

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УКРАИНЫ
ЗАПОРОЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

КАФЕДРА ОРГАНИЧЕСКОЙ И БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



ПРАКТИКУМ

для самостоятельной подготовки к практическим занятиям
по органической химии студентов специальности 7.12.020101 «фармация»
и 7.12.020104 «технология парфюмерно-косметических средств»

Модуль 1

Основы строения органических соединений. Углеводороды и их функциональные производные. Альдегиды и кетоны. Карбоновые кислоты, функциональные производные карбоновых кислот, гетерофункциональные карбоновые кислоты. Производные угольной кислоты и гетерофункциональные производные ароматического ряда.

Студента(ки) ____ группы 2 курса фармацевтического факультета

Ф.И.О.

Запорожье
2013

Практикум по органической химии студентов специальности 7.12.020101 «фармация» и «технология парфюмерно-косметических средств» 7.12.020104 «Модуль 1 Основы строения органических соединений. Углеводороды и их функциональные производные. Альдегиды и кетони. Карбоновые кислоты, функциональные производные карбоновых кислот, гетерофункциональные карбоновые кислоты. Производные угольной кислоты и гетерофункциональные производные ароматического ряда» рассмотрен Центральной методической комиссией физико-химических дисциплин Запорожского государственного медицинского университета (протокол №___ от _____20__г.) и рекомендован в качестве официального материала.

Авторы:

Коваленко С.И. – д.фарм.н., профессор
Приيمنко Б.А. - д.фарм.н., профессор
Гнатов Н.И. – к.фарм.н., доцент
Кандыбей К.И. – к.фарм.н., доцент
Воскобойник А.Ю. – к.фарм.н., старший преподаватель
Антипенко Л.Н. – к.фарм.н., старший преподаватель
Казунин М.С. – ассистент

Под редакцией профессора Коваленко С.И.

**ПЛАН
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ МОДУЛЯ 1**

№ п/п	Тема практического занятия	Часы
1	Классификация, номенклатура и структурная изомерия органических соединений	4
2	Пространственное строение органических молекул. Стереохимическая номенклатура	4
3	Химическая связь и взаимное влияние атомов в органических молекулах	4
4	Кислотные и основные свойства органических соединений	4
5	Практические навыки и решение ситуативных задач по теме «Теоретические основы строения органических соединений»	4
6	Реакционная способность алканов и циклоалканов. Реакции радикального замещения (S_R) Малый практикум	4
7	Реакции электрофильного присоединения (A_E) в ненасыщенных ациклических углеводородах. Малый практикум	4
8	Реакции электрофильного замещения (S_E) в аренах, синтез сульфаниловой кислоты	4
9	Взаимосвязь строения и реакционной способности углеводородов	4
10	Галогенопроизводные углеводородов. Конкурентные реакции нуклеофильного замещения (S_N) и элиминирования (E). Малый практикум.	4
11	Реакционная способность спиртов, фенолов, простых эфиров и их тиоаналогов. Малый практикум	4
12	Оксопроизводные. Реакции нуклеофильного присоединения (A_N). Малый практикум	4
13	Практические навыки и решение ситуативных задач по теме «Галогено-, гидрокси-, тио- и оксопроизводные углеводородов». Контроль содержательного модуля № 1	4
14	Карбоновые кислоты и их функциональные производные. Реакции нуклеофильного замещения (S_N). Малый практикум.	4
15	Гетерофункциональные кислоты (галогено-, гидрокси-, амино- и оксокислоты). Малый практикум.	4
16	Практические навыки и решение ситуативных задач по теме «Карбоновые и Гетерофункциональные карбоновые кислоты».	4
17	Амины. Диазосоединения. Малый практикум.	4
18	Производные угольной кислоты. Сульфокислоты.	4
19	Гетерофункциональные производные ароматического ряда. Контроль содержательного модуля № 1	4
20	Итоговый контроль усвоения модуля №1	4
ИТОГО		80

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ, РАБОТАЮЩИХ В ЛАБОРАТОРИЯХ КАФЕДРЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ И БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. Каждый студент должен работать на закрепленном за ним рабочем месте.
2. Рабочее место должно содержаться в чистоте и порядке.
3. При работе необходимо надевать халат.
4. В лаборатории необходимо соблюдать тишину и порядок. Не следует допускать торопливости – она приводит к неудачам в работе, а иногда и к несчастным случаям.
5. Посторонним лицам запрещается находиться в лаборатории. Не разрешается отвлекать друг друга посторонними разговорами.
6. Нельзя работать в лаборатории одному, а также в отсутствие лаборанта или преподавателя.
7. В лаборатории запрещается принимать пищу.
8. Курение строго запрещено.
9. Не разрешается бросать в водопроводные раковины бумагу, фильтры, осадки с фильтров. Пахнущие и горючие жидкости следует сливать в специальные емкости.
10. В случае обнаружения неисправностей электропроводки или водопроводной сети необходимо немедленно сообщить об этом лаборанту или преподавателю.
11. Следует бережно обращаться с лабораторной посудой и реактивами.
12. Категорически запрещается выполнять в лаборатории экспериментальные работы, не связанные с выполнением учебного практикума.
13. При нагревании в пробирках жидких или твердых веществ нельзя направлять отверстие пробирки или открытую часть прибора на себя или на соседей – при выбросе нагретого вещества может произойти несчастный случай.
14. Особое внимание уделяйте защите глаз. При работе с концентрированными кислотами надевайте защитные очки.
15. По окончании работы следует оставить рабочее место в чистоте и порядке.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОЖОГАХ, ОТРАВЛЕНИЯХ И ДРУГИХ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

1. Перевязочные средства и медикаменты находятся в лаборантской комнате.
2. При термических ожогах необходимо сделать примочки этиловым спиртом или раствором перманганата калия, смазать место ожога специальной мазью, стараясь не повредить обожженную кожу.

3. При ожогах кислотами немедленно обмыть обожженное место большим количеством воды из под крана, а затем 3%-ным раствором NaHCO_3 .
4. При ожогах щелочами промыть обожженное место большим количеством воды, затем 1%-ным раствором уксусной кислоты. Глаза следует промыть водой, затем насыщенным раствором борной кислоты, после чего ввести в глаза каплю касторового масла. Затем следует обратиться к врачу.
5. При порезах стеклом обязательно удалить осколки стекла из раны, смазать пораненное место йодом.

ТУШЕНИЕ МЕСТНЫХ ЗАГОРАНИЙ

1. При возникновении пожара немедленно выключить электронагревательные приборы. Убрать подальше от огня склянки с горючими жидкостями. Быстро засыпать очаг пожара песком, который находится в специальном ящике.
2. Используйте асбестовые одеяла, которые имеются у лаборанта, для ликвидации очагов пожара.
3. Нельзя заливать водой загоревшийся эфир, бензол, смеси, содержащие металлический натрий – во всех случаях используйте песок.
4. Большие очаги пожара ликвидируйте с помощью огнетушителей. В случае обширного загорания следует известить пожарную охрану по телефону – 01.
5. В случае загорания одежды не следует бегать по комнате, надо немедленно набросить на себя асбестовое одеяло или какую-то верхнюю одежду, чтобы прекратить доступ воздуха к загоревшейся одежде. Можно потушить пламя, отбежав от очага и перекатываясь по полу.

_____ с правилами ТБ ознакомлен (-на) _____
Ф.И.О. Подпись

ЗАНЯТИЕ 1

ТЕМА: КЛАССИФИКАЦИЯ, НОМЕНКЛАТУРА И СТРУКТУРНАЯ ИЗОМЕРИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Широкое использование современных физико-химических методов, разработка новых методик синтеза, изменение самой стратегии сложного органического синтеза коренным образом изменили лицо органической химии. Указанные факты требуют быстрого освоения огромного потока новой информации и теоретического осмысления всего фактического материала. В связи с этим, формирование знаний основных классификационных признаков, номенклатурных правил имеет первостепенное и основополагающее значение для успешного изучения химических свойств органических соединений.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания основных принципов классификации, химической, номенклатуры и умение использовать их в решении номенклатурных задач, функциональном анализе лекарственных веществ.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

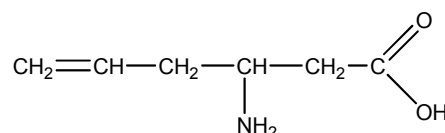
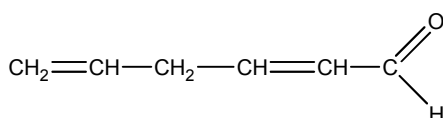
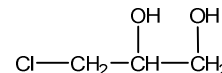
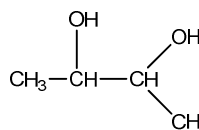
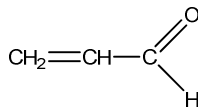
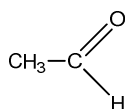
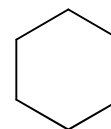
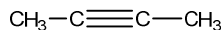
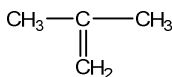
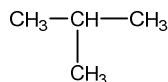
1. Теория типов Ш. Жерара.
2. Структурная теория А.М. Бутлерова
3. Строение метана, этилена, ацетилена.
4. Номенклатура органических соединений

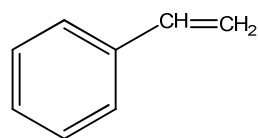
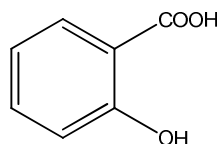
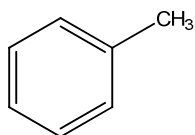
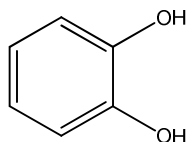
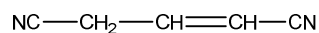
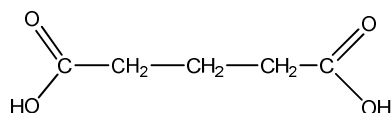
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 1

Дата _____

Используя правила заместительной номенклатуры, назовите и впишите названия приведенных формул органических веществ.





ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

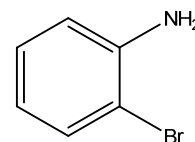
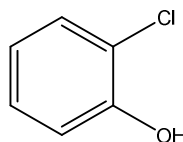
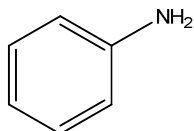
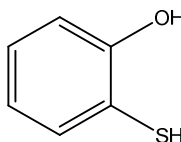
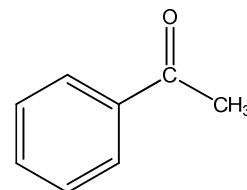
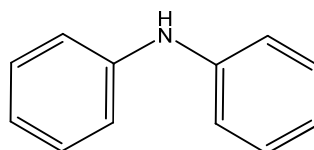
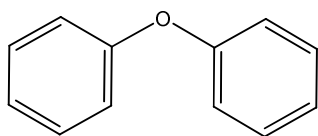
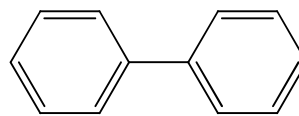
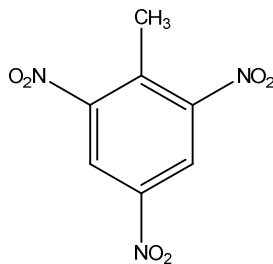
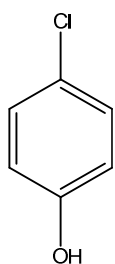
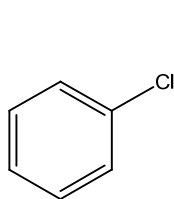
1. Напишите структурные формулы для каждого из перечисленных ниже соединений, используя четырехвалентный углерод, двухвалентный кислород и одновалентный водород:

а) три изомерных соединения общей формулы $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$;

б) соединение с формулой C_5H_{12} , в котором все атомы водорода находятся в химически идентичных положениях;

в) 2-бromo-1,1,1-трифторо-2-хлорэтан, пропантриол- 1,2,3, пропанон-2, этандиаль.

2. Назовите по заместительной номенклатуре IUPAC следующие соединения:



ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. В.П. Черных, Б.С. Зименковский, И.С. Гриценко: Органическая химия учебник для фарм. вузов и факультетов. В 3 кн., Харьков, "Основа", 1993г., Т 1 с. 14-25.
2. В.П. Черных, В.И. Гридасов, И.С. Гриценко Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии, Харьков, Вища школа 1989г., с 13-17.
3. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ 2

ТЕМА: ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ. СТЕРЕОХИМИЧЕСКАЯ НОМЕНКЛАТУРА.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Конформационные и стереохимические концепции в целом способствовали успехам в установлении строения молекул органических соединений, познании механизмов реакций и разработке новых методов синтеза. Пространственное строение молекул органично связано с проявляемой ими биологической активностью. Изучение стереохимии органических соединений обогащает биохимию, фармакологию, фармацевтическую химию и создает теоретическую основу для их развития на молекулярном уровне.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания основных положений статической стереохимии органических соединений как основу для прогнозирования стереохимического результата химических реакций и понимания механизма биологического действия.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

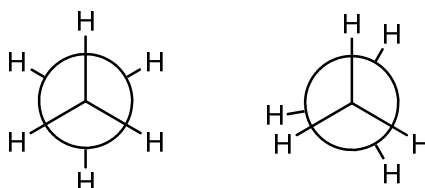
1. Конформации алканов.
2. Конформации карбоциклических и гетероциклических соединений алканов.
3. Цис-, транс- изомерия (диастереомерия) алкенов и циклоалканов.
4. Хиральность и ахиральность молекул.
5. Энантиомерия.
6. Диастереомерия
7. Оптическая изомерия

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 2

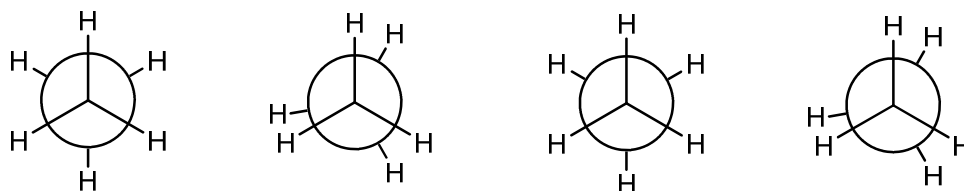
Дата _____

Назовите приведенные конформации этана и объясните какая из них является энергетически более выгодной и почему?



В нижеприведенных проекциях Ньюмена расставьте необходимое количество метильных групп (CH_3) вместо атомов водорода (H) таким

образом, чтобы получились четыре возможные конформации бутана. Назовите данные конформации.



Рассмотрите приведенные конформации циклогексана и назовите их.



Какая из приведенных конформаций для метилциклогексана является наиболее выгодной и почему?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.

1. Покажите с помощью проекционных формул Ньюмена, какое конформационное положение относительно друг друга занимают атомы С-2 и С-5 в зигзагообразной и клешневидной конформациях гексана. Какая конформация цепи будет предпочтительнее?
2. Напишите формулы Е- и Z-формы 1-хлоро-1-фторо-2-метилбутена-1. К какому виду стереоизомеров относятся эти соединения?

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

1. Степаненко Б.Н. Курс органической химии, М., Высшая школа, 1981, ч. I, с. 105, 238-241, 283-289, 292-294.
2. Тюкавкина Н. А. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, М.: Медицина, 1985.
3. В.П. Черных, Б.С. Зименковский, И.С. Гриценко: Органическая химия учебник для фарм. вузов и факультетов. В 3 кн., Харьков, "Основа", 1993г., Т 1 с. 48-60.
4. В.П. Черных, В.И. Гридасов, И.С. Гриценко. Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии, Харьков, Вища школа 1989г., с. 36-38.
5. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ 3

ТЕМА: ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ АТОМОВ В ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛАХ.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Электронное строение атомных орбиталей и их гибридизация, ковалентная связь, сопряжение, электронные эффекты как основной способ передачи взаимного влияния относятся к фундаментальным понятиям и являются основой системных знаний о реакционной способности различных классов органических соединений, дают возможность качественно проводить сравнение термодинамической устойчивости соединений, интерпретировать механизмы реакций.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания о строении химических связей, об электронных эффектах заместителей в молекулах органических соединений и умение устанавливать диалектическое единство особенностей строения веществ и их химической характеристики.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

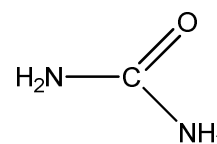
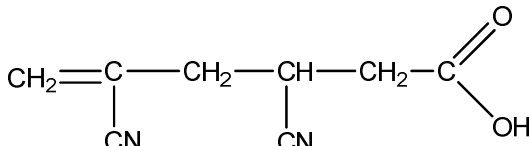
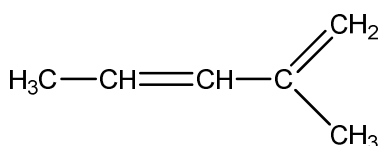
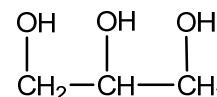
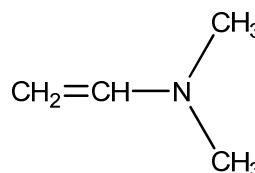
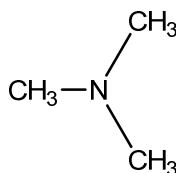
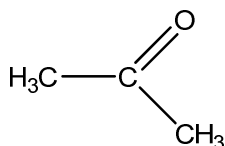
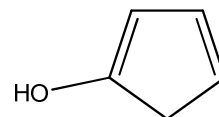
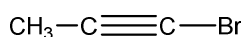
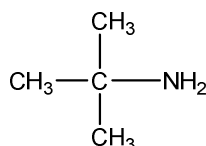
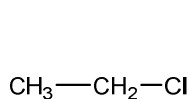
1. Понятие гибридизации. Электроотрицательность.
2. Сопряжение и сопряженные системы.
3. Мезомерный и индуктивный электронные эффекты.

