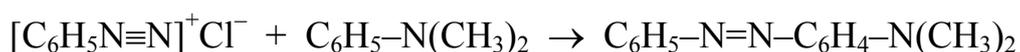
Полученный раствор сохраняют для последующих опытов.

4. *Получение фенола разложением соли диазония.* При нагревании раствора, полученного в предыдущем опыте, наблюдается изменение окраски с зеленой на желтовато-бурую и интенсивное выделение газа (азота). При этом образуется главным образом фенол.



5. *Реакция азосочетания. Получение анилинового желтого (диметиламиноазобензола)*

В пробирку наливают 0,5 мл диметиланилина, 3-4 мл воды и по каплям 10%-ной HCl до полного растворения. Смесь охлаждают и добавляют 3-4 мл раствора соли хлористого фенилдиазония, полученного ранее, а затем 2-3 мл насыщенного раствора ацетата натрия, который необходим для нейтрализации соляной кислоты (при избытке кислоты азосочетание не происходит):



Контрольные вопросы:

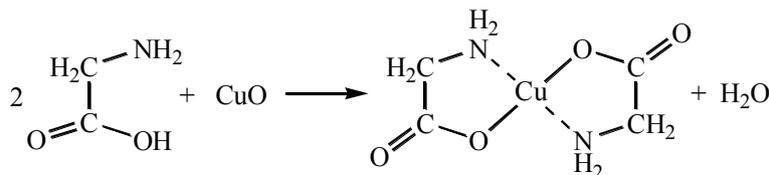
1. Сравните отношение следующих соединений к действию азотистой кислоты:
а) метиламин; б) диметиламин; в) триметиламин. Напишите соответствующие уравнения реакций.
2. Какой продукт образуется при взаимодействии анилина с бромной водой? Напишите соответствующее уравнение реакции.
3. Объясните, почему азосочетания с аминами проводят в слабокислой среде.
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно отличить следующие соединения: а) диметиламин и триметиламин; б) пропан-1-амин и 1-нитропропан; в) 2-нитробутан и бутан-2-амин; г) изопропиламин и диэтиламин.

Лабораторная работа №9. Свойства аминокислот и белков

1. Качественные реакции на глицин

а) Реакция на лакмус. К свежеприготовленному раствору глицина прибавляют несколько капель водного раствора лакмуса. Изменение цвета лакмуса не наблюдается.

б) Образование комплексной медной соли. В пробирку с раствором глицина прибавляют 1 г оксида меди (порошок) и кипятят несколько минут. Происходит образование синего комплекса медной соли глицина.



2. Качественные реакции на белковые вещества

а) Коагуляция белков при нагревании. В пробирку наливают 2-3 мл свежеприготовленного раствора яичного белка и осторожно нагревают на пламени горелки. Наблюдают помутнение раствора и образование осадка белка. Коагуляция белков при нагревании – процесс необратимый.

б) Осаждение белков солями тяжелых металлов. В две пробирки наливают по 1-2 мл раствора белка и по каплям прибавляют в одну пробирку 5%-ный раствор сульфата меди, в другую – 5%-ный раствор ацетата свинца. Образуются хлопьевидные осадки, которые растворяются в избытке реактивов.

в) Осаждение белков минеральными кислотами. В три пробирки наливают по 1 мл концентрированных кислот – азотной, соляной и серной. В каждую из них осторожно по стенкам наливают по 1 мл раствора белка. На границе кислота-белок наблюдают образование белого осадка белка. При взбалтывании смесей в случае избытка HCl и H₂SO₄ осадки растворяются, тогда как в HNO₃ растворения не наблюдается.

г) Высаливание белков. К раствору белка прибавляют насыщенный раствор сульфата аммония. Наблюдается помутнение и выпадение осадка. При добавлении воды осадок белка вновь растворяется.

д) Цветные реакции на белок. *Ксантопротеиновая реакция*: 3-4 мл раствора белка нагревают с 1-2 мл конц. HNO₃. Выпадает осадок. Желтое окрашивание обусловлено нитрованием ароматических ядер белковых молекул и образованием полинитросоединений. Охладив смесь, осторожно по каплям добавляют к кислой жидкости избыток конц. NaOH (1-2 мл). Желтый цвет переходит в оранжевый. Ксантопротеиновая реакция обусловлена наличием в белках остатков таких ароматических аминокислот как фенилаланин, тирозин, триптофан.

Биуретовая реакция: 2-3 мл раствора белка нагревают с 2 мл 10%-ного раствора NaOH и несколькими каплями 2%-ного раствора CuSO₄. Жидкость окрашивается в красно-фиолетовый цвет. Биуретовая реакция обусловлена наличием в молекуле белка пептидных группировок –CO–NH–.

Реакция на наличие серы в белке: к 0,5 мл 1%-ного раствора ацетата свинца по каплям прибавляют 10%-ный раствор NaOH до растворения образовавшегося гидроксида свинца. К раствору добавляют 2-3 мл раствора белка, встряхивают и осторожно нагревают до кипения в течение 2-3 мин. Появление бурого, а затем черного окрашивания указывает на образование сульфида свинца, а следовательно, на присутствие серы в белке.

Контрольные вопросы:

1. Опишите строение аминокислоты в нейтральной, кислой и щелочной среде. Что такое «биполярный» ион («цвиттер-ион»)?
2. Почему аминокислоты называют амфотерными соединениями?
3. Какие продукты образуются при нагревании α-, β- и γ-аминовалериановых кислот? Назовите их, напишите уравнения соответствующих реакций.
4. Перечислите основные качественные реакции на белок. Какие функциональные группы в них вступают?

Лабораторная работа №10. Свойства гидроксикислот и углеводов

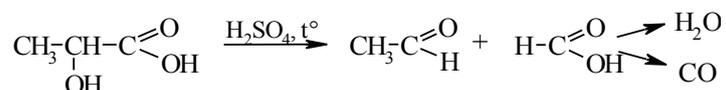
1. Качественная реакция α-гидроксикислот с хлоридом железа(III)

В две пробирки наливают по 0,5 мл раствора FeCl₃ и добавляют по одной капле фенола. Растворы в пробирках окрашиваются в темно-фиолетовый цвет. В одну пробирку добавляют 2 мл молочной кислоты (свободная молочная кислота содержится в кислой молочной сыворотке), а в другую – столько же уксусной кислоты. В пробирке с молочной кислотой появляется ярко-желтая окраска, иногда с зеленоватым оттенком, характерная для α-гидроксикислот. Уксусная кислота такого окрашивания не дает.

Исходный раствор хлорида железа(III) имеет коричневато-желтый цвет, поэтому для большей четкости перехода окраски целесообразно применять фиолетовый раствор его, содержащий фенолят железа. α-Гидроксикислота, связывая железо, разрушает фенолят и фиолетовая окраска раствора переходит в желтую.

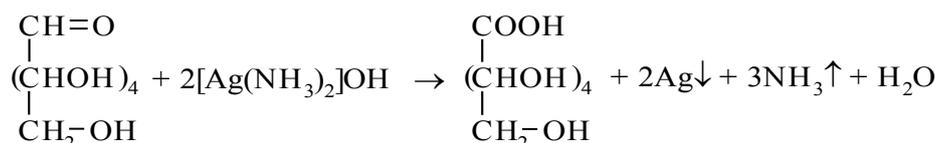
2. Разложение молочной кислоты при нагревании с H_2SO_4

В пробирку наливают 2 мл молочной кислоты и 3 мл концентрированной серной кислоты, закрывают пробкой с газоотводной трубкой и нагревают реакцию до кипения. Молочная кислота разлагается на уксусный альдегид и муравьиную кислоту, которая в свою очередь распадается на оксид углерода(II) и воду.



3. Взаимодействие углеводов с аммиачным раствором оксида серебра

К 1 мл 1-2%-ного раствора моносахарида (глюкозы, манозы) добавляют 1 мл аммиачного раствора оксида серебра и пробирку помещают на несколько минут в горячую водяную баню или аккуратно нагревают в пламени горелки, не доводя до кипения. Если пробирка была чистой, выделяющееся при окислении сахара металлическое серебро осаждается на стенках в виде зеркального слоя, в ином случае выпадает черный осадок.



4. Реакция глюкозы с фелинговой жидкостью

В пробирку наливают 1-2 мл фелинговой жидкости (приготовление реактива см. работу № 6, опыт 2.в), прибавляют 1 мл 1%-ного раствора глюкозы и нагревают в пламени горелки. Наблюдается изменение окраски жидкости, выделение желтого осадка, переходящего в красный осадок оксида меди(I); глюкоза окисляется в глюконовую кислоту. Жидкость Фелинга, так же как и аммиачный раствор оксида серебра, служит для обнаружения альдегидной группы в сахарах.

5. Взаимодействие глюкозы с гидроксидом меди(II) в присутствии щелочи (проба Троммера)

К 2-3 мл раствора глюкозы добавляют 1 мл разбавленного раствора гидроксида натрия и 2-3 капли раствора сульфата меди. Выделяющийся осадок гидроксида меди при встряхивании растворяется, а жидкость окрашивается в интенсивно синий цвет. При этом глюкоза, имеющая в своем составе гидроксильные группы, расположенные рядом, дает с гидроксидом меди комплексные соединения, растворимые в щелочах.

Осторожно нагревают в пламени горелки верхнюю часть жидкости до начала кипения и наблюдают изменение окраски раствора – глюкоза окисляется до глюконовой кислоты и выпадает красный осадок оксида меди(I).

действия (в присутствии HCl как катализатора): а) α -D-глюкопиранозы с этиловым спиртом; б) β -D-фруктофуранозы с изопропиловым спиртом.

4. Приведите схемы качественных реакций, подтверждающих восстановительные свойства мальтозы. Можно ли с помощью этих реакций отличить мальтозу от лактозы? Ответ объясните.

5. Можно ли с помощью пробы Троммера отличить: а) сахарозу от продуктов её гидролиза; б) лактозу от продуктов её гидролиза; в) лактозу от сахарозы? Напишите соответствующие уравнения реакций.

УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

ЗАНЯТИЕ 1. Теоретические представления в органической химии.

Краткие сведения о развитии теоретических представлений в органической химии. Теория А. М. Бутлерова о строении органических соединений. Природа связей в органических соединениях. Типы гибридизации атомных орбиталей атома углерода. Эффекты электронных сдвигов в молекулах органических соединений. Классификация реакций органических соединений по направлению реакции и по механизму.

1. Что является предметом изучения органической химии? Чем обусловлено выделение органической химии в самостоятельную научную дисциплину?
2. Сформулируйте основные положения теории химического строения А. М. Бутлерова. Охарактеризуйте ее значение для развития органической химии.
3. Что положено в классификации органических соединений? По какому принципу определяется принадлежность органического соединения к определенному классу?
4. Что понимают под термином “гибридизация”? Какие виды гибридизации возможны для атома углерода? Сколько атомов углерода находится в sp -гибридизации в веществе: $\text{CH}_3\text{-CH=CH=C=CH-C}\equiv\text{C-CN}$ (1, 2, 3, 4, 5, 6.)
5. Для каждого вещества определите соответствие:

1. Етан	$\alpha - sp$	A – 0,120 нм	I – 180°
2. Етен	$\beta - sp^3$	B – 0,154 нм	II – $109^\circ 28'$
3. Етин	$\gamma - sp^2$	C – 0,140 нм	III – 120°
4. Бензол	$\delta - \text{отсутствует}$	D – 0,134 нм	IV – 100°

6. Дайте определение основным типам химической связи? Охарактеризуйте химические связи в молекулах: Cl_2 ; CH_4 ; HCl ; CH_3Br ; CH_3ONa ; HNO_3 ; NH_3 .
7. Что такое “изомерия”? Какие виды изомерии характерны для алканов, алкенов и алкинов? Приведите все возможные изомеры соединений состава C_4H_8 и C_5H_8 , назовите их по заместительной номенклатуре IUPAC.
8. Напишите все возможные изомеры для соединения состава C_7H_{16} . Дайте название всем изомерам по заместительной номенклатуре IUPAC. Укажите число первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в каждом изомере.
9. Напишите структурные формулы веществ: циклопропана, бромэтана, бензола, фенола, 2-бутанона, метанала, ацетона, метиламина. В полярных молекулах распределите электронную плотность.

10. Дайте определение понятиям *карбокатион* и *карбанион*. Какие факторы определяют устойчивость карбокатиона. Распределите катионы (а-е) в ряд увеличения их стойкости: а) метил, б) *втор*-бутил, в) бензил, г) *трет*-пентил, д) *н*-бутил, е) хлорметил.

11. Назовите приведенные углеводороды по систематической номенклатуре:

1. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	2. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	3. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$
4. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	5. $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$	6. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \end{array}$
7. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	8. $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	9. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$
10. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$	11. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	12. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{C}=\text{C}=\text{CH}-\text{CH} \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$

ЗАНЯТИЕ 2. Углеводороды: алканы, алкены, алкины.

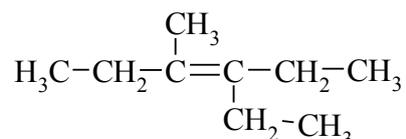
Гомологический ряд алканов. Изомерия, номенклатура алканов. Углерод-углеродная σ -связь в алканах, ее длина, энергия. Основные способы получения алканов, их химические свойства. Понятие о свободных радикалах; ценные свободнорадикальные реакции.

Гомологический ряд алкенов. Изомерия алкенов: структурная, пространственная. Номенклатура. Природа связей в этилене, sp^2 -гибридизация, длина и энергия $\text{C}=\text{C}$ связи. Основные способы получения алкенов, их химические свойства. Механизм реакций электрофильного и радикального присоединения. Правило Марковникова и его современное обоснование. Перекисный эффект Хараиша. Общие понятия о высокомолекулярных соединениях.

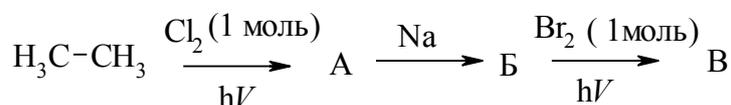
Алкины: изомерия и номенклатура; sp -гибридизация. Способы получения ацетилена и его гомологов, их химические свойства. Механизм реакций электрофильного и нуклеофильного присоединения.

1. Сформулируйте понятие гомологического ряда. Какова общая формула для алканов, алкенов и алкинов? В каком валентном состоянии находятся атомы углерода в алканах?