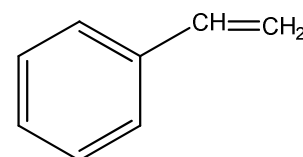
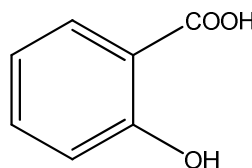
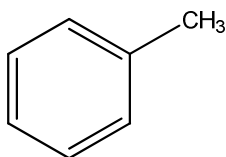
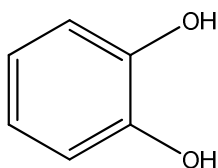
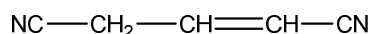
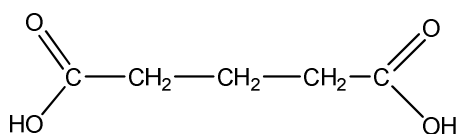
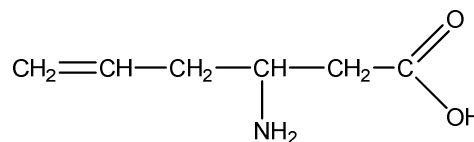
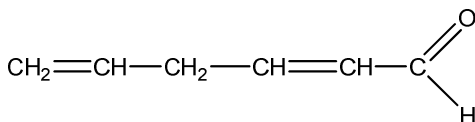
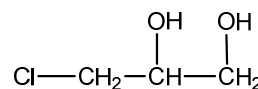
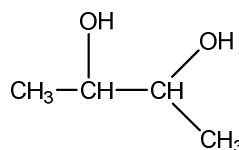
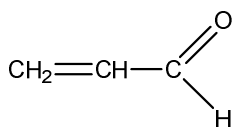
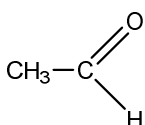
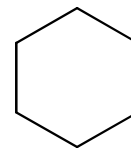
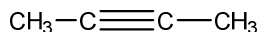
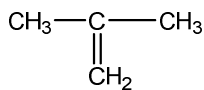
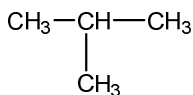
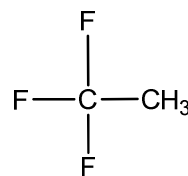
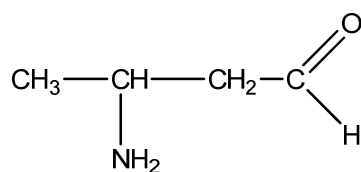
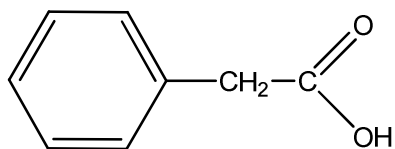
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 3

Дата _____

Обозначьте графически электронные эффекты заместителей (индуктивный $\pm I$ и мезомерный $\pm M$) в нижеприведенных формулах:





ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.

1. Сравните распределение электронной плотности в молекуле гептадиен-2,4-овой кислоты и бутадиена-1,3.
2. Охарактеризуйте взаимное влияние альдегидной группы и бензольного кольца в молекуле бензальдегида.
3. Укажите вид и знак электронных эффектов заместителей в молекулах: толуола, фенола, сульфобензола.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

1. Степаненко Б.Н, Курс органической химии, М: Высшая школа 1981, ч. I.
2. Тюкавкина Н.А. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, М.: Медицина, 1985.
3. В.П. Черных, Б.С. Зименковский, И.С. Гриценко: Органическая химия учебник для фарм. вузов и факультетов. В 3 кн., Харьков, "Основа", 1993г., Т 1 с. 48-60.
4. В.П. Черных, В.И. Гридасов, И.С. Гриценко Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии, Харьков, Вища школа 1989г., с. 25-30.
5. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ 4

ТЕМА: КИСЛОТНЫЕ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ Кислотность и основность органических соединений относятся к числу фундаментальных понятий, необходимых для изучения большинства разделов курса и специальных дисциплин. Знание этих свойств используется для правильного прогнозирования механизмов реакций, понимания сущности кислотного и основного катализа, оценки совместимости лекарственных препаратов и т.д.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания о кислотности и основности органических соединений как важных понятиях, обуславливающих их физико-химические и биологические свойства.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

1. Кислоты Бренстеда.
2. Основания Бренстеда.
3. Теория кислот и оснований Льюиса.
4. Жесткие и мягкие кислоты и основания.
5. Водородная связь.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 4

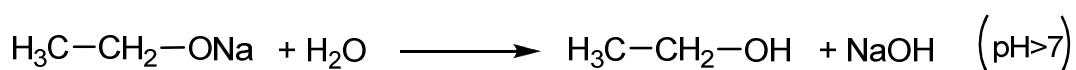
Дата _____

Опыт № 1

Получение этилата натрия и его гидролиз.

В сухую пробирку поместите 3 капли абсолютного этанола и внесите кусочек металлического натрия (размером со спичечную головку), предварительно отжатый от керосина на фильтровальной бумаге. Соберите выделяющийся водород, прикрыв пробирку пробкой. Затем уберите пробку и поднесите пробирку отверстием к пламени горелки. Смесь водорода с воздухом сгорает с характерным "лающим" звуком. Белый осадок этилата натрия растворите в 2–4 каплях этанола и добавьте 1 каплю 1% спиртового раствора фенолфталеина. После этого внесите в пробирку 1–2 капли воды. Объясните появление малиновой окраски.

Химизм:



Наблюдения:

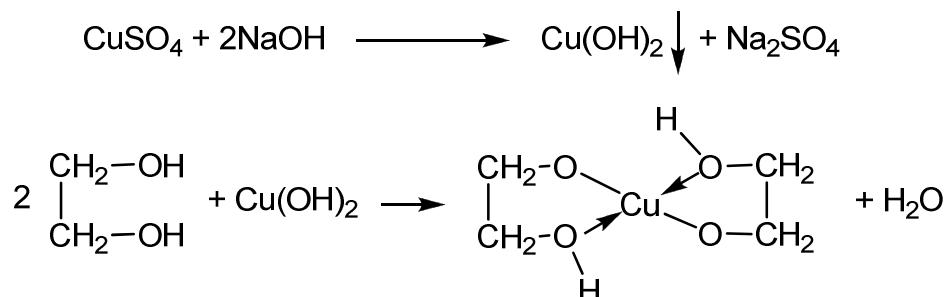
Выводы:

Опыт № 2

Получение этиленгликолята меди (II).

В пробирку внесите 2 капли 2% раствора сульфата меди (II) CuSO_4 и 2 капли 10% раствора гидроксида натрия NaOH . Образуется голубой хлопьевидный осадок гидроксида меди (II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Добавьте к нему 1 каплю этиленгликоля и встряхните пробирку. При взаимодействии гидроксида меди (II) с этиленгликолем образуется гликолят меди, раствор которого имеет синюю окраску. Эта реакция используется для обнаружения органических соединений, содержащих диольный фрагмент (две гидроксильные группы у соседних атомов углерода).

Химизм:



Наблюдения:

Выводы:

Опыт № 3

Изучение основности аминов:

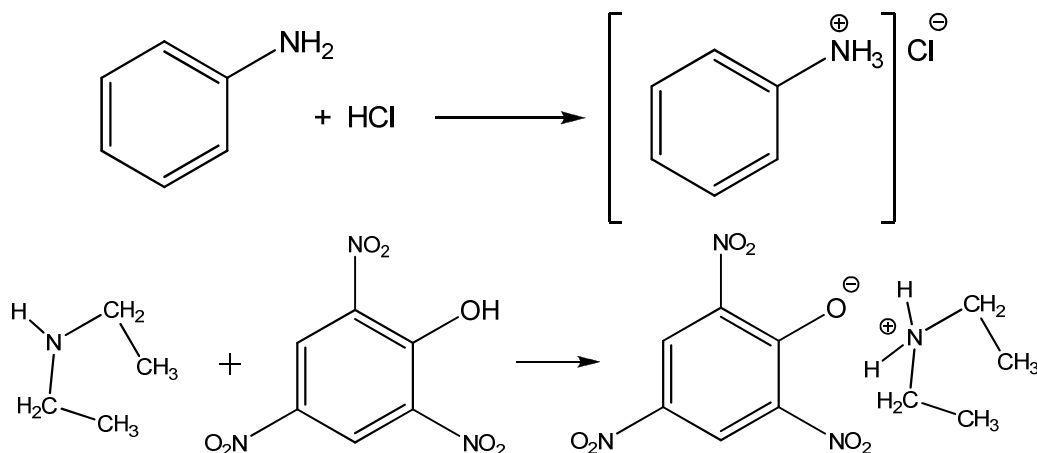
Основность алифатических и ароматических аминов.

1. В две пробирки внесите по 2 капли воды. Затем в первую пробирку

поместите 1 каплю анилина $C_6H_5NH_2$, а во вторую – 1 каплю диэтиламина $(C_2H_5)_2NH$ и взболтайте. Сравните растворимость этих аминов в воде. По 1 капле содержимого каждой пробирки нанесите на полоску универсальной индикаторной бумаги. Определите pH растворов анилина и диэтиламина.

2. К эмульсии анилина в воде добавьте 1 каплю 10% раствора хлороводородной кислоты. Образуется прозрачный раствор. К раствору диэтиламина прибавьте 3 капли насыщенного водного раствора пикриновой кислоты и перемешайте. Пробирку поместите в стакан с холодной водой. Через некоторое время образуется осадок пикрата диэтиламина.

Химизм:



Наблюдения:

Выводы:

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.

1. Сравните кислотность этанола и 2,2,2-трибромэтана (нарколана).
2. Сравните основность следующих соединений: этанол и диэтиловый эфир.
3. Сравните кислотные свойства: этана, этилена, ацетилена.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

2. В.П. Черных, Б.С. Зименковский, И.С. Гриценко: Органическая химия учебник для фарм. вузов и факультетов. В 3 кн., Харьков, "Основа", 1993г., Т 1 с. 98-105.
4. В.П. Черных, В.И. Гридасов, И.С. Гриценко Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии, Харьков, Вища школа 1989г., с. 47-52
5. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ 5

ТЕМА: ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ И РЕШЕНИЕ СИТУАТИВНЫХ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ».

ЦЕЛЬ: Закрепить и творчески развить знания и умения, которые относятся к строению органических соединений, способам изображения органических молекул, классификации по строению углеродной цепи и по природе функциональной группы, номенклатурных систем: тривиальной, рациональной и международной (IUPAC). Рассмотреть основные типы химической связи в органических соединениях: ионная, ковалентная, координационная семиполярная, водородная; электронное строение двойных и тройных связей; индуктивный и мезомерные эффекты. Проводить классификацию органических реакций и реагентов. Понятие про органические кислоты и основания.

СВОДНЫЕ ВОПРОСЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ "ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ"

1. Дайте определения термина "гибридизация АО". Опишите электронное строение и пространственное строение атома углерода в состоянии sp^3 , sp^2 , sp -гибридизации. Дайте определение σ - и π -связи. Приведите схему σ -связей в этане и пропане, схему σ - и π -связей в этане, пропане, этине, пропине. Укажите длину и энергию связи C-C, C=C, C \equiv C.

2. Дайте определение следующих понятий: сопряжение, энергия сопряжения электроотрицательность атома. Опишите явление сопряжения на примере бутадиена-1,3. Определите тип сопряжения и молекулах гексатриена-1,3,5; диметилвиниламина и нафтиламина. Сравните термодинамическую устойчивость соединений в каждой паре; пентадиен-1,3 и пентадиен-1,4; анилин и бензиламин. Сравните полярность связи C-H в этане, этилене и ацетилене.

3. Дайте определение понятий: индуктивный эффект, мезомерный эффект. Что такое положительный и отрицательный М-эффекты, электронодонорные и электроноакцепторные заместители? Определите вид и знак электронных эффектов заместителей в следующих соединениях: толуол, этиламин, бензонитрил, пропановая кислота, фенол, пропанол-1, этановая кислота, пропаналь, пропеналь, этилхлорид, винилхлорид, п-гидроксибензойная кислота, п-аминобензолсульфокислота, этансульфокислота, бензолсульфокислота, 1-нитропропан, нитробензол, бензилхлорид.

4. Дайте определение понятиям: хиральность, энантиомеры, диастереомеры. Сформулируйте правила преобразования проекционных формул Фишера. Напишите проекционные формулы стереоизомеров следующих соединений: 3-бromo-2-гидроксибутандиовая кислота, 2-

гидроксипропановая кислота, 2-бromo-3-хлоробутан 4-амино-3-меркаптобутаналь, 3-амино-3-меркапто-3-метилбутановая кислота, 2-гидроксипропановая кислота, 2,3-дигидроксипентандиовая кислота, 2-амино-3-меркаптопропановая кислота, глицериновый альдегид, 2-амино-4-метилтиобутановая кислота, 2-меркаптопропановая кислота, пентанол-2, 2-бromo-3-хлоробутан, бутанамин-2, 2-бромобутанол-1.

5. Назовите энантиомеры по номенклатуре, напишите строение диастереомеров бутена-2, бутендиовой кислоты.

6. Дайте определение понятий: конформация, конфигурация. Изобразите в виде проекций Ньюмена конформации этанола, 2-бромозтанола-1, этана, 1-хлоропропана, 1,2-дихлорозтана, 2-аминоэтанола-1; этантиола, бутана, пентана, 2-меркаптоэтанола-1. Назовите конформации и приведите их энергетическую кривую изобразите дихлорометан, хлороформ стереохимическими формулами.

7. Дайте определение понятий: кислота и основание Бренстеда. Приведите классификации кислот и оснований в зависимости от природы центра кислотности и основности. Сравните кислотность в водном растворе следующих кислот Бренстеда: этантиол и 2-метил-пропантиол-1; этанол и 2-метилпропанол-1; фенол и п-нитрофенол, п-метилфенол; пропанол-1 и пропантиол-1; метантиол и 3-метил-бутантиол-1; метанол и 2,2-диметилпропанол-1; фенол, п-хлорфенол и п-метоксифенол; этанол и этиламин.

8. Сравните основность в водном растворе следующих оснований Бренстеда: диметиламин и триметиламин; этанол и диэтиловый эфир; анилин и дифениламин; диэтиловый эфир и диэтилсульфид; п-нитроанилин и анилин, п-метоксианилин; этанол и этиламин; пропанол-1 и пропантиол-1, анилин и аммиак.

9. Объясните сущность теории строения органических соединений А.Бутлерова.

ЗАНЯТИЕ 6

ТЕМА: РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ АЛКАНОВ И ЦИКЛОАЛКАНОВ.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Ациклические и циклические предельные углеводороды широко распространены в природе: входят в состав природного газа, нефти, твердых горючих ископаемых. Они лежат в основе всех классов биологически активных веществ, находят широкое применение в органическом синтезе и медицине.

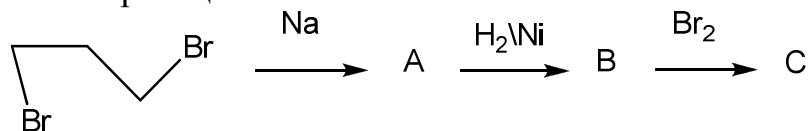
ЦЕЛЬ: Сформировать умения прогнозировать реакционную способность алканов и циклоалканов во взаимосвязи с их строением.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

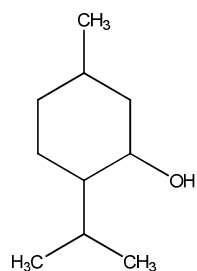
1. Способы получения алканов и циклоалканов.
2. Химические свойства.
3. Механизм радикального замещения.
4. Химические свойства циклоалканов. Теория напряжения Байера.
5. Конформации циклоалканов.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.