2. Правильно ли построены следующие названия: а) 2-этилгексан, б) 2,2,5-триметилгептан, в) 2-метил-3-изопропилпентан, г) 1-метил-3-этилнонан? Исправьте неверные названия.
3. Из предложенных веществ выберите алканы, алкены и алкины (запишите в три столбика): C_6H_{12} ; CH_3CH_3 ; 2-октин; C_3H_4 ; $CH_3-CH_2-C\equiv CH$; C_5H_{12} ; ундекан; $C_{12}H_{24}$; $C_{10}H_{22}$; 1-пентен; $CH_3-CH=CH_2$; $C_{11}H_{22}$; $CH_3CH_2CH_2CH_3$; $C_{15}H_{28}$; метан; ацетилен. Какие признаки вы положили в основу разделения?
4. Выберите верное название для молекулы по систематической номенклатуре: а) 1,1-диэтил-2-метилбутен-4, б) 2,3-диэтилпентен-2, в) 4-этил-3-метилгексен-3, г) 1,1,2-триэтилпропен-1, д) 4-метил-3-этилгексен-3.



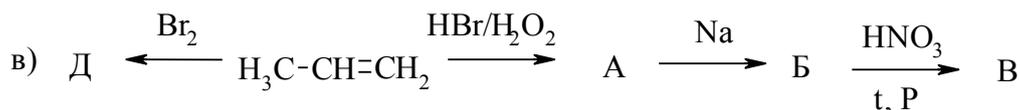
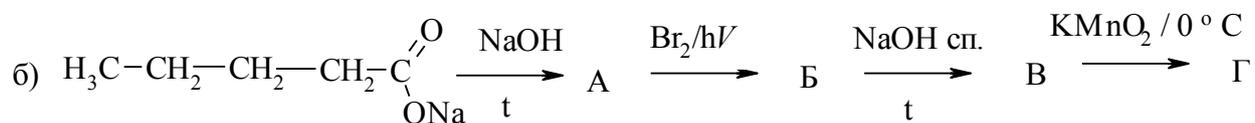
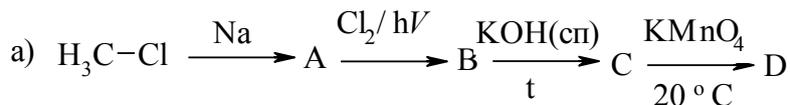
5. Получите 2,3-диметилбутан по реакциям Вюрца, Дюма и Кольбе.
6. По реакции Вюрца получите: 2,2,3,3-тетраметилбутан; 2,3,4,5-тетраметилгексан; 2,5-диметилгексан.
7. Как можно получить *n*-бутан из указанных соединений: а) *n*-бутилбромида; б) этилбромида. Напишите схемы реакций.
8. Расшифруйте следующую цепочку превращений. Назовите соединения А, Б и В:



9. Найдите соответствие:

	Реакция	Тип
1.	$ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{кат.}]{t} \begin{array}{l} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3 \end{array} $	А. Изомеризация
2.	$ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{t} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array} $	Б. Окисление
3.	$ \text{а) } \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3 + \text{HNO}_3 \xrightarrow[\text{êàð.}]{t, \text{ P}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2 $	В. Замещение
4.	$ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{кат.}]{t, \text{ P}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{H}_2 $	Г. Крекинг
5	$ \text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} $	Д. Отщепление

10. Напишите два способа получения 1-бутена. Напишите реакции необходимые для перехода 3,4-диметил-1-гексена в 3,4-диметил-2-гексен.
11. Какой алкен получается при дегидратации: 1) *втор*-бутилового спирта, 2) *трет*-бутилового спирта. Для 2-метил-2-бутен напишите следующие реакции: 1) $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}/0^\circ\text{C}$; 2) Br_2 ; 3) $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4/t^\circ\text{C}$.
12. Напишите реакции пропина с указанными реагентами: а) Cl_2 , б) H_2O (Hg^{2+} , H^+), в) 2HBr .
13. Какое соединение образуется при взаимодействии ацетилена с аммиачным раствором гидроксида серебра и с амидом натрия?
14. Расшифруйте схему превращений. Напишите все необходимые реакции:



15. Подтвердите химическими реакциями активность атома водорода у ацетилена. Как можно химическим путем разделить пропан, пропиен и пропин?

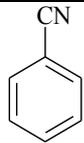
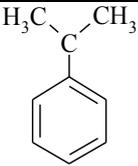
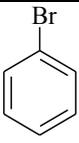
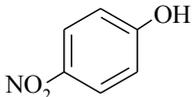
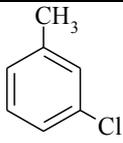
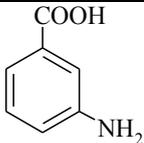
ЗАНЯТИЕ 3. Углеводороды: алкадиены, арены.

Алкадиены: типы диенов, номенклатура. Природа сопряжения. Основные способы получения и химические свойства. Механизм реакции присоединения к сопряженным диенам. Диеновый синтез. Полимеризация диенов. Натуральный и синтетический каучук. Арены. Понятие ароматичности. Гомологический ряд бензола, номенклатура, изомерия. Получение бензола и его гомологов. Физические и химические свойства бензола и его гомологов. Реакции электрофильного замещения, их механизм: реакции алкилирования, нитрования, бромирования, сульфирования, ацилирования. Реакции присоединения, окисления. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на направление и скорость реакций электрофильного замещения в ядре бензола.

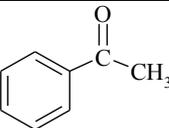
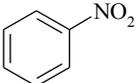
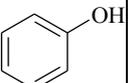
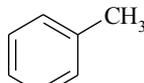
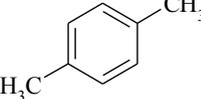
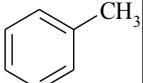
1. Раскройте смысл понятий «диены», «сопряжение», «вулканизация».
2. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов состава C_6H_{10} . Назовите их. К какому типу диенов относится каждый из них?
3. Углеводород имеет структурную формулу $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$: а) назовите данное соединение по международной номенклатуре и укажите тип гибридизации каждого атома углерода; б) напишите уравнения возможных

реакций данного соединения с хлороводородом; в) приведите возможные структурные формулы изомеров данного углеводорода с открытой цепью углеродных атомов.

- Объясните сополимеризацию стирола и бутадиена. Напишите уравнение реакции.
- Опишите особенности строения бутадиена, бутена, бутана. Каким образом их строение отражается на их химических свойствах?
- Раскройте сущность понятий «ароматичность». Объясните причины делокализации π -электронов в бензоле.
- Напишите все изомерные вещества ароматического характера с общей формулой C_9H_{12} . Назовите их.
- Напишите структурные формулы соединений: а) *n*-бромтолуол, б) *o*-аминобензосульфокислота, в) *n*-нитрофенол, г) *m*-бромбензойная кислота, д) 1,2,3-триэтилбензол, е) стирол, ж) нафталин, з) 2,4,6-тринитротолуол, и) 4-бутил-2-хлортолуол.
- Напишите реакцию бромирования для таких соединений: а) бензальдегид, б) фенол, в) бензол. Укажите условия реакции и назовите конечные соединения. Какие из приведенных соединений вступят в реакцию быстрее? Почему?
- С помощью реакции Вюрца-Фиттига получите: а) пропилбензол, б) *m*-диэтилбензол, в) толуол. Напишите реакции металлического натрия со смесью: а) бромбензола и 2-бромбутана, б) *n*-хлортолуола и метилхлорида.
- Изобразите распределение электронной плотности для следующих соединений. Назовите их. Из данных соединений выберите вещества, имеющие дезактивирующие ориентанты, а также соединения, имеющие согласованную ориентацию.

					
1	2	3	4	5	6

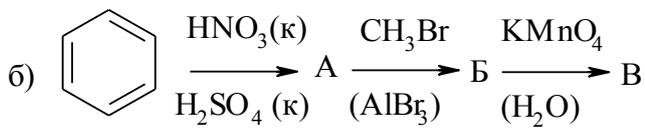
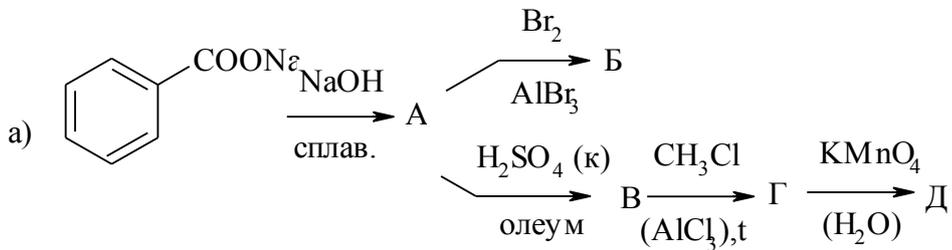
- Знаками больше/меньше ($< >$) укажите какое из нижеприведенных соединений будет легче вступать в реакцию нитрования (HNO_3, H_2SO_4)

							
---	---	---	---	---	--	---	---

1	2	3	4
---	---	---	---

13. Согласованная ориентация наблюдается, когда оба заместителя благоприятствуют вхождению третьего в одни и те же места бензольного кольца. Определите ориентацию для вхождения метильной группы в соединениях: а) *m*-динитробензол; б) *n*-сульфофенол; в) *o*-нитро-толуол; г) *o*-аминотолуол.

14. Осуществите превращение:



Вариант модульной контрольной работы № 1

«Строение, номенклатура, методы получения и химические свойства углеводородов: алканов, алкенов, алкинов, алкадиенов, аренов.»

№	Вопросы
1.	<p>Выберите правильное название для молекулы:</p> $ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} $ <p>а) 2,2-диметил-4-изопропил-3-этилгексан; б) 3-<i>трет</i>-бутил-4-изопропилгексан; в) 2,2,5-триметил-3,4-диэтилгексан; г) 2,5,5-триметил-3,4-диэтилгексан.</p>
2.	<p>Какими из приведенных методов можно получить изобутан (2-метилпропан) без примесей: а) реакцией Вюрца; б) реакцией Дюма; в) электрохимическим синтезом Кольбе; г) гидрированием соответствующего алкена? Напишите уравнения соответствующих реакций.</p>
3.	<p>Какое соединение образуется при действии на 1-бутен HBr в присутствии пероксида: а) 1,2-дибромобутан б) 3-бromo-1-бутен в) 2-бромобутан г) 1-бромобутан? Напишите уравнение реакции, отметьте механизм.</p>
4.	<p>С помощью каких реагентов можно отличить пропен от пропана: а) KMnO₄, OH⁻; б) Br₂ (H₂O); в) Br₂, hν; г) [Ag(NH₃)₂]OH? Напишите уравнения реакций.</p>
5.	<p>В какое положение войдет хлор при реакции толуола с хлором в присутствии AlCl₃? а) <i>орто</i>-; б) <i>мета</i>-; в) <i>пара</i>-; г) в боковую цепь. Приведите уравнения реакции, отметьте ее механизм, назовите продукты реакции.</p>

ЗАНЯТИЕ 4. Галогенопроизводные углеводородов.

Галогенопроизводные алканов. Моногалогенопроизводные, изомерия, номенклатура. Первичные, вторичные, третичные галогенопроизводные. Способы получения: из алканов, алкенов, спиртов. Химические свойства. Понятие о механизмах реакции нуклеофильного замещения (S_N1 и S_N2). Отщепление галогеноводородов (правило Зайцева). Полигалогенопроизводные: хлороформ, четыреххлористый углерод.

Галогенопроизводные алкенов и аренов: изомерия, номенклатура. Зависимость реакционной способности атома галогена от его положения по отношению к двойной связи или ароматическому кольцу: хлористый винил, хлористый аллил, хлоробензол, бензилхлорид.

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 3-хлор-2-метилбутан; б) 3-бром-2,5-диметилгексан; 1,1,1-трифторэтан; в) 3-йодпропин; г) 1-хлор-2-бром-3-метил-1-пентен; д) изобутилбромид; е) винилфторид; ж) 3-хлор-3-метил-1,4-пентадиен; з) аллилхлорид; и) 1,1,1,5-тетрахлорпентан.

2. Назовите следующие соединения:

а) $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	б) $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	в) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$	г) $\text{ClCH}=\text{CHCl}$	д) $\begin{array}{c} \text{Br} \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$
е) $\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}_2\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	ж) CH_3CHCl_2	з) $\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{HC}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	и) $\text{ClCH}=\text{CCl}_2$	й) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH} \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_2\text{Br} \qquad \text{CH}_2\text{F} \end{array}$

3. Приведите примеры первичных, вторичных и третичных галогеналканов.

4. Напишите все возможные формулы веществ состава: а) $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, б) $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$.

5. Напишите структурные формулы галогенопроизводных состава $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ и назовите их.

6. Напишите структурные формулы галогенопроизводных состава $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Br}$, которые содержат бром возле третичного атома углерода, назовите их.

7. Предложите схемы получения таких галогенпроизводных: 3-метил-1-хлорбутан, 1,2-дибромпентан.

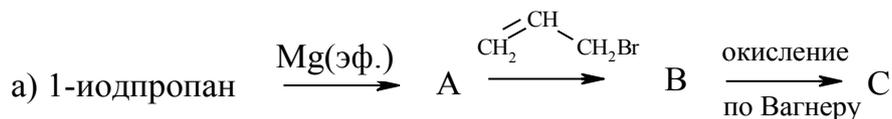
8. Исходя из этилена, получите бромистый этил, напишите для него реакции: а) NaOH (сп. р-р); б) Mg (абс.эф.); в) Na мет.

9. Напишите для 2-хлорбутана реакции со следующими веществами: а) цианистый калий, б) аммиак; в) металлический натрий; г) спиртовой раствор ед-

кого натрия; д) водный раствор едкого натрия; е) нитрит серебра; ж) метилат натрия; з) ацетат серебра.

10. Рассмотрите реакцию отщепления HBr от 3-бром-2-метилпентана (при действии спиртовой щелочи). Какой из изомеров углеводорода образуется преимущественно? Дайте объяснение.

11. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ в следующих схемах:



ЗАНЯТИЕ 5. Гидроксилсодержащие соединения. Спирты. Фенолы.

Одноатомные спирты: Гомологический ряд. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Способы получения (в лаборатории, в промышленности). Физические свойства. Водородная связь. Химические свойства и механизм важнейших превращений. Ненасыщенные спирты: аллиловый, пропаргиловый. Ароматические спирты: бензиловый спирт.

Многоатомные спирты: Классификация, изомерия, номенклатура. Гликоли. Глицерин, получение из жиров. Применение глицерина в промышленности.

Фенолы: Сравнительная характеристика со спиртами. Фенол, реакции алкилирования, ацилирования. Использование фенолов, их кислотные свойства.

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2-пропанол; б) 2-метил-3-пентанол; в) 3-этил-3-гексанол; г) 2,3-диметил-2-бутанол; д) 2,2,4-триметил-3-пентанол; е) аллиловый спирт; ж) 1,4-бутандиол; з) 1,2,3-гексантриол; и) 3-гидрокситолуол; й) гидрохинон; к) 2-бромфенол.