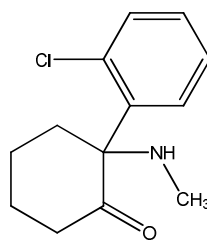
1. Напишите реакции взаимодействия циклобутана с хлором, водородом, хлороводородной кислотой. Чем объясняется склонность циклобутана к реакциям присоединения, характерным для алкенов?
2. Изобразите структурные формулы цис- и транс-изомеров 1-метил-2-этилциклопропана. Будет ли это соединение обладать оптической активностью?
3. Заполните схему следующих превращений. Назовите продукты и объясните механизм реакции:



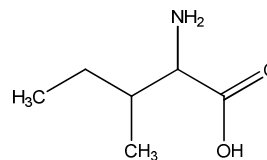
4. Изобразите возможные конформации цис- и транс-изомеров 1,2-диметилциклогексана и сравните их относительную устойчивость.
5. Проведите структурный анализ соединений:



ментол



кетамин



изолейцин

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Органическая химия (Черных В.П., Земенковский Б.С., И.С. Гриценко. Кн.
2. Углеводороды и их функциональные производные.: Учебник для студентов фарм. вузов и фак. - Х.: Основа, 1995 г., С. 12-26, 70-86.
2. Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии (Черных В.П., Гридасов В.И., Гриценко И.С.; Под редакцией В.П. Черных. - Х.: Выща шк., Изд-во при ХГУ, 1989 г., С. 96-107.
3. Степаненко Б.Н. Курс органической химии, М.: Высшая школа, 1981 г., ч.1, С. 99-115; ч.П, С.5-16.
4. Рево А.Я, Зеленкова В.В. Малый практикум по органической химии, М.: Высшая школа, 1980 г.
5. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ 7

ТЕМА: РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ В НЕНАСЫЩЕННЫХ АЦИКЛИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДАХ. МАЛЫЙ ПРАКТИКУМ.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Ненасыщенные ациклические углеводороды характеризуются высокой реакционной способностью и часто используются в качестве исходных продуктов для получения веществ, применяемых в технике, медицине, фармации. Алкены и алкадиены являются мономерами, занимающими видное место в химии высокомолекулярных соединений, широко применяемых как основа для различных лекарственных форм, упаковочный материал, предметы санитарии и гигиены, хирургический материал и т.д.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания о химическом поведении непредельных алифатических углеводородов во взаимосвязи с электронным строением атома углерода и его химических связей.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

1. Номенклатура ненасыщенных ациклических углеводородов.
2. Способы получения ненасыщенных углеводородов.
3. Химические свойства алкенов.
 - а. Реакция электрофильного присоединения.
 - б. Реакция гидрирования
 - в. Реакции окисления
 - г. Реакции полимеризации
4. Химические свойства алкинов

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.

1. Экономичным способом получения этилового спирта в промышленности является гидратация этилена, получающегося при крекинге нефти. Реакция протекает в присутствии серной или фосфорной кислоты. Напишите реакцию взаимодействия этилена с водой, опишите механизм, объясните роль кислотного катализатора.
2. Проведите реакцию гидратации ацетиленов (реакция Кучерова). Какой продукт образуется в результате реакции? В чем заключается своеобразие данной реакции?
3. Оксид этилена (эпоксид) используется для стерилизации медицинских изделий из полимерных материалов, теряющих свои свойства после термической обработки. Напишите уравнение реакции эпоксидирования этилена: а) перексоуксусной кислотой; б) кислородом в присутствии серебра. Какой продукт получается в результате гидролиза полученного эпоксидов?

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Органическая химия (Черных В.П. Земенковский Б.С., И.С. Гриценко. Кн.
2. Углеводороды и их функциональные производные.: Учебник для студентов фарм. вузов и фак. - Х.: Основа, 1996 г., С. 28-69.
2. Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии (Черных В.П., Грйдасов В.И., Гриценко И.С.; Под редакцией В.П. Черных. - Х.: Вища шк., Изд-во при ХГУ, 1989 г., С. 108-115.
3. Степаненко Б.Н. Курс органической химии.- М.: Высшая школа, 1981 г., ч. I, С. 116-143.
4. Рево А.Я, Зеленкова В.В. Малый практикум по органической химии. -М.: Высшая школа, 1980 г.
5. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ 8

ТЕМА: РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ В АРЕНАХ, СИНТЕЗ СУЛЬФАНИЛОВОЙ КИСЛОТЫ.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Арены и их функциональнозамещенные производные широко используются в промышленном органическом синтезе (получение красителей, полимерных материалов, взрывчатых веществ и т.д.). На их основе разработано производство ряда важнейших фармацевтических препаратов. Знание электронной структуры бензола, свойств характеристических групп, их химического потенциала необходимы для глубокого и успешного изучения соответствующих разделов фармацевтической химии, фармакологии и приобретения профессиональных навыков.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания особенностей строения ароматических соединений, умение прогнозировать химическое поведение аренов в соответствии со структурой молекулы и электронными эффектами заместителей.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

Вопросы для самостоятельной подготовки студентов

1. Номенклатура аренов.
2. Способы получения аренов.
3. Понятие ароматичности.
4. Механизм реакции электрофильного замещения (S_E).
5. Ориентирующее действие заместителей в реакциях (S_E).
6. Реакция окисления аренов.
7. Реакция восстановления аренов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 8

Дата _____

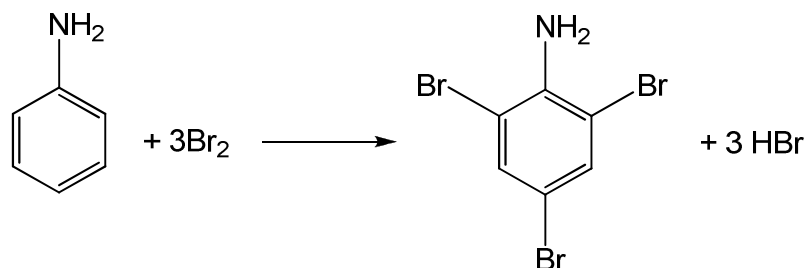
Опыт № 1

Образование триброманилина.

В пробирку поместите одну каплю анилина и 5–6 капель воды, хорошо взболтайте и к эмульсии прибавьте несколько капель бромной воды до появления белого осадка 2,4,6-триброманилина. Реакция бромирования анилина протекает количественно и используется в фармацевтическом

анализе для открытия анилина и ряда его производных.

Химизм:



Наблюдения:

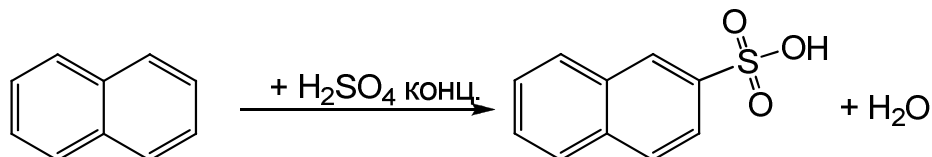
Выводы:

Опыт № 2

Сульфирование нафталина.

В сухую пробирку поместите 1 лопаточку нафталина. Нагрейте пробирку до расплавления нафталина. Затем дайте ей остыть и добавьте к затвердевшему нафталину 10 капель концентрированной серной кислоты (*добавление проводить в вытяжном шкафу!*). Осторожно нагрейте пробирку над пламенем горелки, постоянно встряхивая до достижения полной однородности смеси. Затем дайте смеси остыть, добавьте к ней 10 капель воды и снова слегка нагрейте. При последующем охлаждении выделяются кристаллы β-нафталинсульфоокислоты (β-сульфонафталина)

Химизм:

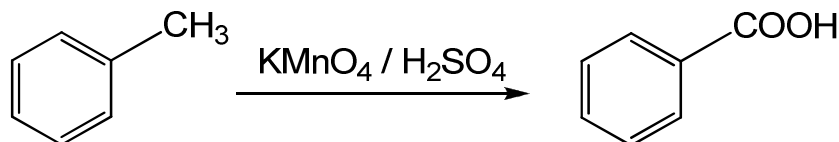


Наблюдения:

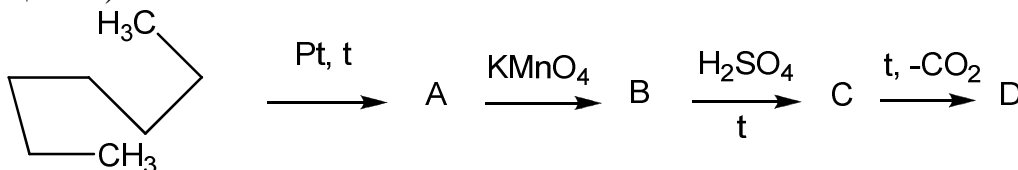
Выводы:

Опыт № 3**Окисление боковых цепей гомологов бензола.**

В пробирку поместите 5 капель воды, 3 капли 2% раствора перманганата калия KMnO_4 и 1 каплю 10% раствора серной кислоты. Добавьте 1–2 капли толуола и, энергично встряхивая, нагревайте пробирку над пламенем горелки. Отметьте, какие изменения произошли с первоначальной окраской раствора. В результате окисления каждая боковая цепь в кольце бензола независимо от ее длины в конечном счете образует карбоксильную группу. Поэтому, пользуясь реакцией окисления, можно установить наличие боковых цепей в ароматических углеводородах.

Химизм:**Наблюдения:****Выводы:****КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ:**

- Приведите механизм реакции бромирования толуола и назовите полученные продукты:
 - в присутствии FeBr_3 ;
 - под действием УФ-света и температуры
- Подлинность салициламида (противоревматическое средство) определяют реакцией с бромной водой по выпадению белого хлопьевидного осадка дибромпроизводного. Укажите наиболее вероятные положения для атаки электрофильным реагентом в салициламиде.
- Решите задачу на взаимопревращаемость соединений (расшифруйте схему превращений):



ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

1. Органическая химия (Черных В.П., Земенковский Б.С., И.О. Гриценко. Кн.
2. Углеводороды и их функциональные производные.: Учебник для студентов фарм. вузов и фак. - Х.: Основа, 1996 г., С. 88-133.
2. Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии (Черных В.П., Гридасов В.И., Гриценко И.С.; Под редакцией В.П. Черных. - Х.: Вища шк., Изд-во при ХГУ, 1989 г., С. 116-124.
3. Степаненко Б.Н. Курс органической химии. М: Высшая школа, 1981 г., ч. П, С. 50-85.
4. Рево А.Я, Зеленкова В.В. Малый практикум по органической химии. М.: Высшая школа, 1980 г.
5. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ 9

ТЕМА: ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРОЕНИЯ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕВОДОРОДОВ.

ЦЕЛЬ: Закрепить и творчески развить знания и умения прогнозировать способность основных групп углеводородов вступать в реакции гомолитического и гетеролитического взаимодействия.

СВОДНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ СТРОЕНИЯ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕВОДОРОДОВ

1. Проведите классификацию органических реакций по направлению (присоединение, замещение, отщепление).
2. Определите типы реагентов (нуклеофильные, электрофильные, радикальные).
3. Приведите способы получения алканов и циклоалканов.
4. Обоснуйте способность алканов к реакциям радикального замещения (S_R). Дайте определение понятию "цепной процесс". Укажите на значение работ Н.Н. Семенова, посвященных радикальным реакциям. Опишите механизм реакций:
 - бромирования пропана;
 - хлорирования 2-метилпропана;
 - нитрования (реакция Коновалова) пропана, 2-метилпропана;
5. Опишите реакционную способность алициклов (присоединения, замещения) в зависимости от размера цикла. Теория напряжения Байера.
6. Приведите электронное строение циклопропана и укажите особенность его химического поведения.
7. Перечислите способы получения алкенов. Напишите уравнения соответствующих реакций.
8. Обоснуйте реакционную способность алкенов к реакциям электрофильного присоединения (A_E). Опишите механизмы реакций:
 - бромирования этена, циклопентена;
 - гидробромирования (гидрохлорирования) пропена, бутена-1;
 - гидратации бутена-1;
 Сформулируйте правило Марковникова и объясните его с позиции современных электронных представлений (статический и динамический факторы). Сравните реакционную способность в A_E -реакциях пропена с этеном.
9. Проведите качественные реакции на двойную связь.
10. Проведите классификацию диенов с кумулированными, сопряженными и изолированными двойными связями.
11. Напишите реакцию получения бутадиена-1,3 по способу Лебедева; схему его полимеризации; реакцию взаимодействия с бромом. По какому

механизму протекает последняя реакция? Укажите особенности её протекания (1,2- и 1,4-типы присоединения).

12. Приведите фрагмент структурной формулы изопренового, хлоропренового каучуков и поясните стереорегулярность их строения.

13. Перечислите способы получения алкинов. Напишите уравнения реакций.

14. Объясните появление СН-кислотного центра у алкинов. Напишите схему реакции, доказывающей СН-кислотность этина.

15. Напишите для этина схемы общих качественных реакций на кратную связь и специфическую качественную реакцию.

16. Объясните электронное строение бензола (сопряженные системы с замкнутой цепью, энергия стабилизации, условия ароматического состояния, правило Хюккеля). Сравните изменение ароматичности в ряду: бензол, нафталин, антрацен.

17. Перечислите способы получения аренов.

18. Обоснуйте способность аренов к реакции электрофильного замещения (S_E). Опишите механизмы реакций:

- алкилирования по Фриделю-Крафтсу бензола, толуола, нафталина;
- ацилирования по Фриделю-Крафтсу бензола, азулена;
- бромирования бензойной кислоты, 2-метилнафталина;
- хлорирования хлорбензола;
- сульфирования анилина;
- нитрования бензальдегида, фенола, нафталина, 1-нафтола.

19. Проведите классификацию заместителей в соответствии с их электронными эффектами (орто-, мета-, пара-ориентанты). Объясните влияние заместителей: гидроксильной группы, карбонильной группы, хлора на направление и скорость S_E -реакций в бензольном кольце (статический и динамический факторы активизирующие и дезактивирующие заместители с совпадающей и несовпадающей ориентацией).

20. Сравните реакционную способность в S_E -реакциях бензойной кислоты, нитробензола, толуола, этилбензола, этилфенилкетона с бензолом.

21. Приведите реакции галогенирования (бромирования, хлорирования) толуола: а) в боковую цепь; б) в бензольное кольцо. Укажите условия протекания и механизм реакций.

22. С помощью каких качественных реакций можно различить:

- бутан, бутен-1, бутин-1;
- пропан, пропин;
- бутин-1, бутан-2.

23. Охарактеризуйте отношение к окислению:

- алканов, алкенов, алкинов, аренов;
- бензола, нафталина, антрацена;
- бензола и алкилбензолов.

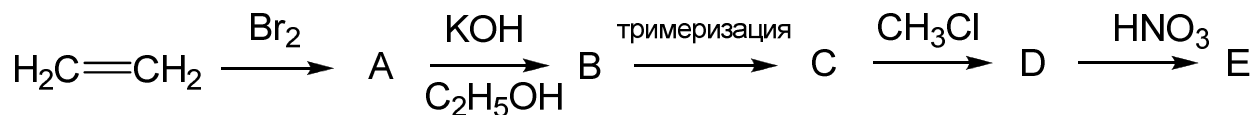
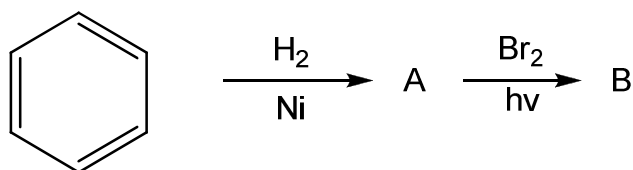
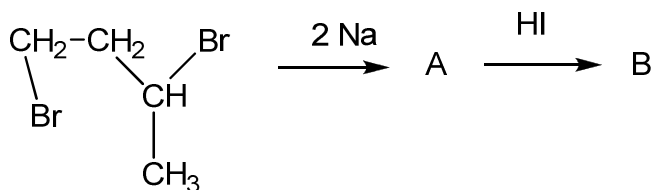
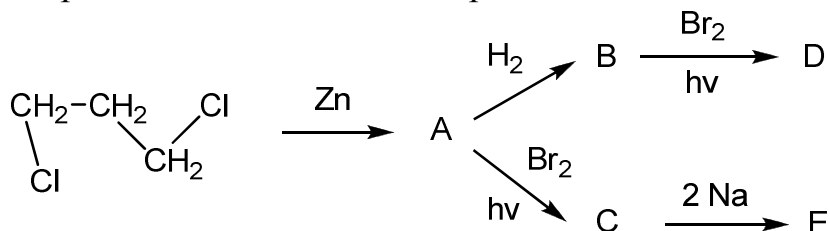
24. Напишите формулы дифенила, дифенилметана, трифенилметана. Напишите трифенилметильные катион, анион, радикалы. Укажите факторы, влияющие на стабилизацию органических ионов и радикалов.

25. Роль свободных радикалов в метаболизме живого организма и органическом синтезе.