2. Назовите следующие соединения:

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$
1.	2.	3.	4.	5.
$\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{Br} \quad \text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$	
6.	7.	8.	9.	

3. Напишите структурные формулы и назовите по системе IUPAC первичный, вторичный и третичный спирты, которые содержат по пять атомов углерода.
4. Напишите структурные формулы веществ и назовите их по систематической номенклатуре: а) бутиловый спирт; б) *втор*-бутиловый спирт; в) *трет*-бутиловый спирт; г) аллиловый спирт; д) триметиленгликоль, е) изобутиловый спирт; ж) пропиленгликоль.
5. Чем обусловлены кислотные свойства фенола?
6. Как можно получить этанол из: а) этилена, б) бромэтана.
7. Получите спирты по синтезам Гриньяра, исходя из: а) формальдегида и бромистого изопропилмагния; б) уксусного альдегида и бромистого *втор*-бутилмагния; в) этилметилкетона и бромистого пропилмагния.
8. С помощью синтеза Гриньяра получите спирты следующего строения:
 - а) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH(CH}_3)_2$
 - б) $\text{CH}_3\text{-C(CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{OH}$
9. Из каких непредельных соединений, используя реакцию Вагнера, можно получить следующие соединения: а) 1,2-пропандиол; б) 2-метил-2,3-бутандиол.
10. Какие вещества получают при щелочном гидролизе таких соединений: хлорбензола и *о*-нитрохлорбензол.
11. Как химическим путем отличить: а) этанол и глицерин; б) фенол и пропанол; в) 1,2-этандиол и 1,3-пропандиол.
12. Сравните химические свойства бензилового спирта и фенола. Как относятся эти соединения к действию реагентов: а) Na, б) CH_3MgI , в) PCl_5 , г) SOCl_2 , д) HBr , е) KMnO_4 (раствор), ж) NaOH (H_2O), з) CH_3COOH (H^+).
13. Напишите схемы реакций окисления вторичного бутилового спирта и 2-метил-1-бутанола.
14. Напишите условия и реагенты, которые необходимы для прохождения таких реакций:
 - а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{A} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$
 - б) $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3 \longrightarrow \text{B} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_3$
 - в) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 \longrightarrow \text{C} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
15. Напишите реакции глицерина с: а) PBr_3 ; б) HNO_3 ; в) CH_3COOH .

ЗАНЯТИЕ 6. Карбонильные соединения. Альдегиды. Кетоны.

Строение, изомерия и номенклатура альдегидов и кетонов. Природа карбонильной группы. Получение альдегидов и кетонов: окислением спиртов, пиролизом солей карбоновых кислот, гидролизом дигалогенопроизводных,

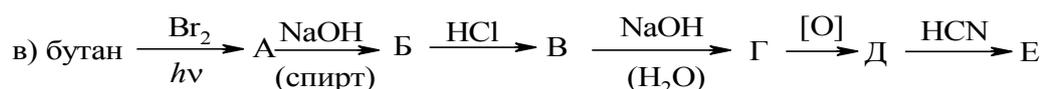
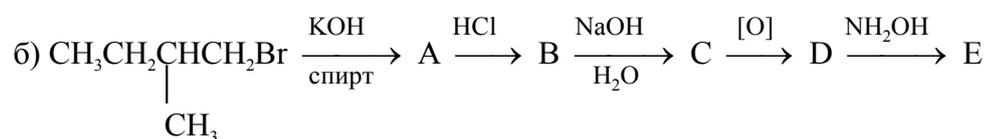
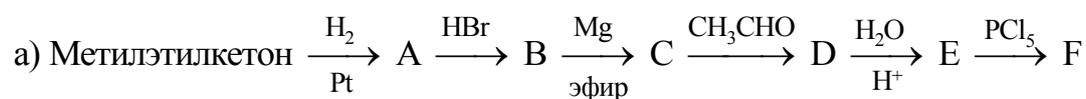
реакцией Кучерова. Оксосинтез. Физические свойства. Химические свойства. Реакции с нуклеофильными реагентами, их механизм. Альдольная и кротоновая конденсация. Качественные реакции. Особенности химических свойств метанала, реакции конденсации. Особенности реакций присоединения к непредельным альдегидам и кетонам.

1. Напишите структурные формулы следующих альдегидов: а) изомасляный альдегид; б) изовалериановый альдегид; в) 3-метилпентаналь, г) 2,3-диметилбутаналь; д) 2-метил-пентен-3-аль; е) кротоновый альдегид.
2. Напишите структурные формулы следующих кетонов: а) метилэтилкетон; б) дибутилкетон; в) гексан-3-он; г) 2-гептен-4-он; д) пентан-2,4-дион; е) метилвинилкетон.
3. Назовите следующие соединения:

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} \end{array}$
1	2	3	4	5
$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$
6	7	8	9	10

4. Напишите структурные формулы альдегидов и кетонов общей формулы $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ и назовите их.
5. Напишите структурные формулы всех непредельных альдегидов, имеющих состав $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$, назовите их.
6. С соответствующих дигалогенопроизводных получите карбонильные соединения: а) пропаналь; б) 4,4-диметилпентаналь; в) 3-метилбутан-2-он.
7. Кальциевые соли каких карбоновых кислот надо подвергнуть сухой перегонке, чтобы получить следующие карбонильные соединения: а) метилизопропилкетон; б) валериановый альдегид.
8. При окислении каких спиртов (с тем же скелетом) получатся следующие карбонильные соединения: а) 3,3-диметилбутаналь; б) 3-метилбутан-2-он; в) этил-*трет*-бутилкетон.
9. Напишите реакции пропионового альдегида и метилэтилкетона со следующими веществами: а) синильная кислота; б) аммиак; в) метилмагниййодид; г) бром.
10. Напишите схему альдольной конденсации (если возможна) для следующих соединений: а) уксусный альдегид; б) масляный альдегид; в) ацетон.

11. Напишите схему альдольной и кротоновой конденсации для смеси: а) формальдегида с ацетоном; б) формальдегида с пропионовым альдегидом.
12. С помощью каких реакций можно отличить ацетон от пропаналь; бутаналь от бутанона.
13. При окислении кетона получена смесь уксусной, пропионовой, изомасляной и изовалериановой кислот. Какова структура кетона?
14. Какие из приведённых альдегидов вступают в реакцию Канниццаро
а) бензальдегид; б) уксусный альдегид; в) пропаналь; г) 2,2-диметилпропаналь; д) муравьиный альдегид. Напишите соответствующие уравнения реакций.
15. Заполните схемы:



ЗАНЯТИЕ 7. Карбоновые кислоты и их производные.

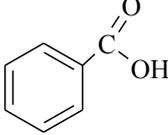
Предельные одноосновные кислоты. Изомерия и номенклатура. Природа карбоксильной группы. Лабораторные и промышленные методы получения кислот. Физические свойства. Химические свойства: образование солей, ангидридов, галогенангидридов, амидов, нитрилов, сложных эфиров. Механизм реакции этерификации. Индукционный эффект и сила кислот. Высшие жирные кислоты. Мыла.

Непредельные одноосновные кислоты. Акриловая и метакриловая кислоты, их эфиры. Кротоновая и олеиновая кислоты, их изомерия. Понятие о гидрогенизации жиров.

Дикарбоновые кислоты. Особенности физических и химических свойств кислот: щавелевой, малоновой, янтарной, адипиновой. Малоновый эфир, синтеза на его основе.

1. Напишите структурные формулы следующих кислот: а) масляная; б) изомасляная; в) 2,2-диметилпропановая; г) 2,3-диметилбутановая; д) изовалериановая; е) гександиовая.
2. Напишите структурные формулы следующих производных кислот: а) метиловый эфир капроновой кислоты; б) этилформиат; в) винилацетат; г) формид.

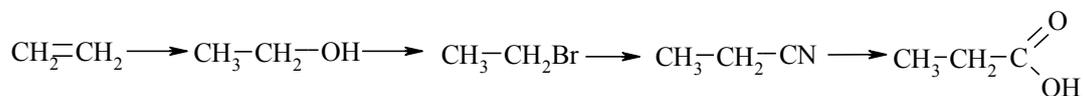
3. Назовите следующие соединения:

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2=\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \end{array}$	
1	2	3	4	5

4. Напишите структурные формулы следующих кислот: а) щавелевая кислота; б) метилмалоновая кислота; в) диэтилмалоновая кислота; г) глутаровая кислота; д) адипиновая кислота; е) 2,3-диметилянтарная кислота.

5. Из уксусной кислоты получите: а) этилацетат, б) хлористый ацетил, в) уксусный ангидрид, д) ацетамид, е) малоновую кислоту.

6. С помощью каких реагентов и в каких условиях можно осуществить следующую цепь превращений:



7. Какие кислоты можно получить действием двуокиси углерода на следующие магнийорганические соединения (с последующим гидролизом):

а) пропилмагнийбромид; б) изобутилмагнийхлорид; в) аллилмагнийхлорид.

8. Используя малоновый эфир в качестве исходного соединения, синтезируйте валериановую и кротоновую кислоты.

9. Расположите следующие кислоты в порядке увеличения их кислотности:

а) CH_3COOH , ClCH_2COOH , BrCH_2COOH , ICH_2COOH

б) CH_3COOH , CF_3COOH , HCOOH , ClCH_2COOH ,

10. Опишите действия брома в присутствии PBr_3 на следующие кислоты: а) пропионовую, б) изомасляную, в) изовалериановую.

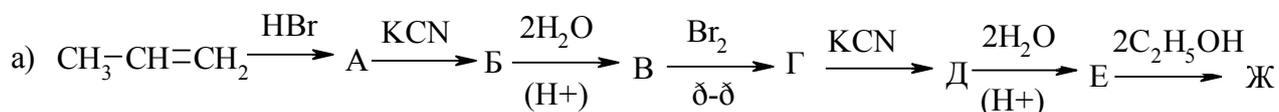
11. При помощи каких реакций можно различить соединения: а) HCOOH и CH_3COOH ; б) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ и $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{COOH}$; в) $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$?

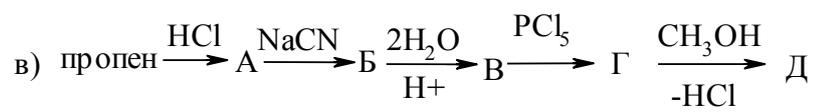
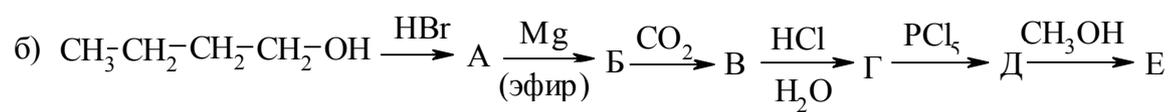
12. Напишите реакции, с помощью которых муравьиную кислоту удастся отличить от других кислот.

13. Сравните отношение к нагреванию щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой и адипиновой кислот. Назовите полученные соединения.

14. Назовите по правилам IUPAC акриловую кислоту. Как она используется в промышленности?

15. Заполните схемы:





Вариант модульной контрольной работы № 2

«Строение, номенклатура, способы получения и химические свойства галогенопроизводных углеводородов, спиртов и фенолов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот и их производных».

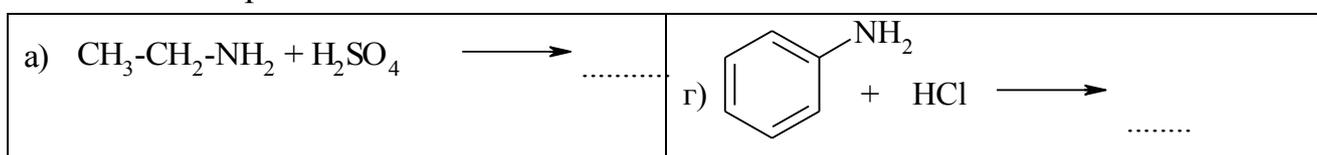
№	Вопросы
1.	Сколько третичных хлороалканов соответствует общей формуле $C_6H_{13}Cl$? 2, 3, 4, 5, 6. Приведите их структурные формулы, дайте названия.
2.	Какое магнийорганическое соединение нужно использовать, чтобы с помощью синтеза Гриньяра получить из ацетона 2-метил-2-пропанол: 1) CH_3CH_2MgCl ; 2) CH_3MgCl ; 3) $CH_3CH_2CH_2MgCl$; 4) $CH_3CH_2CH_2CH_2MgCl$. Приведите соответствующее уравнение реакции, укажите механизм.
3.	Какие из приведенных соединений вступают в реакцию альдольно-кратоновой конденсации: а) $CH_3-C(=O)-H$; б) $H-C(=O)-H$; в) $CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-C(=O)-H$ г) $C_6H_5-CH(CH_3)-C(=O)-H$ Приведите соответствующее уравнение реакции, назовите продукты.
4.	С помощью каких реагентов можно отличить муравьиную кислоту от уксусной: а) $NaOH$; б) CH_3OH, H^+ ; в) $Ag(NH_3)_2OH$; г) $SOCl_2$; д) NH_3 ; е) H_2SO_4 (конц.), t° ? Напишите уравнения соответствующих реакций.
5.	С какими из приведенных реагентов взаимодействует этилацетат (этиловый эфир уксусной кислоты): а) NH_3 ; б) $H_2O (H^+)$; в) $Ag(NH_3)_2OH$; г) $Br_2 (H_2O)$; д) $NaOH (H_2O)$. Напишите уравнения соответствующих реакций, назовите продукты.

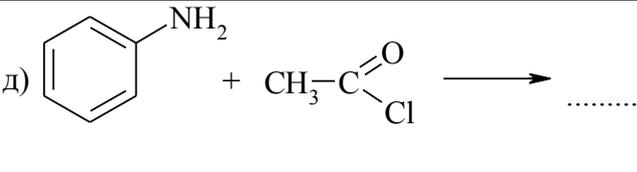
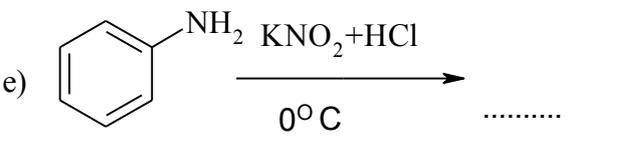
ЗАНЯТИЕ 8. Амины и диазосоединения.

Амины. Строение, изомерия, классификация. Первичные, вторичные, третичные амины алифатического и ароматического рядов. Методы получения и химические свойства. Сравнительная характеристика основности аминов алифатического и ароматического рядов. Реакции алкилирования, ацилирования, реакции с HNO_2 .

Диазо- и азосоединения. Реакция диазотирования и ее механизм. Реакции с выделением азота: замещение диазогруппы на водород, гидроксил, галоген, циан- и нитрогруппы. Реакции без выделения азота: реакция азосочетания.