26. Приведите структурные формулы циклопентадиениланиона, ферроцена, тропшй-катиона, азулена и объясните их ароматичность.

27. Используя знания реакционной способности углеводородов, осуществите следующие превращения по нижеприведенным схемам:

28. Укажите на значение углеводородов как исходных продуктов в синтезе лекарственных средств. Заполните схемы реакций.



ЗАНЯТИЕ №10

ТЕМА: ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ. КОНКУРЕНТНЫЕ РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ (S_N) И ЭЛИМИНИРОВАНИЯ (E). МАЛЫЙ ПРАКТИКУМ.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Галогенопроизводные углеводов широко используются как исходные соединения в органическом синтезе и, в частности, в производстве лекарственных средств. Физиологическое действие алкилгалогенидов основано на их способности растворяться в жирах, вызывая физические и коллоидные изменения в липоидах нервной ткани и тем самым производят анестетический эффект (хлороформ, этилхлорид, фторэтан). Знание электронного строения и механизмов химических процессов позволяет определять оптимальные условия синтеза, прогнозировать стереохимическую направленность реакции в случае оптически активных субстратов, оценивать возможность метаболизма галогеносодержащих фармпрепаратов в живых организмах.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания и выработать умение прогнозировать реакционную способность галогенопроизводных углеводов в конкурентных реакциях нуклеофильного замещения и элиминирования.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

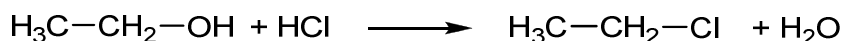
1. Способы получения галогенопроизводных алканов, алкенов, аренов.
2. Сравнение реакционной способности галогена в алкил-, алкенил- и арилгалогенидах.
3. Реакции нуклеофильного замещения (S_N). Гидролиз, алкоголиз, аммонолиз. Получение нитрилов, нитропроизводных углеводов, реактив Гриньяра:
 - А) механизм реакции биомолекулярного нуклеофильного замещения (S_N2);
 - В) механизм реакций мономолекулярного нуклеофильного замещения (S_N1)
4. Стабилизация карбокатиона.
5. Реакции элиминирования (E) (дегидрогалогенирование, дегалогенирование).
6. Правило А.М. Зайцева.
7. Конкурентные реакции элиминирования и нуклеофильного замещения как иллюстрация философской категории детерминантности.
8. Значение галогенопроизводных углеводов для фармации.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 10

Опыт № 1**Получение этилхлорида из этилового спирта:**

В пробирку насыпьте 2 лопаточки NaCl, прилейте 5-6 капель этанола, затем добавьте 3-4 капли H₂SO₄. При нагревании на слабом пламени горелки и поднесении пламени к пробирке образующийся хлорэтан сгорает пламенем с зеленоватой каймой.

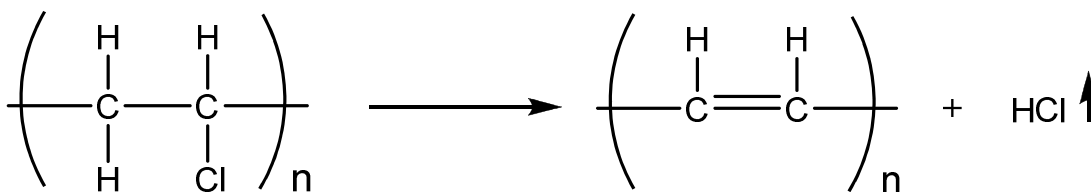


Наблюдения:

Выводы:

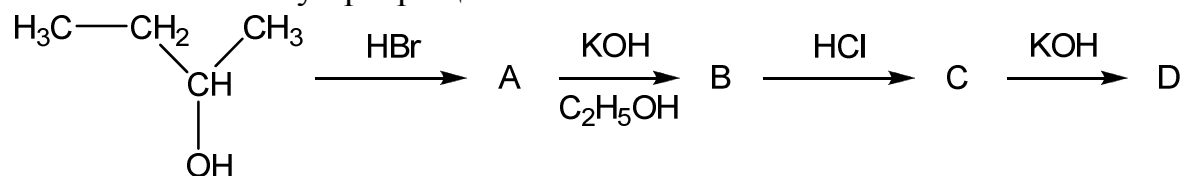
Опыт № 2**Разложение поливинилхлорида (ПВХ):**

В сухую пробирку поместите небольшой кусочек (размером с горошину) ПВХ, и осторожно нагревайте в некопящем пламени газовой горелки до начала разложения. При поднесении к пробирке лакмусовой бумаги, смоченной водой она тот час же окрашивается в красный цвет (кислая реакция). При этом происходит элиминирование хлороводорода.

**Задания для самоконтроля.**

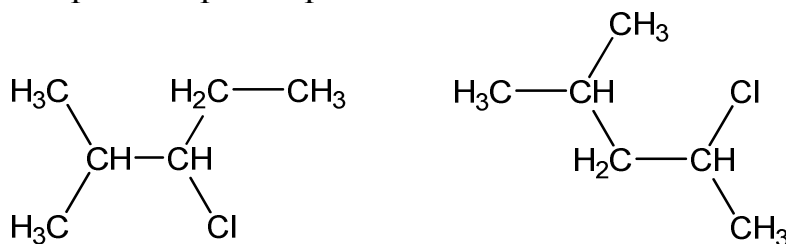
1. Какие из названных галогенпроизводных углеводородов легко вступают в реакции S_N - 2-бромпропан, 2-бромобутен-1, бензилхлорид, толилхлорид?
2. Определите, по механизму S_N1 или S_N2 будут протекать реакции 2-бромобутана и аллилбромида.
3. Напишите продукт реакции элиминирования (E) для вторичного пентилбромида и неопентилхлорида.

4. Заполните схему превращений:



Определите, по какому механизму протекает реакции на каждой стадии указанных превращений. Назовите исходное, промежуточные и конечное соединения.

5. Приведите структурную формулу алкена, предпочтительно образующегося при обработке спиртовым раствором KOH алкилгалогенидов:



Назовите по системе IUPAC приведенные галогеноалканы и соответствующие им алкены.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

1. Б.Н. Степаненко, "Курс органической химии", М., 1981 г., ч.1, стр.144-159, т.11 стр.74-77.
2. А.Я. Рево, В.В. Зеленкова. Малый практикум по органической химии. М., 1980г., оп. 11-14, 108.
3. Конспект лекции.

ЗАНЯТИЕ №11

ТЕМА: РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СПИРТОВ, ФЕНОЛОВ, ПРОСТЫХ ЭФИРОВ И ИХ ТИОАНАЛОГОВ. МАЛЫЙ ПРАКТИКУМ.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Представители классов спиртов, фенолов, простых эфиров и их тиоаналогов являются важными природными и синтетическими лекарственными средствами наркотического (низшие спирты), антисептического (тимол, корвалол, резорцин), противогистаминного (димедрол) действия. Функциональные группы перечисленных классов соединений содержатся в витаминах, алкалоидах, гормонах, незаменимых аминокислотах, сердечных гликозидах и других биологически важных соединениях. Спирты, фенолы, простые эфиры и их тиоаналоги широко используются в органическом синтезе. Знание взаимосвязи химического строения и свойств рассматриваемых классов дает возможность решать вопросы идентификации и совместимости фармпрепаратов, прогнозировать условия их синтеза, анализа и хранения.

ЦЕЛЬ: Сформировать знание реакционной способности спиртов, фенолов, простых эфиров и их тиоаналогов, обуславливающих протекание многих химических реакций в живых организмах. Выработать умение прогнозировать химическое поведение органических соединений в связи с их химическим строением.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

1. Способы получения: спиртов, фенолов, простых эфиров
2. Влияние молекулярной водородной связи на физические свойства
3. Реакции окисления.
4. Окислительные агенты.
5. Реакции элиминирования (E).
6. Реакции электрофильного замещения (S_E).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 11

Дата _____

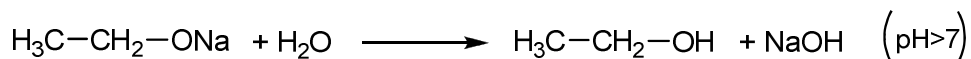
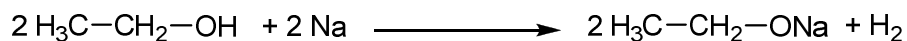
Опыт № 1

Получение этилата натрия и его гидролиз.

В сухую пробирку поместите 3 капли абсолютного этанола и внесите кусочек металлического натрия (размером со спичечную головку), предварительно отжатый от керосина на фильтровальной бумаге. Соберите выделяющийся водород, прикрыв пробирку пробкой. Затем уберите пробку и

поднесите пробирку отверстием к пламени горелки. Смесь водорода с воздухом сгорает с характерным "лающим" звуком. Белый осадок этилата натрия растворите в 2–4 каплях этанола и добавьте 1 каплю 1% спиртового раствора фенолфталеина. После этого внесите в пробирку 1–2 капли воды. Объясните появление малиновой окраски.

Химизм:



Наблюдения:

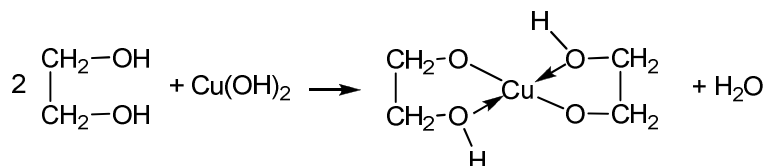
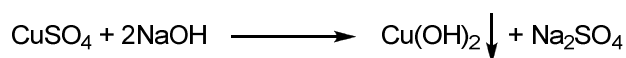
Выводы:

Опыт № 2

Получение этиленгликолята меди (II).

В пробирку внесите 2 капли 2% раствора сульфата меди (II) CuSO_4 и 2 капли 10% раствора гидроксида натрия NaOH . Образуется голубой хлопьевидный осадок гидроксида меди (II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Добавьте к нему 1 каплю этиленгликоля и встряхните пробирку. При взаимодействии гидроксида меди (II) с этиленгликолем образуется гликолят меди, раствор которого имеет синюю окраску. Эта реакция используется для обнаружения органических соединений, содержащих диольный фрагмент (две гидроксильные группы у соседних атомов углерода).

Химизм:

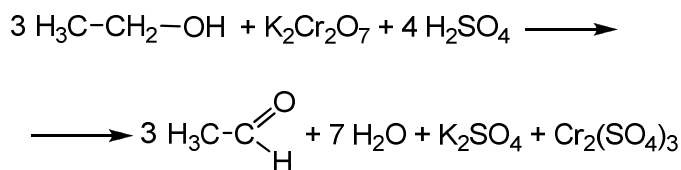


Наблюдения:

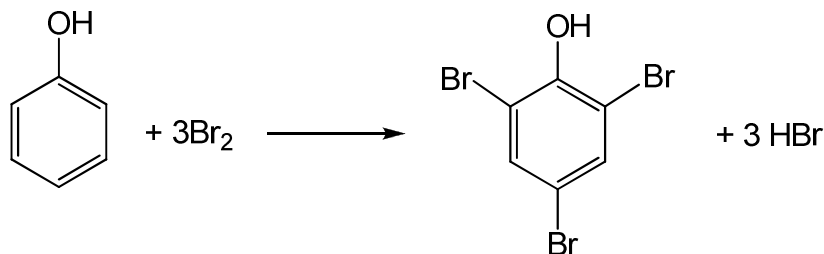
Выводы:

Опыт № 3**Окисление этилового спирта хромовой смесью.**

В пробирку поместите 2 капли этилового спирта, добавьте 1 каплю 10% раствора серной кислоты H_2SO_4 и 2 капли 10% раствора дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Полученный оранжевый раствор нагрейте над пламенем горелки до начала изменения окраски. Через несколько секунд раствор становится синевато-зеленым (цвет образующегося сульфата хрома (III) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$). Одновременно ощущается характерный запах уксусного альдегида (запах прелых яблок).

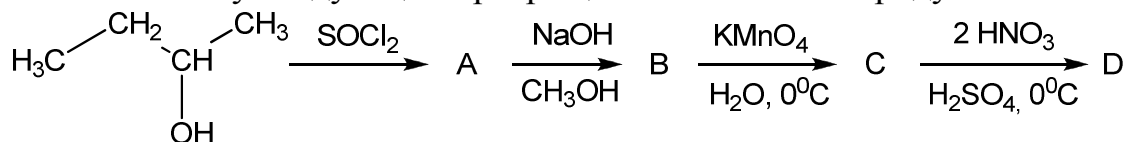
Химизм:**Наблюдения:****Выводы:****Опыт № 4****Образование трибромфенола:**

В пробирку поместите пять капель 0,5% водного раствора фенола и прибавьте несколько капель бромной воды до обесцвечивания и появления белого осадка 2,4,6-трибромфенола. Реакция бромирования фенола протекает количественно и используется в анализе для открытия фенола и некоторых его производных.

Химизм:**Наблюдения:**

Выводы:**ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.**

1. Объясните, по какому механизму протекает дегидратация изопропилового спирта при нагревании с небольшим количеством концентрированной серной кислоты.
2. Напишите схемы реакций окисления изобутилового и вторичного бутилового спиртов, этиленгликоля, фенола. Назовите продукты реакции.
3. Приведите качественные реакции на одноатомные и многоатомные спирты.
4. Заполните схему следующих превращений и назовите продукты:



5. Проведите структурный и функциональный анализ фармпрепаратов:

**ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:**

1. Степаненко Б.Н. Курс органической химии, М.: Высшая школа, 1981, ч. 1, с. 160-189, 433-436, ч. 2, с. 85-100.
2. Конспект лекций
3. Рево А.Я., Зеленкова В.В. Малый практикум по органической химии, М.: Высшая школа, 1980.

Дополнительная литература:

1. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии, М., ч. 1., 1969-70.
2. Дж. Роберте, М. Касерио. Основы органической химии, М., 1978, ч. 1.
3. А.Терней. Современная органическая химия, М., 1981, т. 1,2.

ЗАНЯТИЕ №12

ТЕМА: ОКСОПРОИЗВОДНЫЕ. РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ. МАЛЫЙ ПРАКТИКУМ.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Высокая реакционная способность карбонилсодержащих соединений (альдегидов и кетонов) обусловила их разностороннее использование в органическом синтезе, в частности, в получении эффективных фармпрепаратов. Функциональные группы альдегидов и кетонов содержатся в многочисленных биологически активных соединениях растительного и животного происхождения (витамины, гормоны, кортикостероиды, сердечные гликозиды, сапонины и др.). Знание детерминантности химического строения и свойств альдегидов и кетонов является базисным в решении вопросов идентификации лекарственных средств, прогнозирования их совместимости и условий хранения.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания химических реакций оксосоединений, имеющих важное значение в биологических системах и широко использующихся в синтезе и анализе лекарственных средств, и умения проводить характерные качественные и специфические реакции с отдельными представителями альдегидов и кетонов.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

1. Способы получения алифатических и ароматических альдегидов и кетонов.
2. Строение и химическая активность оксогруппы в альдегидах и кетонах.
3. Механизм реакции нуклеофильного присоединения (A_N).
4. Реакции окисления.
5. Реакции нуклеофильного присоединения (A_N) к оксогруппе (карбонилу).
6. Реакция гидратации.
7. Реакция альдольного присоединения (альдольной конденсации).
8. Реакция диспропорционирования (реакция Канниццаро).
9. Реакции с аминокомпонентами как качественные реакции на карбонильную группу.
10. Реакция галоформного расщепления.
11. Хиноны.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

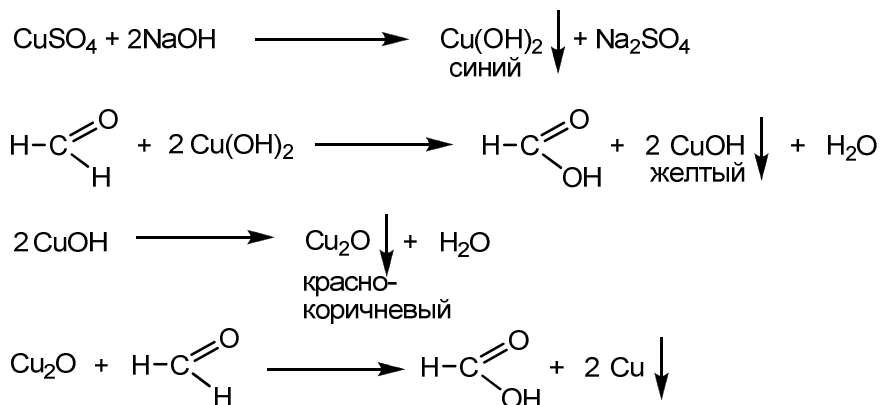
Протокол № 12

Дата _____

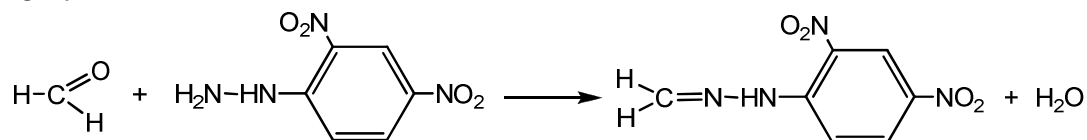
Опыт 1

Выводы:2. Окисление гидроксидом меди(II).