1. Напишите структурные формулы следующих веществ: а) изопентиламин; б) диметилпентиламин; в) этилметилпропиламин; г) анилин; д) дифениламин; е) бензиламин; ж) фенилбензиламин.
2. Назовите следующие соединения:
а) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-NH}_2$ г) $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$
б) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-N}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{CH}_3$ д) $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}$
в) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{-NH}_2$ е) $\text{CH}_3\text{-NH-C}_6\text{H}_5$
3. Напишите все возможные структурные формулы аминов состава $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ и $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$. Укажите первичные и вторичные амины.
4. Написать и дать название всем ароматическим изомерным аминам с общей формулой $\text{C}_7\text{H}_{11}\text{N}$.
5. Ориентантом какого рода является NH_2 –группа в анилине в нейтральной среде, в кислой среде? Проведите нитрование анилина. Для чего используют метод «защиты» аминогруппы?
6. Получите пропиламин перегруппировкой Гофмана; фталимидным методом; алкилированием аммиака.
7. Напишите реакции, с помощью которых из этилена можно получить: а) этиламин; б) пропиламин; в) хлористый тетраэтиламмоний.
8. Получите триметиламин, используя в качестве исходных продуктов: а) метиловый спирт; б) формальдегид.
9. Как будут реагировать с азотистой кислотой следующие вещества:
а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$; б) $\text{N}(\text{CH}_3)_3$; в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_3$; г) $(\text{CH}_3)_2\text{CHNHCH}(\text{CH}_3)_2$.
10. Как взаимодействует каждый из реагентов с первичным, вторичным и третичным аминами: а) HCl , б) CH_3I , в) CH_3COCl . Напишите схемы реакций.
11. Напишите реакции:

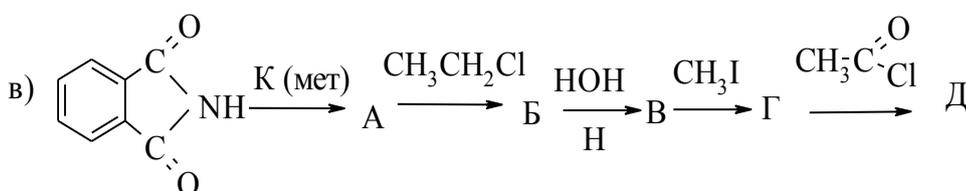
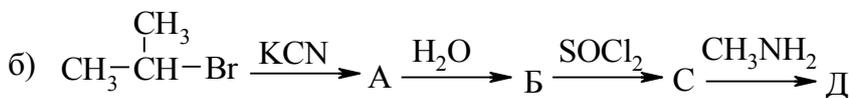
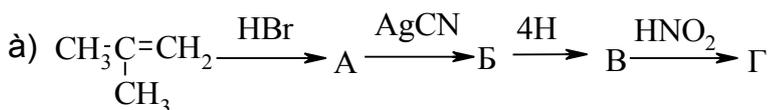


б) $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \dots\dots\dots$	д)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{-C(=O)Cl} \longrightarrow \dots\dots\dots$
в) $\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{-CH}_3 + \text{CH}_3\text{I} \longrightarrow \dots\dots\dots$	е)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \xrightarrow[0^\circ\text{C}]{\text{KNO}_2 + \text{HCl}} \dots\dots\dots$

12. Какую реакцию называют диазотированием? В каких условиях она проходит? Напишите реакцию диазотирования *n*-толуидина NaNO_2 в среде HCl . Продукт реакции введите во взаимодействие с фенолом (щелочная среда). Назовите продукт реакции.

13. Какую реакцию называют азосочетанием? Приведите схемы взаимодействия с хлористым фенилдиазонием: а) фенола; б) диметиланилина. Что такое «азо» и «дiazосоставляющая» красителя?

14. Напишите формулы промежуточных соединений и продуктов реакций в следующих схемах:



ЗАНЯТИЕ 9. Аминокислоты. Белки.

Номенклатура и классификация аминокислот. Получение: гидролизом белков и галогензамещенных кислот, из циангидринов, из альдегидов. Физические и химические свойства аминокислот. Понятие о биполярном ионе. Комплексы с металлами.

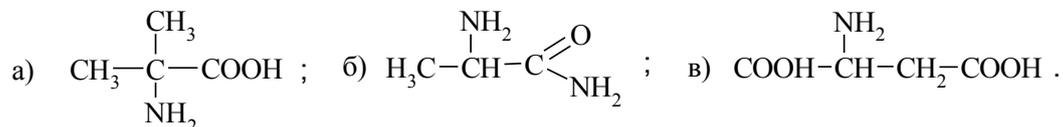
Полипептиды. Понятие о методах синтеза. Гидролиз. Общая характеристика. Качественные реакции на белок. Понятие о структуре белков.

1. Напишите структурные формулы следующих соединений (отметьте асимметрические углеродные атомы):

а) аминокислотная кислота (глицин);	д) α -аминомасляная кислота;
б) α -аминопропионовая кислота	е) 3-аминобутановая кислота;

(аланин);	
в) α -аминоизовалериановая кислота (валин);	ж) аланил-аланин;
г) α -аминоизокапроновая кислота (лейцин);	з) глицил-аланил-лейцин.

2. Назовите следующие соединения:



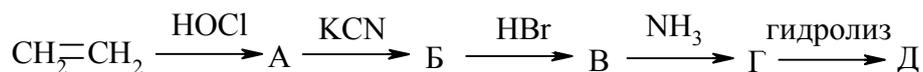
3. Действием аммиака на галогензамещенные кислоты получите следующие аминокислоты: а) аминокусусную; б) α -аминовалериановую; в) аланин.

4. При помощи каких реакций можно синтезировать лейцин из изовалериановой кислоты?

5. Какие соединения образуются при взаимодействии следующих веществ:

а) акриловая кислота и аммиак; б) кротоновая кислота и диэтиламин; в) молочная кислота и метиламин; г) масляная кислота и этиламин?

6. Осуществите цепочку превращений:



7. Напишите уравнения реакции α -аминопропионовой кислотой (аланина) со следующими веществами:

А) водный раствор едкого калия;

Г) уксусный ангидрид;

Б) соляная кислота;

Д) этанол (в присутствии HCl);

В) йодистый метил;

Е) азотистая кислота.

8. Какие соединения образуются при нагревании α -, β - и γ -аминомасляной и β -аминопропионовой кислот.

9. Из уксусной кислоты синтезируйте глицин и напишите его реакции с едким натрием, HCl, PCl₅, уксусным ангидридом, хлористым этилом, метанолом. Какие соединения образуются при нагревании глицина?

10. Какое соединение образуются при взаимодействии азотистой кислоты со следующими аминокислотами:

А) аланином;

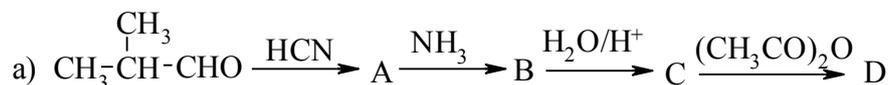
Г) β -аминомасляной кислотой;

Б) валином;

Д) α -амино- β -метилвалериановой кислотой (изолейцином).

В) лейцином;

11. Напишите структурные формулы промежуточных и конечных продуктов в следующей схеме:



12. Напишите схемы образования двух возможных дипептидов из молекулы лейцина (α -аминоизокапроновой кислоты) и молекулы глицина. Назовите дипептиды. Какие группы нужно защитить в лейцине и глицине, чтобы получить только один дипептид: Gly-Leu.
13. Напишите схемы образования двух возможных дипептидов из молекулы глицина и молекулы α -аланина. Назовите дипептиды. Как получить только один дипептид: Ala-Gly?

ЗАНЯТИЕ 10. Гидроксикислоты и углеводы.

Классификация, изомерия и номенклатура гидроксикислот. Способы получения, химические свойства. Оптическая активность, зависимость числа оптических изомеров от числа асимметрических атомов углерода в молекуле. Диастереоизомеры.

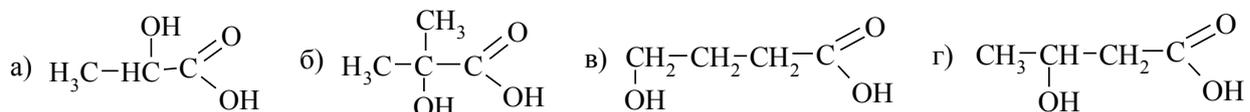
Моносахариды (монозы). Углеводы как особая группа оксиальдегидов и оксикетонов. Их значение в природе и промышленности. Классификация. Строение моноз: карбонильная и полуацетальная формы. Стереохимия. Явление мутаротации. Химические свойства: алкилирование и ацилирование, окисление, восстановление, оксинитрильный синтез, образование озазонов. Понятие о брожении моноз.

Дисахариды. Полисахариды. Классификация дисахаридов. Их строение; восстанавливающие и невосстанавливающие дисахара: мальтоза, целлобиоза, сахароза. Полисахариды: крахмал, гликоген, клетчатка. Распространение в природе. Реакции гидролиза. Эфиры целлюлозы.

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- А) α -гидроксимасляная кислота; Г) α -гидроксипропионовая кислота;
 Б) β -гидроксипропионовая кислота; Д) гидроксиянтарная кислота (яблочная);
 В) γ -гидроксиизовалериановая кислота; Е) α, α' -дигидроксиянтарная кислота (винная).

2. Назовите следующие соединения:



3. Проведите циангидридный синтез, исходя из следующих соединений:

- А) формальдегид; Б) пропионовый альдегид; В) ацетон.

4. Напишите реакции α -гидроксипропионовой кислоты с а) PCl_5 , б) HBr , в) CH_3OH (H^+), г) NH_3 , д) Na (мет).

5. Какие соединения образуются при нагревании следующих кислот

Вариант модульной контрольной работы № 3

«Строение, номенклатура, методы получения и химические свойства гидроксикислот, аминов, аминокислот и углеводов».

№	Вопросы
1.	<p>Какая из приведенных проекционных формул Фишера является формулой D-галактозы?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>а) $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>б) $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>в) $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>г) $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$</p> </div> </div> <p>Сколько стереоизомеров может существовать для альдогексозы открытой оксоформы: 2, 4, 8, 16?</p>
2.	<p>С помощью каких реагентов можно отличить сахарозу от лактозы? а) HCl; б) CH₃I; в) NaOH; г) (CH₃CO)₂O; д) [Ag(NH₃)₂]OH. Ответ поясните.</p>
3.	<p>С какими соединениями реагирует диметиламин? а) HCl; б) NaOH; в) NaNO₂ (в присутствии HCl); г) CH₃COCl; д) [Ag(NH₃)₂]OH. Напишите возможные уравнения реакций.</p>
4.	<p>Сколько дипептидов образуется при взаимодействии глицина и валина: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10. Как получить только один дипептид: Gly-Val? Какую группу надо защитить в молекуле глицина и какую - в молекуле валина? Приведите схемы соответствующих превращений.</p>
5.	<p>Осуществите превращения, дайте названия промежуточным и конечному продукту.</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{\text{HBr}} \text{A} \xrightarrow{\text{AgCN}} \text{B} \xrightarrow{4[\text{H}]} \text{C} \xrightarrow{\text{HNO}_2} \text{D}$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Загальний практикум з органічної хімії: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. III-IV рівнів акредитації / В. П. Черних, І. С. Гриценко, М. О. Лозинський [та ін.] – Харків: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. – 592 с.
2. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: Учебное пособие для вузов / Н. Н. Артемьева, В. Л. Белобородов, С. Е. Зурабян и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. – М: Дрофа, 2003. – 384 с.
3. Грандберг И. И. Органическая химия. Практические и лабораторные занятия / И. И. Грандберг – М.: Дрофа, 2001. – 352 с.
4. Органикум: в 2-х т. Т.1: Пер. с нем. – М.: Мир, 1992. – 487 с.
5. Черних В. П. Органічна хімія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Черних, Б. С. Зіменковський, І. С. Гриценко. – Харків: Вид-во НФаУ, 2008.- 752 с.
6. Ластухін Ю. О. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов– Львів: Центр Європи, 2006. – 864 с.
7. Грандберг И. И. Органическая химия / И. И. Грандберг – М.: Дрофа, 2002. – 672 с.
8. Терней А. Современная органическая химия / А. Терней – М.: Мир, 1981. – Т.І. 67 с.; Т.ІІ. 651 с.
9. Моррисон Р. Органическая химия / Р. Моррисон, Р. Бойд – М.: Мир, 1974. – 1132 с.
10. Глинская Л. Я. Введение в органическую химию: учебное пособие / Л. Я. Глинская – Одесса: Астропринт, 2006. – 200 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	1
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	3
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	5
<i>Лабораторная работа №1. Качественный элементный анализ органических соединений</i>	5
<i>Лабораторная работа №2. Получение метана, этилена, ацетилен и изучение их свойств</i>	7
<i>Лабораторная работа №3. Получение и изучение свойств бензола и его производных</i>	8
<i>Лабораторная работа №4. Получение бромистого этила</i>	10
<i>Лабораторная работа №5. Свойства спиртов и фенолов</i>	11
<i>Лабораторная работа №6. Получение и свойства альдегидов и кетонов</i>	13
<i>Лабораторная работа №7. Свойства карбоновых кислот</i>	16
<i>Лабораторная работа №8. Свойства аминов и diaзосоединений</i>	18
<i>Лабораторная работа №9. Свойства аминокислот и белков</i>	20
<i>Лабораторная работа №10. Свойства гидроксикислот и углеводов</i>	21
УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	25
ЗАНЯТИЕ 1. Теоретические представления в органической химии.	25
ЗАНЯТИЕ 2. Углеводороды: алканы, алкены, алкины.	26
ЗАНЯТИЕ 3. Углеводороды: алкадиены, арены.	28
ЗАНЯТИЕ 4. Галогенопроизводные углеводородов.	32
ЗАНЯТИЕ 5. Гидроксилсодержащие соединения. Спирты. Фенолы.	33
ЗАНЯТИЕ 6. Карбонильные соединения. Альдегиды. Кетоны.	34
ЗАНЯТИЕ 7. Карбоновые кислоты и их производные.	36
ЗАНЯТИЕ 8. Амины и diaзосоединения.....	40
ЗАНЯТИЕ 9. Аминокислоты. Белки.	41
ЗАНЯТИЕ 10. Гидроксикислоты и углеводы.....	43
ЛИТЕРАТУРА:	46

(Учебное издание)

Буренкова Екатерина Викторовна

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания к лабораторному практикуму
для студентов II курса (дневного и заочного отделения)
биологического факультета

направление подготовки 6.051401 – Биотехнология
образовательно-квалификационный уровень Бакалавр