Поместите в пробирку по 5 капель 10% раствора гидроксида натрия и воды, добавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II) CuSO_4 . К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавьте 3 капли 40% раствора формальдегида. Пробирку осторожно нагрейте до кипения. В пробирке осадок приобретает сначала желтый цвет, затем – красный и, если пробирка чистая, на ее стенках может выделиться металлическая медь ("медное зеркало").

Химизм:**Наблюдения:****Выводы:**Опыт № 3**Образование 2,4-динитрофенилгидразона формальдегида.**

В пробирку поместите 5 капель раствора 2,4-динитрофенилгидразина. Добавьте 1–2 капли 40% раствора формальдегида до появления желтого осадка.

Химизм:

Наблюдения:

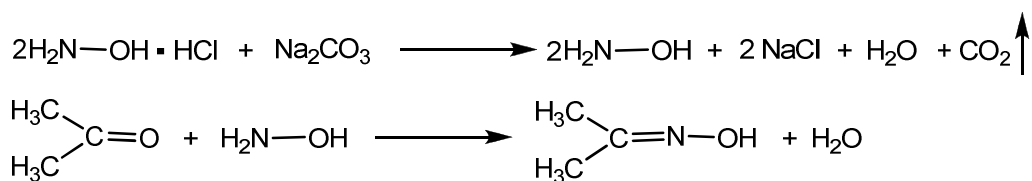
Выводы:

Опыт № 4

Получение оксима ацетона.

В пробирку поместите 1 лопаточку гидрохлорида гидроксиламина $\text{H}_2\text{NOH}\cdot\text{HCl}$, 1 лопаточку кристаллического карбоната натрия и растворите в 10–25 каплях воды. После выделения основной массы диоксида углерода охладите пробирку и добавьте при хорошем перемешивании 15 капель ацетона. Смесь разогревается, и выпадают белые кристаллы.

Химизм:



Наблюдения:

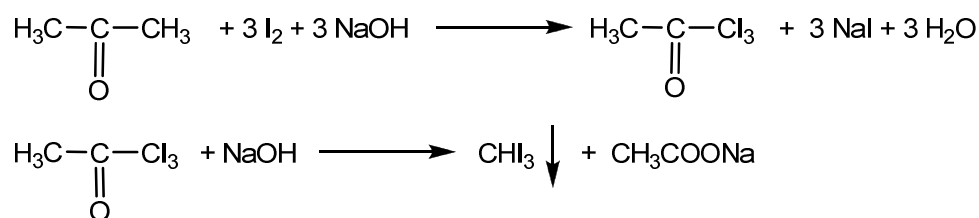
Выводы:

Опыт № 5

Открытие ацетона переводом его в йодоформ.

В пробирку поместите 1 каплю раствора йода в йодиде калия и прибавьте почти до обесцвечивания по каплям 10% раствор гидроксида натрия. К обесцвеченному раствору добавьте 1 каплю ацетона. При слабом нагревании (от тепла рук) выпадает желтовато-белый осадок с характерным запахом йодоформа. Эта реакция используется в клинических лабораториях и имеет практическое значение для диагностики сахарного диабета.

Химизм:

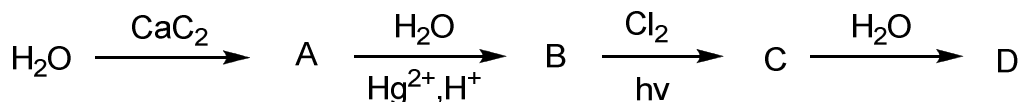
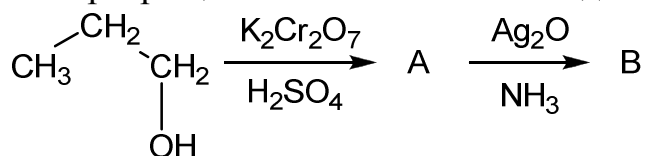


Наблюдения:

Выводы:

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.

1. Опишите механизм превращения уксусного альдегида в диметилацеталь. Объясните роль кислого катализатора и отношение диметилацетала к гидролизу.
2. Дополните схемы превращений и назовите все соединения:



3. Напишите формулы веществ и определите, какие функциональные группы входят в их состав: хлоралгидрат, ванилин, ацетофенон. Приведите качественные реакции на эти группы.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

1. Степаненко Б.Н, Курс органической химии, 1981, ч. 1, с. 189-216. ч. 2, с. 104-113, 101-103.
2. Конспект лекций.
3. Рево А.Я., Зеленкова В.В. Малый практикум по органической химии, 1980г.

ЗАНЯТИЕ №13

ТЕМА: ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ И РЕШЕНИЕ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ: «ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНО-, ГИДРОКСИ-, ТИО- И ОКСОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ». КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ №1.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Галогено-, гидрокси-, тио- и оксопроизводные углеводов оказывают своеобразное действие на регуляторные процессы живых организмов, затрагивающие все уровни метаболизма. К тому же они являются полупродуктами для синтеза различных биологически активных веществ и лекарственных средств. Среди производных данных классов найдено больше количество соединений, применяющихся в различных отраслях народного хозяйства (производстве пластмасс, ядохимикатов, гербицидов и т.д.).

ЦЕЛИ: Закрепить и обобщить знания о структуре и химическом поведении галогено-, окси-, оксо- и тиопроизводных углеводов, а также их производных, выполняющих важную роль в метаболизме биологических систем.

СВОДНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ «ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНО-, ГИДРОКСИ-, ТИО- И ОКСОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ».

I. Галогенопроизводные углеводов.

1. Изложите схему действия при конструировании радикало-функциональных и заместительных названий галогенопроизводных углеводов.
2. Перечислите способы получения алкил-, алкенил-, арилгалогенидов. Напишите схемы реакций.
3. Опишите механизм реакций нуклеофильного замещения и элиминирования.
4. Выполните следующие указания:
 - получите винилхлорид и аллилхлорид. Объясните причины их различной реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения. Опишите механизм гидролиза аллилхлорида;
 - объясните, почему галогеналкилы легко вступают в реакцию нуклеофильного замещения, а спирты только в присутствии кислотного катализатора. В чем заключается каталитическая роль кислоты?
 - получите хлоробензол, бензилхлорид и сравните подвижность галогена в ароматическом ядре и в боковой цепи. Опишите нуклеофильное замещение галогена в ядре (реакции присоединения-отщепления).
5. Объясните практическую значимость галогенопроизводных.

II. Спирты, фенолы и их тиоаналоги.

1. Приведете способы получения спиртов, фенолов и их тиоаналогов:

- получите пентанол-2 из 1-бромопентана. Получите из соответствующего галогеноалкана пропанол-1, проведите его метилирование и опишите механизм данной реакции;
- синтезируйте из этанола этиленгликоль. Как можно отличить конечный спирт от исходного?
- получите из соответствующего непредельного углеводорода 2-метилпентанол-2 и проведите с ним следующие реакции:
 - а) с хлористым тиоилом;
 - б) с уксусной кислотой;
 - в) с H_2SO_4 при нагревании;
- получите из уксусного альдегида этанол. Проведите его внутримолекулярное дегидратацию и опишите её механизм;
- получите из толуола бензиловый спирт. Проведите реакцию бензинового спирта с HBr и опишите ее механизм;
- синтезируйте из о-бензохинона 4-нитро-1,2-диметоксибензол;
- синтезируйте из бензола п-нитрофенол, 2-нитро-1,4-диметоксибензол, 4-нитрорезорцин, флороглюцин;
- синтезируйте из нафталина 1-нитро-2-метоксинафталин, 1-нитро-2-нафтол, 2-нафтилацетат;
- получите пропантиол и диэтилсульфид, проведите их мягкое и жесткое окисление;
- получите диметилсульфид и напишите его реакцию с этилйодидом;

III. Химические свойства спиртов, фенолов и их тиоаналогов:

- покажите на конкретных примерах, что такое водородная связь и как она влияет на физические свойства спиртов;
- сравните основные и нуклеофильные свойства фенола и этанола, приведите примеры реакций, подтверждавшие их различие; сравните кислотные свойства фенола, п-нитрофенола и этанола; приведите реакции, подтверждающие их различия в кислотности;
- сравните активность метанола, пропанола-2 и 2-метилпропанола-2 в реакции с металлическим натрием. Результат объясните;
- сравните кислотно-основные свойства спиртов и тиолов; напишите соответствующие реакции;
- сформулируйте правило Зайцева и объясните причину неустойчивости винилового спирта;
- приведите качественные реакции обнаружения фенолов; напишите реакции, позволявшие различить этантиол и диметилсульфид;
- с помощью каких реакций можно различить этанол и глицерин?
- напишите структурную формулу вещества состава $C_4H_{10}O$, если известно, что оно реагирует с металлическим натрием с выделением водорода при дегидратации образуется бутен-1, а при мягком окислении - альдегид состава $C_4H_{10}O$. Напишите схемы реакций;
- объясните, как гидроксил в феноле влияет на реакционную способность бензольного кольца, поведете примеры реакций;

- сравните отношение к окислителям тиолов и спиртов, напишите реакции окисления;
- приведите примере спиртов, фенолов и их тиоаналогов, имеющих важное значение для медицины.

IV. Простые эфиры.

1. Приведите известные способы получения простых эфиров, укажите механизм реакций.
2. Химические свойства простых эфиров:
 - сравните основность диэтилового эфира, анизола, дифенилового эфира, диэтилсульфида и оцените их способность к расщеплению ионоводородной кислотой;
 - объясните, почему простая эфирная связь расщепляется сильными кислотами и устойчива к действию щелочей. Напишите реакции расщепления диэтилового эфира, фенола иодоводородной кислотой;
 - при расщеплении метил-трет-бутилового эфира иодоводородной кислотой образуется метиловый спирт и третбутилиодид. Объясните результат реакции с точки зрения ее механизма;
 - при расщеплении метилпропилового эфира иодоводородной кислотой образуется метилиодид и пропиловый спирт. Объясните результат реакции с точки зрения её механизма.

V. Оксопроизводные углеводов.

1. Приведите способы получения оксопроизводных углеводов:
 - подучите из бензола ацетофенон, бензофенон;
 - синтезируйте из п-нитротолуола 2,4-динитробензальдегид. Напишите его реакции с гидросульфитом натрия, гидросиламином, анилином.
2. Реакционная способность оксопроизводных углеводов:
 - объясните повышенную подвижность атомов водорода при углеродном атоме в пропионовом альдегиде и напишите реакцию его альдольной конденсации;
 - напишите структурную формулу соединений состава $C_3H_6O_2$, если известно что оно даёт гидросульфитное производное, оксим и реакцию «серебряного зеркала»;
 - какие факторы влияют на реакционную способность альдегидов и кетонов в реакциях нуклеофильного присоединения? расположите в ряд по убыванию реакционной способности следующие соединения: бензальдегид, ацетон, уксусный альдегид;
 - напишите реакции, происходящие с формальдегидом при растворении в воде и при длительном хранении его в водных растворах. Получите из формальдегида уротропин;
 - опишите на примере бензальдегида механизм реакции Канниццаро; альдольной конденсации, ацетализации на примере пропаналя; получение гидразона, 2,4-динитрофенилгидразона, семикарбазона, основание Шиффа, гидросульфитного соединения, циангидрина, оксима бутаналя. Назовите продукты реакций.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

1. Степаненко Б.Н. Курс органической химии, М.: Высшая школа, 1981, ч.1, с. 144-158, 160-189, 433-436 , 218-220, 221-231, 246-252, 265-273, 307-314, 365-396, ч.2, о. 74-77, 95-100, 114-117, 121 -123.
2. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ №14

ТЕМА: КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ. РЕАКЦИИ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ (S_N). МАЛЫЙ ПРАКТИКУМ.

МОТИВАЦИЯ ТЕМЫ: Высокая реакционная способность карбоновых кислот и их функциональных производных широко используется в органическом синтезе, промышленности лекарственных средств и фармацевтическом анализе. Карбоновые кислоты играют исключительно важную роль в обменных процессах растительных и животных организмов. Будучи промежуточными соединениями в ходе окисления углеводов, жиров, белков, они участвуют в биосинтезе аминокислот, стероидов, алкалоидов, сапонинов и т.п. К тому же, карбоновые кислоты известны как безвредные природные консерванты, защитные растительные вещества и составные компоненты многих эфирных масел, бальзамов, обладающие комплексом ценных биологических свойств.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания закономерностей и особенностей химического поведения карбоновых кислот и их функциональных производных во взаимосвязи с их строением.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

1. Способы получения карбоновых кислот.
2. Понятие кислотности.
3. Изменение pK_a кислот как иллюстрация связи «структура-химическое поведение».
4. Механизм реакции нуклеофильного замещения (S_N).
5. Функциональный анализ -COOH-группы.
6. Реакция декарбоксилирования.
7. Реакция галогенирования кислот.
8. Реакции электрофильного замещения (S_E).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 14

Дата _____

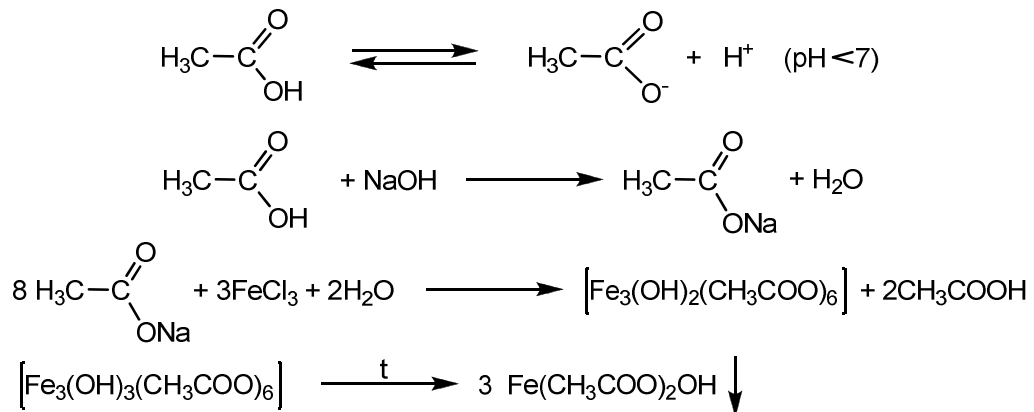
Опыт №1

Открытие уксусной кислоты.

В пробирку поместите по 3 капли уксусной кислоты и воды. Испытайте реакцию раствора на лакмус. К раствору прибавьте 2–3 капли 10% раствора гидроксида натрия до полной нейтрализации уксусной кислоты. После этого добавьте 2–3 капли 1% раствора хлорида железа (III) $FeCl_3$. Появляется желто-красное окрашивание ацетата железа (III). Подогрейте раствор до

кипения. выделяется красно-бурый осадок нерастворимого в воде гидроксида диацетата железа. Раствор над осадком становится бесцветным.

Химизм:



Наблюдения:

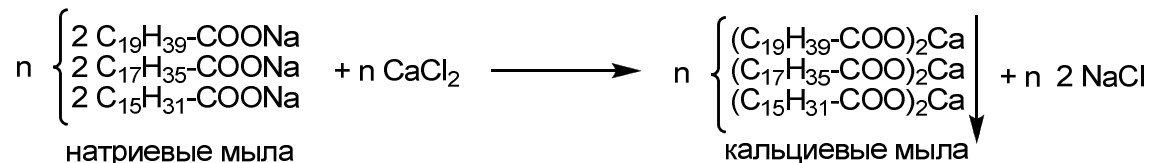
Выводы:

Опыт № 2

Образование нерастворимых кальциевых солей высших жирных кислот.

В пробирку поместите 5 капель раствора мыла и добавьте 1 каплю раствора хлорида кальция CaCl_2 . Взболтайте содержимое пробирки. Появляется белый осадок.

Химизм:

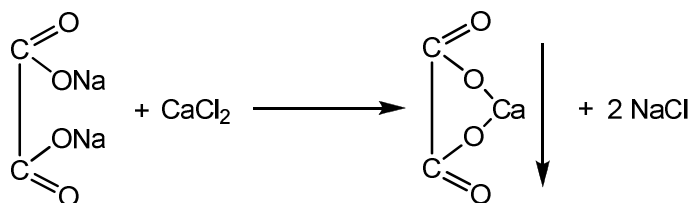


Наблюдения:

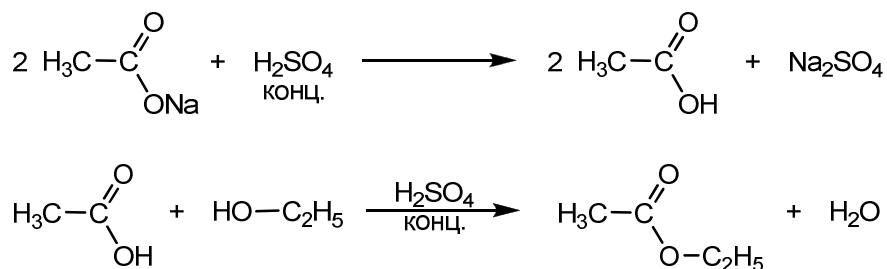
Выводы:

Опыт № 3**Открытие щавелевой кислоты в виде кальциевой соли.**

В пробирку поместите лопаточку натриевой соли щавелевой кислоты и прибавьте 4–5 капель воды до полного растворения. Пипеткой возьмите 1 каплю раствора и нанесите на предметное стекло. Добавьте к ней 1 каплю раствора хлорида кальция. Происходит образование кристаллического осадка. С кристаллами оксалата кальция можно встретиться при клиническом исследовании мочи. Они имеют форму почтовых конвертов и хорошо видны под микроскопом.

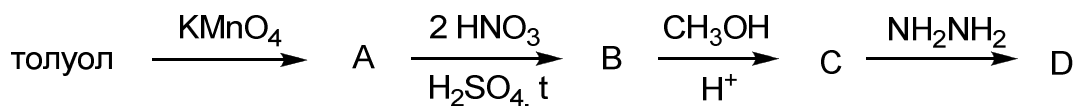
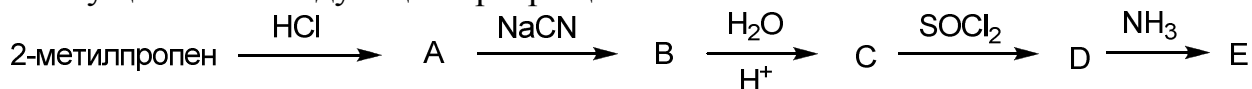
Химизм:**Наблюдения:****Выводы:****Опыт № 4****Получение этилацетата.**

В сухую пробирку поместите порошок безводного ацетата натрия (высотой около 2 мм) и 3 капли этилового спирта. Добавьте 2 капли концентрированной серной кислоты (*добавление проводить в вытяжном шкафу!*) и осторожно нагрейте над пламенем горелки (*осторожно! раствор может выплеснуться!*). Через несколько секунд появляется приятный запах этилацетата. Реакция используется для открытия этилового спирта.

Химизм:**Наблюдения:**

Выводы:**ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.**

1. Напишите уравнение реакции омыления этилпропионата, катализируемую основанием. Опишите механизм реакции.
2. Напишите схему гидролиза пропанамида в кислой среде. Опишите механизм реакции.
3. Осуществите следующие превращения:

**ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:**

1. Степаненко Б.Н. Курс органической химии, М.: Высшая школа, 1981, ч. 1, с. 217-220, 222-234, 237-253, 260-270. ч. 2, с. 114-117, 121-125.
2. Органическая химия (Черных В.П., Земенковский Б.С., И.С. Гриценко. Кн. 2. Углеводороды и их функциональные производные.: Учебник для студентов фарм. вузов и фак. - Х.: Основа, 1996 г., с. 417-445.
2. Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии (Черных В.П., Гридасов В.И., Гриценко И.С.; Под редакцией В.П. Черных. - Х.: Выща шк., Изд-во при ХГУ, 1989 г., с. 212 - 213.
3. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ №15

ТЕМА: ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КИСЛОТЫ (ГАЛОГЕНО-, ГИДРОКСИ-, АМИНО- И ОКСОКИСЛОТЫ). МАЛЫЙ ПРАКТИКУМ.

МОТИВАЦИЯ ТЕМЫ: Гетерофункциональные кислоты (окси-, оксо-, аминокислоты) играют важную роль в протекании естественных биохимических процессов живых организмов, осуществляют энергетические, структурные и пластические функции клетки. Галогенокислоты во многих случаях оказывают ингибирующее действие на работу клеточных ферментов (ингибиторы окисления жирных кислот). Многие из соединений указанного класса являются лекарственными препаратами. К тому же, Гетерофункциональные кислоты являются полупродуктами в синтезе лекарственных препаратов.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания о химическом поведении галогене-, amino- и оксокислот с учетом взаимного влияния функциональных групп и умение осуществлять взаимный переход изучаемых классов как основы их метаболических превращений и синтеза лекарственных препаратов.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

1. Номенклатура гетерофункциональных кислот.
2. Способы получения галогено-, гидрокси-, оксо- и аминокислот.
3. Химические свойства гетерофункциональных кислот.
4. Специфические свойства гетерофункциональных кислот.
5. Таутомерия ацетоуксусного эфира.
6. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира.
7. Прикладное значение гетерофункциональных кислот.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 15

Дата _____

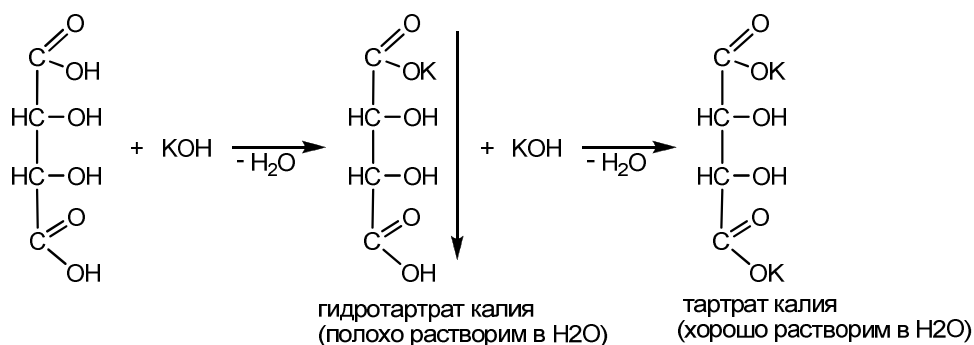
Опыт №1

Доказательство наличия двух карбоксильных групп в винной кислоте.

В пробирку поместите 1 каплю 15% раствора винной кислоты, 2 капли 5% раствора гидроксида калия и встряхните. Постепенно начинает выделяться белый кристаллический осадок малорастворимой в воде кислой калиевой соли винной кислоты (гидротартрат калия). Если осадок не выпадает, охладите пробирку под струей воды и потрите внутреннюю стенку пробирки стеклянной палочкой. Добавьте в пробирку еще 4–5 капель раствора гидроксида калия. Кристаллический осадок постепенно

растворяется, так как образуется хорошо растворимая в воде средняя калиевая соль винной кислоты (тарترات калия). Раствор тартрата калия сохраните для следующего опыта.

Химизм:



Наблюдения:

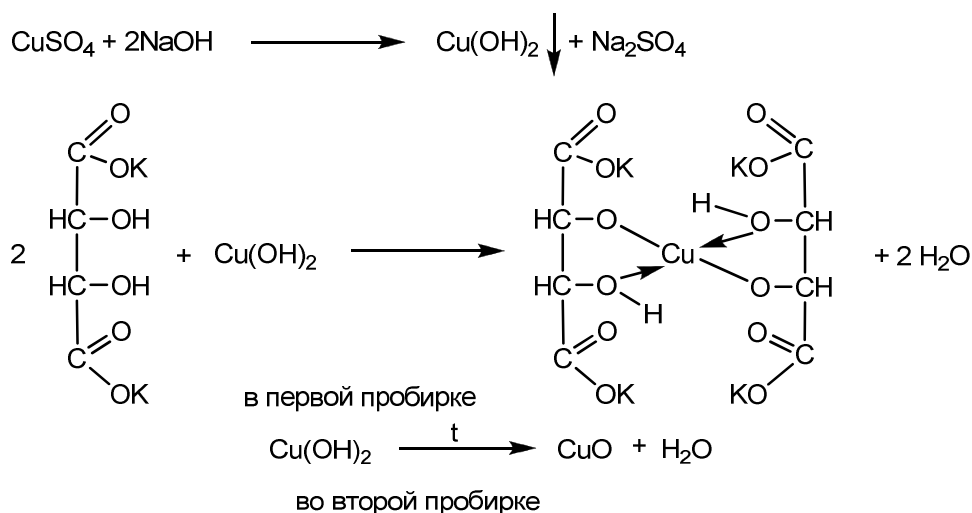
Выводы:

Опыт № 2

Доказательство наличия гидроксильных групп в винной кислоте.

В две пробирки поместите по 2 капли 2% раствора сульфата меди (II) CuSO_4 и 10% раствора гидроксида натрия NaOH . Выпадает голубой осадок гидроксида меди (II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$. В первую пробирку добавьте раствор тартрата калия, полученный в предыдущем опыте. Осадок гидроксида меди (II) растворяется с образованием синего раствора. Жидкости в обеих пробирках нагрейте до кипения. В первой пробирке цвет жидкости не изменяется, во второй – голубой осадок гидроксида меди (II) превращается в оксид меди (II) черного цвета. Образовавшийся в первой пробирке синий раствор носит название реактива Фелинга и применяется для обнаружения глюкозы в моче.

Химизм:



Наблюдения:

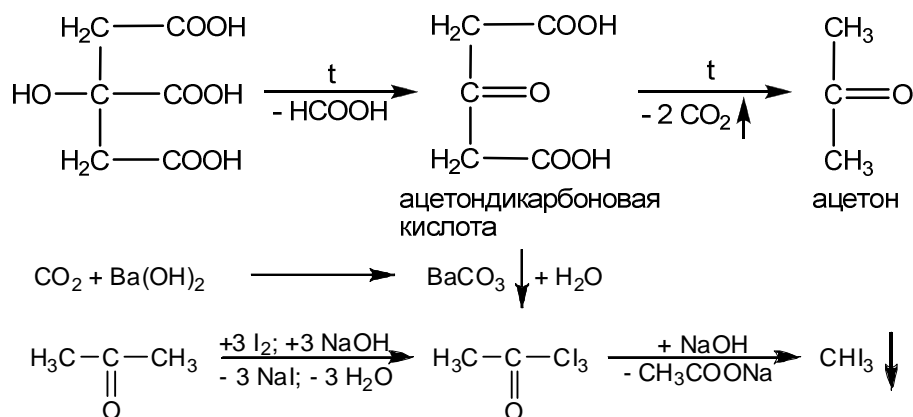
Выводы:

Опыт № 3

Разложение лимонной кислоты.

В сухую пробирку, снабженную газоотводной трубкой, поместите лопаточку лимонной кислоты и 10 капель концентрированной серной кислоты, нагрейте. Конец газоотводной трубки опустите в первую пробирку с 5 каплями раствора гидроксида бария после того, как раствор помутнеет, перенесите газоотводную трубку во вторую пробирку, содержащую 2 капли раствора йода в йодиде калия, предварительно обесцвеченного добавлением нескольких капель 10% раствора гидроксида натрия. Во второй пробирке выпадает бледно-желтый осадок йодоформа.

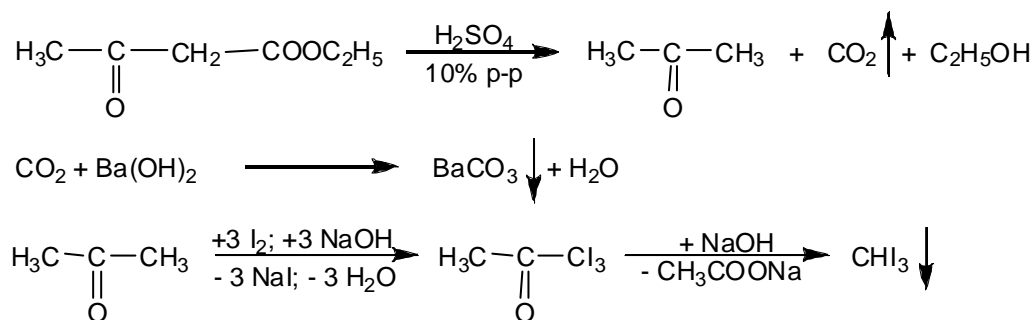
Химизм:



Наблюдения:

Выводы:**Опыт № 4****Кетонное расщепление ацетоуксусного эфира.**

В пробирку с газоотводной трубкой поместите 5 капель ацетоуксусного эфира и 5 капель 10% раствора серной кислоты, нагрейте. Конец газоотводной трубки опустите в первую пробирку с 5 каплями раствора гидроксида бария, после того как раствор помутнеет, перенесите газоотводную трубку во вторую пробирку, содержащую 2 капли раствора йода в йодиде калия, предварительно обесцвеченного добавлением нескольких капель 10% раствора гидроксида натрия. Во второй пробирке выпадает бледно-желтый осадок йодоформа.

Химизм:**Наблюдения:****Выводы:****ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.**

1. Применяемая в медицине молочная кислота выпускается промышленностью в виде 4% водного раствора. Почему нецелесообразно дальнейшее сгущение растворов путем упаривания при нагревании?
2. Напишите формулы всех возможных продуктов, образующихся при нагревании смеси α-аминопропионовой и α-аминоуксусной кислот.
3. Один из стереоизомеров 2-амино-3-метилгептановой кислоты входит в состав белков. Напишите формулы всех возможных стереоизомеров данной кислоты и назовите их.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Органическая химия Черных В.П., Земенковский Б.С., И.С. Гриценко. Кн.
2. Углеводороды и их функциональные производные.: Учебник для студентов фарм. вузов и фак. - Х.: Основа, 1996 г., с. 417-445.
2. Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии Черных В.П., Гридасов В.И., Гриценко И.С.; Под редакцией В.П. Черных. - Х.: Выща шк.,Изд-во при ХГУ, 1989 г., с. 212 - 213.
3. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ №16

ТЕМА: ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ И РЕШЕНИЕ СИТУАТИВНЫХ ЗАДАЧ «КАРБОНОВЫЕ И ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ».

МОТИВАЦИЯ ТЕМЫ: Гетерофункциональные органические соединения участвуют в различного рода тканевых, цитозольных и генетических процессах, оказывая выраженное влияние на жизненно важные функции организмов. Многие из соединений данного класса являются сильными биорегуляторами физиологических процессов. Многие из соединений указанного класса являются лекарственными препаратами. К тому же, гетерофункциональные кислоты являются полупродуктами в синтезе лекарственных препаратов.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания о химическом поведении галогено-, amino- и оксокислот с учетом взаимного влияния функциональных групп и умение осуществлять взаимный переход изучаемых классов как основы их метаболических превращений и синтеза лекарственных препаратов.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

1. Электронное строение карбоксильной группы. Функциональный анализ.
2. Реакции нуклеофильного замещения. Декарбоксилирование карбоновых кислот.
4. Специфические свойства α , β , γ -гетерофункциональных карбоновых кислот.
5. Таутомерия.
6. Хиральность.
7. Кислотность органических соединений.
8. Понятие основности. Типы оснований

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:

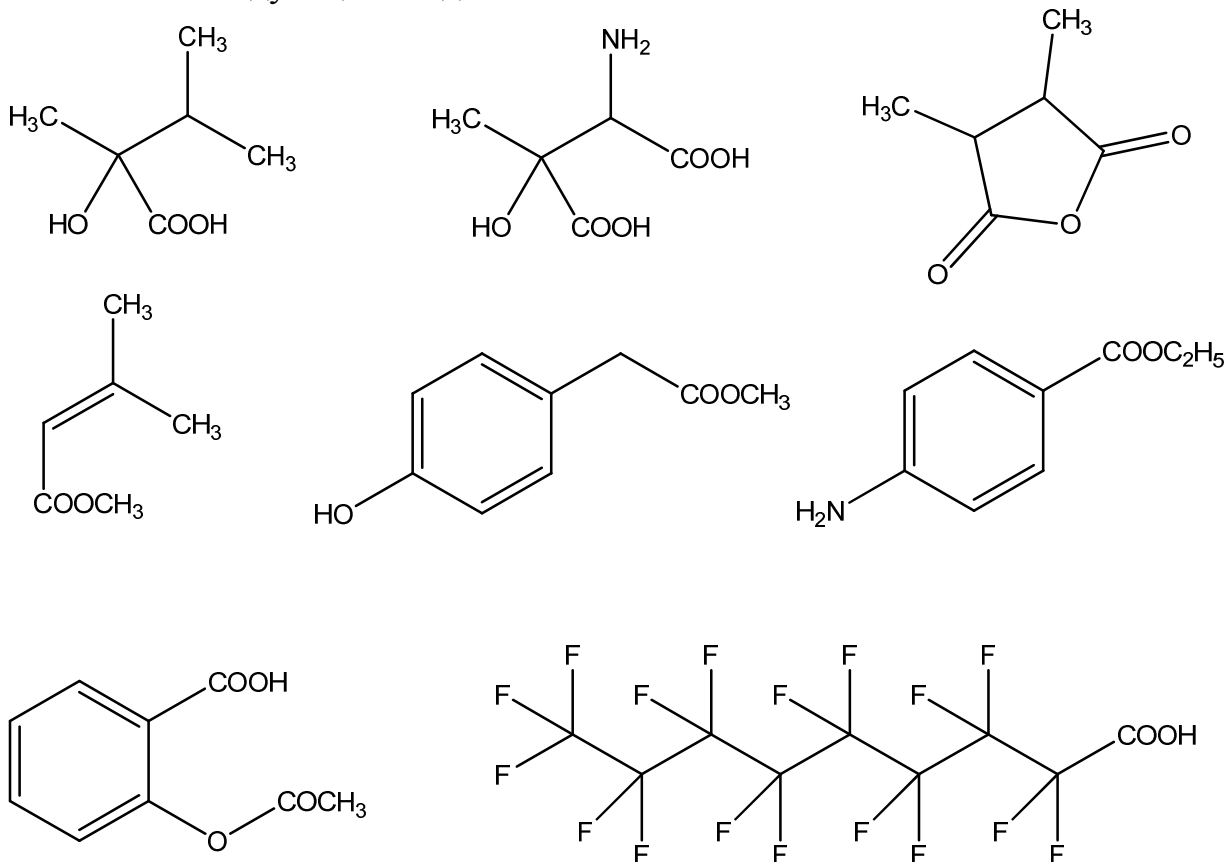
1. Напишите специфические реакции, протекающие при нагревании с α -, β - и γ -гидрокси- и аминокетановыми кислотами.
2. Напишите реакцию гидролиза в кислой среде лактона γ -гидроксибутановой (γ -гидроксимасляной) кислоты.
3. С помощью проекционных формул Фишера напишите L-яблочную, D-аминомасляную кислоты.
4. Напишите структурные формулы следующих кислот:
 - а. 3-бром-3-метилпропановой;
 - б. 2,3-дибромянтарной;
 - в. 2,5-диаминогептановой;

г. 4-гидрокси-бутен-2-овой;

д. о-аминобензойной;

е. п-ацетаминобензойной;

5. Назовите следующие соединения:



6. Напишите реакции салициловой кислоты с указанными реагентами:

$\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$; $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} (\text{H}^+)$; PCl_5 , затем $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$; $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$; Назовите продукты реакции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Органическая химия (Черных В.П., Земенковский Б.С., И.С. Гриценко. Кн.
2. Углеводороды и их функциональные производные.: Учебник для студентов фарм. вузов и фак. - Х.: Основа, 1996 г., с. 417-445.
2. Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии (Черных В.П., Гридасов В.И., Гриценко И.С.; Под редакцией В.П. Черных. - Х.: Выща шк., Изд-во при ХГУ, 1989 г., с. 212 - 213.
3. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ №17**ТЕМА: АМИНЫ. ДИАЗОСОЕДИНЕНИЯ. МАЛЫЙ ПРАКТИКУМ.**

МОТИВАЦИЯ ТЕМЫ: Азотосодержащие органические соединения участвуют в образовании биополимеров - белков и нуклеиновых кислот, без которых невозможно существование живой материи. Большинство лекарственных средств содержат ионогенные группы, благодаря чему наиболее основные лекарственные средства ионизированы или способны к ионизации при физиологических значениях pH. На основе алифатических и ароматических аминов получен ряд практически ценных лекарственных средств гипотензивного, диуретического, нейролептического, анальгезирующего и других видов действия. Возникновение больших разделов органической химии химии diazosоединений и химии азокрасителей связано с открытием реакции diaзотирования. Diazosоединения используются как продукты при синтезе лекарственных средств, а также для идентификации фенолов и аминов в фармацевтическом анализе.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания об основных и нуклеофильных свойствах аминов во взаимосвязи с их строением. Применять знания условий реакции diaзотирования, строения и химической активности diazosоединений

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

1. Номенклатура, классификация алифатических и ароматических аминов.
2. Способы получения алифатических и ароматических аминов. Реакция Зинина.
3. Основные свойства аминов.
4. Амины как нуклеофильные реагенты.
5. Качественные реакции аминов.
6. Реакции электрофильного замещения ароматических аминов.
7. Строение солей diaзония.
8. Теория цветности.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 17

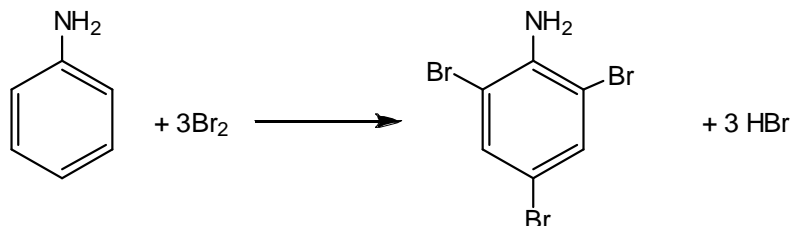
Дата _____

Опыт № 1**Образование триброманилина.**

В пробирку поместите одну каплю анилина и 5–6 капель воды, хорошо взболтайте и прибавьте несколько капель бромной воды до появления белого

осадка 2,4,6-триброманилина. Реакция бромирования анилина протекает количественно и используется в фармацевтическом анализе для открытия анилина и ряда его производных.

Химизм:



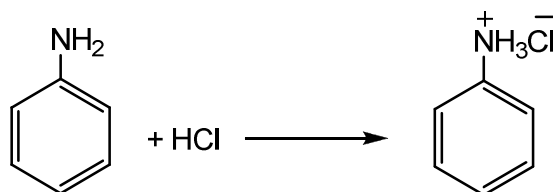
Наблюдения:

Выводы:

Опыт № 2

Основность алифатических и ароматических аминов.

1. В две пробирки внесите по 2 капли воды. Затем в первую пробирку поместите 1 каплю анилина $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, а во вторую – 1 каплю диэтанолamina (коламина) $\text{HOC}_2\text{H}_4\text{NH}_2$ и взболтайте. Сравните растворимость этих аминов в воде. По 1 капле содержимого каждой пробирки нанесите на полоску универсальной индикаторной бумаги. Определите pH растворов анилина и коламина. К эмульсии анилина добавьте 5 капель раствора HCl , опишите наблюдения.



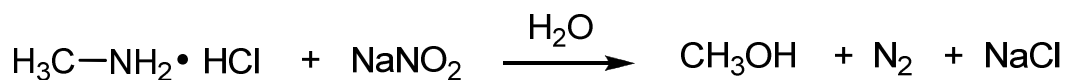
Наблюдения:

Выводы:

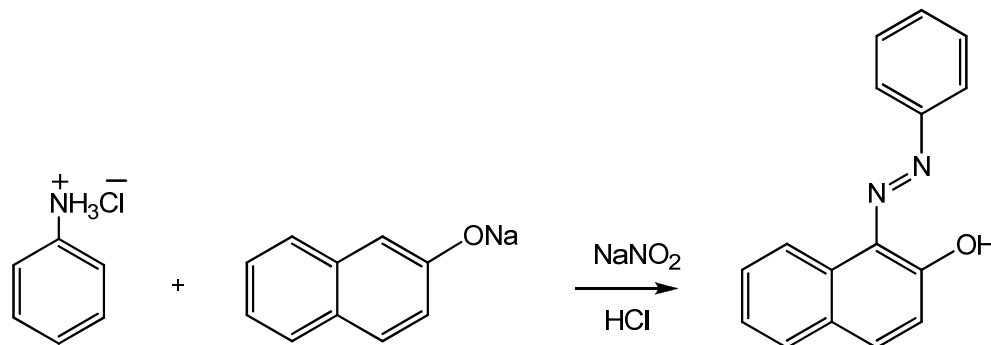
Опыт № 3

Взаимодействие аминов с азотистой кислотой.

1. В пробирку поместить 5 капель 5% раствора метиламина гидрохлорида. Осторожно прибавить 3-5 капель 5% раствора нитрита натрия. При этом происходит образование газообразного азота.



2. В другую пробирку поместить 10 капель раствора гидрохлорида анилина, (полученного в опыте 1). Добавьте к раствору 3-5 капель 5% раствора нитрита натрия а затем 2-3 капли щелочного раствора 2-нафтола. Обратите внимание на происходящие изменения и образование азокрасителя.



Наблюдения:

Выводы:

ЛИТЕРАТУРА:

1. Органическая химия (Черных В.П., Земенковский Б.С., Гриценко И.С. Кн.
2. Углеводороды и их функциональные производные.: Учебник для студентов фарм. вузов и фак. - Х.: Основа, 1996 г., с. 196 -224.
2. Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии (Черных В.П., Гридасов В.И., Гриценко И.С.; Под редакцией В.П. Черных. - Х.: Выща шк.,Изд-во при ХГУ, 1989 г., с.231-232, 244.
3. Конспект лекций.

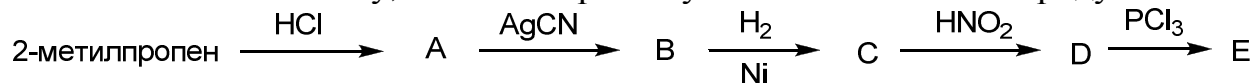
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:

1. Расположите в порядке уменьшения основности в водном растворе следующие пары соединений: Диметиламин и анилин, диэтиламин и диизопропиламин
2. Напишите схему взаимодействия этиламина, анилина с:
 - а) этилийодидом;
 - б) ангидридом уксусной кислоты;

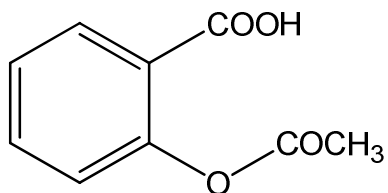
в) ацетоном;

г) хлороформом в щелочной среде.

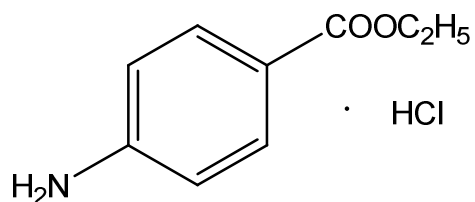
3. Заполните схему, назовите промежуточные и конечные продукты.



4. Проведите функциональный анализ фармпрепаратов.



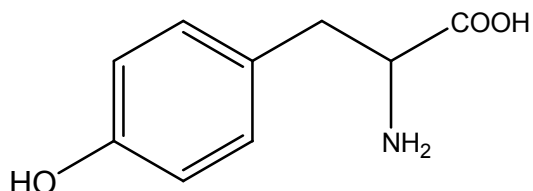
аспирин



анестезин



норадреналин



тирозин

ЗАНЯТИЕ №18

ТЕМА: ПРОИЗВОДНЫЕ УГОЛЬНОЙ КИСЛОТЫ. СУЛЬФОКИСЛОТЫ.

МОТИВАЦИЯ ТЕМЫ: Производные угольной кислоты - карбаминовая, карбамид, гуанидин широко используются в синтезе различных гетероциклов и фармакологически активных препаратов. Знание путей химической трансформации изучаемых соединений позволяет прогнозировать методы качественного и количественного определения лекарственных веществ, производных гетерофункциональных аренов и угольной кислоты.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания важнейших химических свойств и общих методов синтеза ряда производных угольной кислоты и гетерофункциональных аренов, являющихся лекарственными средствами или исходными веществами для их синтеза.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

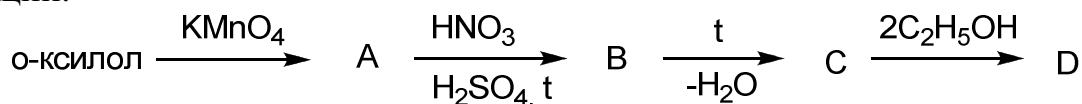
1. Гетерофункционально замещенные арены. Номенклатура. Методы синтеза. Кислотно-основные свойства. Химические свойства.
2. Производные угольной кислоты.
 - а. Способ получения.
 - б. Основные свойства.
 - в. Химические свойства.
3. Практическое использование гетерофункциональных аренов и производных угольной кислоты.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

1. Органическая химия. Черных В.П., Земенковский Б.С., Гриценко И.С. Кн.
2. Углеводороды и их функциональные производные.: Учебник для студентов фарм. вузов и фак. - Х.: Основа, 1996 г., с. 454-461
2. Руководство к лабораторным и семинарским занятиям по органической химии. Черных В.П., Гридасов В.И., Гриценко И.С.; Под редакцией В.П. Черных. - Х.: Выща шк.,Изд-во при ХГУ, 1989 г., с.224-226.
3. Конспект лекций.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:

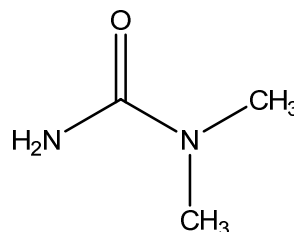
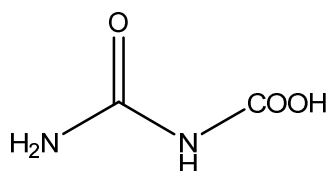
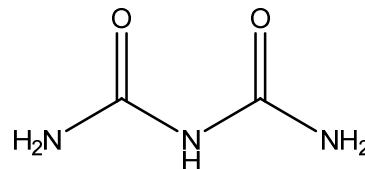
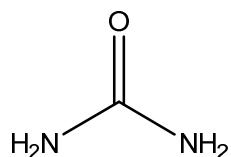
1. Заполните схему следующих превращений и назовите продукты реакций:



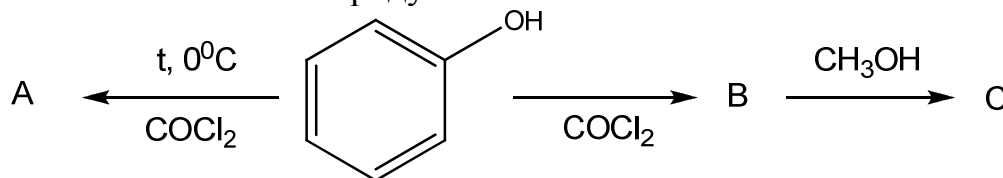
2. Осуществите синтез фталевой кислоты из бензола. Назовите промежуточные продукты.

3. Почему не известны в чистом виде некоторые производные угольной кислоты: монохлорангидрид угольной кислоты и моноамид (карбаминовая кислота)? Ответ поясните.

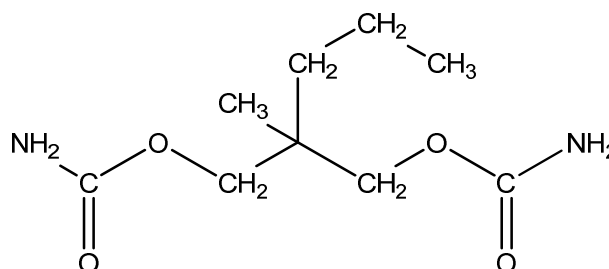
4. Расположите в ряд по уменьшению основности следующие соединения:



5. При взаимодействии фосгена со спиртами, в зависимости от условий, могут быть получены продукты моно- и дизамещения. Допишите схемы реакций и назовите конечные продукты:



6. Медицинский препарат мепробамат (транквилизатор) относится по химическому строению к эфирам карбаминовой кислоты - уретанам:



Предложите способ его получения. Назовите исходные продукты синтеза препарата.

ЗАНЯТИЕ №19

ТЕМА: ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ АРОМАТИЧЕСКОГО РЯДА. КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ №2

МОТИВАЦИЯ ТЕМЫ: Биологически активные гетерофункциональные производные ароматического ряда играют важную роль в протекании естественных биохимических процессов живых организмов, осуществляют энергетические, структурные и пластические функции клетки. Многие из соединений изучаемых классов являются лекарственными препаратами или полупродуктами для их получения.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания строения и химических свойств основных представителей лекарственных соединений ароматического ряда.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ

1. Химическая характеристика п-аминофенола.
2. Функциональный анализ салицилатов.
3. п-Аминобензойная кислота и её производные.
4. Сульфаниламидные препараты.

ОБУЧАЮЩИЕ ЗАДАЧИ И ЭТАЛОНЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Задача 1

Салициловая кислота является родоначальником большой группы лекарственных средств и производится в крупном масштабе. Приведите промышленный способ получения кислоты из доступного сырья и дайте примеры лекарственных средств, получаемых на ее основе.

Решение.

Общий подход.

Салициловая, о-оксибензойная кислота, является гетерофункциональным соединением бензойного ряда. Если в качестве исходного соединения взять бензол, то задача синтеза кислоты в конечном итоге вводится к введению в бензольное ядро двух функций гидроксильной и карбоксильной групп в орто-положение друг к другу.

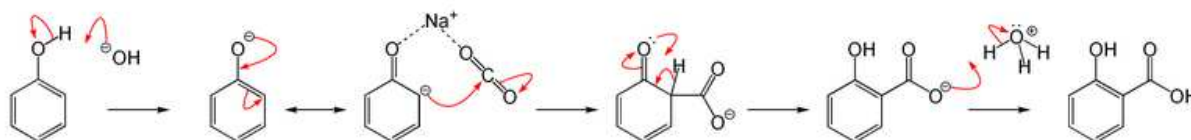
Электронное строение бензола обуславливает реакции электрофильного замещения (S_E). Гидроксильная группа является нуклеофилом и поэтому нельзя осуществить прямой введение ее в ядро.

Тот факт, что атом углерода в $COOH$ -группе электрофилен, свидетельствует о возможности прямого введения карбоксильной группы в ядро реакцией электрофильного замещения. Реагентом может служить диоксид углерода CO_2 , очень слабый электрофил. Для того, чтобы прошла реакция, необходимо предусмотреть активации бензольного ядра, например

введением в него сильного электронодонорного заместителя (ОН, группы).

В качестве исходного соединения возьмем фенол, который является дешевым промышленным продуктом. Гидроксильная группа в феноле вследствие сильного + М-эффекта активирует бензольное ядро и направляет последующее замещение в о- и п-положения. Это позволяет использовать прямое карбоксилирование фенола (реакция Кольбе) для синтеза салициловой кислоты. Обычно реакционную способность бензольного ядра в реакциях электрофильного замещения еще более повышают, применяя в качестве исходного сырья не сам фенол, а его соль - фенолят натрия.

Через сухой фенолят натрия в автоклаве сначала пропускают углекислоту при комнатной температуре, а затем повышают температуру до 125-140°C. При этом создается небольшое давление (4-5 атм.) диоксида углерода. После подкисления реакционной смеси выделяют салициловую кислоту:



Прямое карбоксилирование фенола является наиболее простым способом получения салициловой кислоты. В качестве сырья используются доступные промышленные продукты: фенол, диоксид углерода, едкий натр, минеральная кислота. Основная реакция является одностадийным процессом, идущим без выделения побочных продуктов. Метод широко используется в фармацевтической промышленности.

Салициловая кислота значительно более сильная, чем бензойная. Это связано с образованием внутримолекулярной водородной связи, которая способствует стабилизации карбоксилат-аниона, следовательно, приводит к возрастанию кислотности. Салициловая кислота, подобно другим альфа-оксикислотам, при интенсивном нагревании легко декарбоксилируется с образованием фенола.

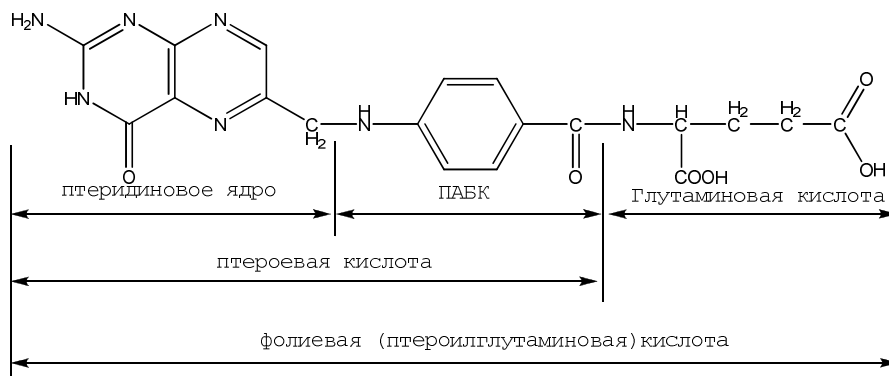
На основе салициловой кислоты получают лекарственные средства (салицилаты), обладающие обезболивающим (анальгезирующим), противовоспалительным и жаропонижающим действием. С химической точки зрения салицилаты в основном являются сложноэфирными производными, полученными с использованием обеих функций салициловой кислоты. Наибольшее применение как лекарственное средство имеет ацетилсалициловая кислота (аспирин). Салол используется как антисептическое средство при кишечных заболеваниях и примечателен тем, что, проходя через кислую среду желудка без гидролитического расщепления, рассасывается лишь в кишечнике. Его используют также в качестве материала защитных оболочек некоторых лекарств, нестабильных в кислой среде желудка. Метилсалицилат применяется как наружное средство в виде мазей.

Задача 2.

К каким изменениям в биохимической роли п-аминобензойной кислоты приводят замена карбоксильной группы на сульфогруппу?

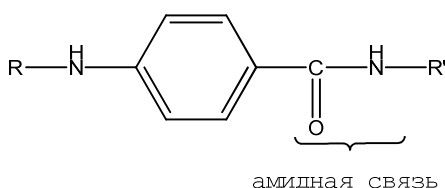
Решение

Общий подход. п-Аминобензойная кислота (ПАБК) является гетерофункциональным соединением. Некоторые сложные эфиры (производные по COOH-группе) применяются в качестве местноанестезирующих средств:



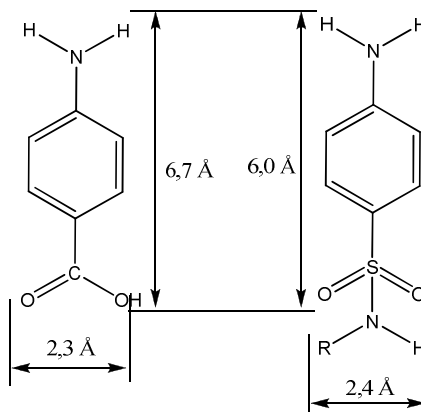
Одним из важнейших производных ПАБК одновременно по двум функциональным группам является фолиевая кислота (витамин В₆).

Название произошло от источника ее выделения - листья шпината. ПАБК в фолиевой кислоте алкилирована по аминогруппе и образует амид по карбоксильной группе:



Птеридиновое ядро является конденсированной системой двух шести членных гетероциклов: пиримидина (1,3-диазина) и пиразина (1,4-диазина). В фолиевую кислоту входит 2-амино-4-оксо-6-мегилптеридин.

I этап. Амиды п-аминсульфобензойной (сульфаниловой) кислоты составляют группу бактериостатических, так называемых сульфаниламидных препаратов. ПАБК структурно подобна амиду сульфаниловой кислоты:



При наличии в бактериальной среде ПАБК и сульфаниламидов они

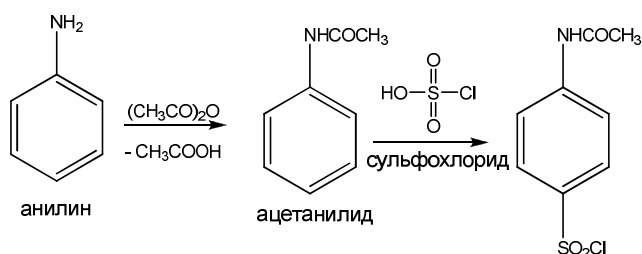
конкурируют между собой на стадии образования птероевой кислоты. Сульфаниламиды реагируют с молекулой производного птеридина, поскольку присутствуют в достаточно высоких концентрациях. Наличие сульфамидной группы препятствует взаимодействию с глутаминовой кислотой и тем самым прекращается (блокируется) биосинтез фолиевой кислоты. Блокирование синтеза фолиевой кислоты приводит к нарушению синтеза нуклеиновых кислот, вследствие чего подавляется рост и размножение бактерий. Таким образом, сульфаниламиды проявляют антибактериальные свойства. Сульфаниламиды рассматриваются как антиметаболиты п-аминобензойной кислоты.

Антиметаболит - молекула, обладающая структурным сходством с природным субстратом (метаболитом) и конкурирующая с ним за фермент. Образующиеся соединения не могут использоваться организмом.

Поскольку организм человека не способен синтезировать фолиевую кислоту и получает ее извне, то он мало подвержен действию сульфаниламидов в низких концентрациях.

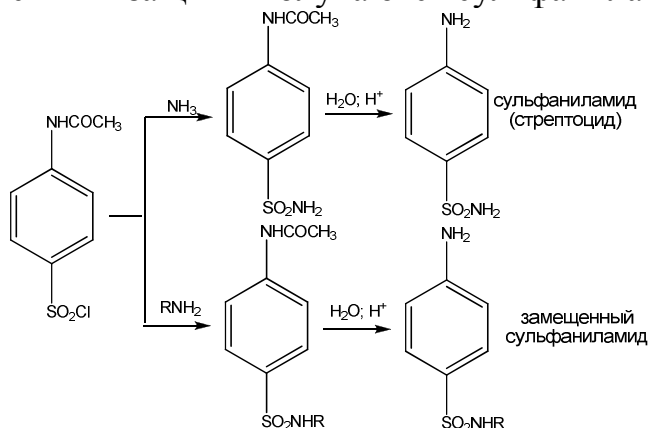
2 этап. Простейший представитель сульфаниламидных препаратов - амид сульфаниловой кислоты - называется стрептоцидом (от названия микроорганизмов - стрептококки).

Стрептоцид получают сульфированием анилина с последующим введением в нее амидной группы. При этом предварительно нужно защитить реакционноспособную аминогруппу, например, её ацилированием (уксусным ангидридом):



Сульфирование проводят, как правило, не самой серной кислотой, а ее хлорангидридом (сульфохлоридом).

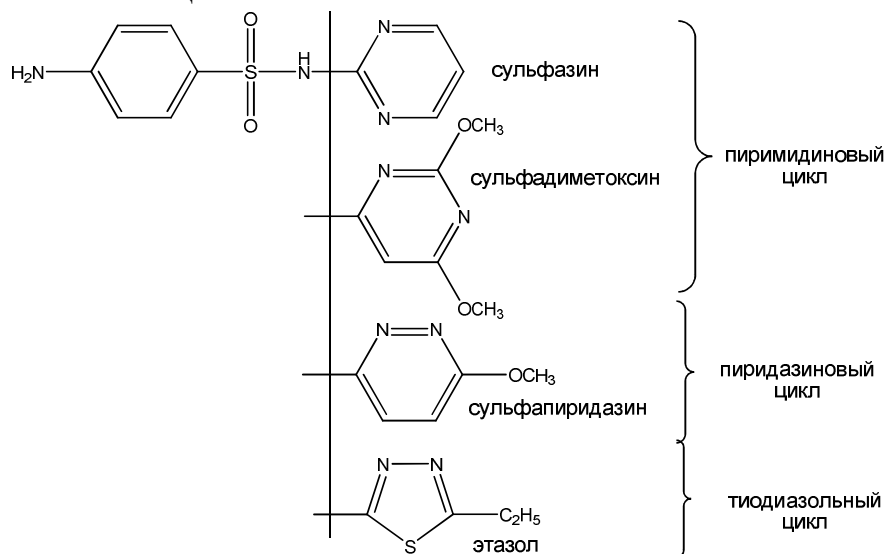
В полученном соединении атом хлора может легко замещаться на аминогруппы. После снятия защиты получают сульфаниламиды:



Антибактериальная активность и токсичность сульфаниламидов зависят

от природы радикала, связанного с амидным азотом.

В общей сложности синтезировано свыше 5000 аналогов сульфаниламидов, однако практическое применение из них нашло очень небольшое число препаратов, в которых радикал содержит гетероциклическое кольцо:



Амиды о- и м-аминосulfобензойных кислот бактериостатической активности не проявляют.

Заключение. Сульфаниловая кислота и ее N-замещенные амиды являются антиметаболитами по отношению к п-аминобензойной кислоте и проявляют антибактериальное действие.

ЗАНЯТИЕ №20**ИТОГОВЫЙ МОДУЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ****Перечень
контрольных вопросов к сдаче итогового модуля
по курсу органической химии.**

1. Органическая химия как наука: определение, предмет и задачи, разделы, методы исследования. Значение в системе высшего медицинского образования.
2. Классификация органических соединений по строению углеродного радикала и природой функциональных групп.
3. Строение важнейших классов органических соединений по природе функциональных групп: спиртов, фенолов, тиолов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, сложных эфиров, амидов, нитросоединений, аминов.
4. Номенклатура органических соединений: тривиальная, рациональная, международная. Принципы образования названий органических соединений по номенклатуре ИЮПАК: заместительной, радикало-функциональной.
5. Теория строения органических соединений. Химическое строение молекул; понятие про структурные изомеры.
6. Природа химической связи в органических соединениях: гибридизация орбитале, электронное строение соединений углерода.
7. Делокализация электронов и сопряженные системы в органических соединениях. Сопряжённые системы с открытой цепью: электронное строение и химические свойства 1,3-диенов.
8. Сопряженные системы с замкнутой цепью: электронное строение бензола; ароматичность у ряда одно- и многоядерных аренов, гетероциклических соединений.
9. Взаимное влияние атомов в органических молекулах: поляризация связей; индуктивный (I_{\pm}) и мезомерный (M_{\pm}) эффекты. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на реакционную способность молекул.
10. Пространственное строение биоорганических соединений: формулы стереохимий; конфигурация и конформация. Стереизомеры: геометрические, оптические, поворотные (конформеры).
11. Геометрическая изомерия в замещенных алкенах, циклоалканах, ненасыщенных высших жирных кислотах, дикарбоновых кислотах. *Цис*-, *транс*- и *E/Z*-номенклатурные системы.
12. Оптическая изомерия; хиральность молекул органических соединений. *D/L*- и *R/S*- стереохимические номенклатуры. Энантиомеры и диастереомеры биоорганических соединений. Связь пространственного строения с физиологической активностью.

13. Поворотные (конформационные) изомеры; проекционные формулы Ньюмена. Энергетические характеристики конформационных изомеров углеводов в *син*-, *анти*- и *гош*- конформации.
14. Конформационные изомеры циклических углеводов; аксиальные и экваториальные связи в молекуле циклогексана. Значения конформационной изомерии для образования пространственной структуры биомолекул.
15. Типы реакций в биорганической химии: классификация по результатам (направленностью) и механизмом реакции.
16. Характеристика и примеры отдельных типов реакций в биорганической химии: присоединение, замещение, отщепление (элиминирование), перегруппировка, окисление и .
17. Характеристика и примеры гомолитических (радикальных) и гетеролитических (ионных) реакций в биорганической химии. Электрофильные и нуклеофильные реагенты.
18. Окислительно-восстановительные реакции в биорганической химии. Свободнорадикальные реакции образования пероксидных соединений, их биомедицинское значение в норме и при условиях патологии клетки.
19. Кислотные и основные свойства биорганических соединений: протонная теория Бренстеда; теория кислот и аний Льюиса.
20. Гидроксилсодержащие соединения - спирты и тиолы в биорганической химии: строение, свойства, биомедицинское значение отдельных представителей.
21. Фенолы: строение, свойства, биомедицинское значение. Характеристика представителей одноатомных (фенол, крезол) и двухатомных (пирокатехин, резорцин, гидрохинон) фенолов.
22. Тиолы (меркаптаны), сульфиды и дисульфиды в биорганической химии: строение, свойства.
23. Карбонильные соединения в биорганической химии. Химические свойства и биомедицинское значение альдегидов и кетонов.
24. Карбоновые кислоты в биорганической химии: строение и химические свойства; функциональные производные карбоновых кислот (ангидрид, амиды, сложные эфиры). Реакции декарбоксилирования.
25. Строение и свойства дикарбоновых кислот: щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой, фумаровой.
26. Строение и свойства угольной кислоты и ее производных. Уретаны, уреиды кислот, мочевины.
27. Сложные эфиры карбоновых кислот: номенклатура, образование, свойства.
28. Амины: номенклатура, свойства. Биомедицинское значение биогенных аминов (адреналина, норадреналина, дофамин, триптамин, серотонина, гистамина) и полиаминов (спермидина, спермина, путресцина, кадаверина).
29. Ароматические амины: строение, свойства. Анилин как

предшественник в синтезе лекарственных средств - сульфаниламида, фенацетина, анестезина, новокаина.

30. Аминоспирты: строение, свойства. Биомедицинское значение этаноламина (коламина), холина, ацетилхолина.
31. Гидроксикислоты в биоорганической химии: строение и свойства монокарбоновых (молочной, гидроксимасляной) дикарбоновых (яблочной, винной) и трикарбоновых (лимонной, цис-аконитовой) гидроксикислот.
32. Аминокислоты: строение, стереоизомерия, химические свойства. Биомедицинское значение L-аминокислот. Реакции биохимических превращений аминокислот: дезаминирование, трансаминирование, декарбоксилирование.
33. Строение и свойства наиболее распространенных в биообъектах оксокислот: пировиноградной, ацетоуксусной, шавелевоуксусной, кетоглутаровой. Понятие о кетонных телах.
34. Фенолокислоты. Салициловая кислота и ее производные как противовоспалительные (ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, салицилат натрия) и противомикробные (фенилсалицилат) средства.