



ПРАКТИКУМ

для самостоятельной подготовки студентов специальностей
7.110101 «лечебное дело» и **7.110104 «педиатрия»**
к практическим занятиям по биорганической химии

Модуль 1. Биорганическая химия

Студента(ки) ____ группы I курса медицинского факультета

Ф.И.О.

Запорожье
2013

Практикум для самостоятельной подготовки студентов к практическим занятиям по биоорганической химии составили:

Коваленко С.И. – д.фарм.н., профессор

Прийменко 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., доцент

Антипенко Л.Н. – к.фарм.н., старший преподаватель

Казунин М.С. – ассистент

Под общей редакцией заведующего кафедрой органической и биоорганической химии д.фарм.н., профессора **Коваленко С.И.**

Рецензенты:

Заведующая кафедрой биологической химии и лабораторной диагностики д.х.н., доцент **Александрова Е.В.**

Заведующий кафедрой токсикологической и неорганической химии д.фарм.н., профессор **Буряк В.П.**

**ПЛАН
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ МОДУЛЯ 1
«Биоорганическая химия»**

| № п/п | Тема практического занятия | Часы |
|-------|---|-----------|
| 1 | Пространственное строение органических молекул. Принципы номенклатуры | 2 |
| 2 | Электронное строение химических связей и взаимное влияние атомов в органических молекулах | 2 |
| 3 | Исследование реакционной способности углеводов | 2 |
| 4 | Исследование кислотных и основных свойств органических соединений. Реакции окисления. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. | 2 |
| 5 | Практические навыки и решение ситуационных задач по теме «Теоретические основы строения и реакционной способности органических соединений» | 2 |
| 6 | Биологически важные реакции карбонильных соединений | 2 |
| 7 | Исследование химических свойств карбоновых кислот и их функциональных производных. Липиды | 2 |
| 8 | Гетерофункциональные органические соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности живых организмов | 2 |
| 9 | Биологически активные гетерофункциональные производные бензольного и гетероциклического ряда | 2 |
| 10 | Практические навыки и решение ситуационных задач по теме «Гетерофункциональные органические соединения-метаболиты и родоначальники важнейших групп лекарственных средств. Карбоновые кислоты и их функциональные производные. Липиды» | 2 |
| 11 | Исследование химических свойств моносахаридов | 2 |
| 12 | Исследование структуры, химических свойств и биологических функций дисахаридов и полисахаридов | 2 |
| 13 | α -Аминокислоты, пептиды и белки | 2 |
| 14 | Нуклеозиды, нуклеотиды. Первичная, вторичная структура нуклеиновых кислот | 2 |
| 15 | Итоговый модульный контроль: «Биологически важные классы биоорганических соединений. Биополимеры и их структурные компоненты | 2 |
| | ИТОГО | 30 |

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

| | Минимальная сумма баллов | Максимальная сумма баллов |
|--|-----------------------------|------------------------------|
| Всего за содержательные модули | 70 | 112 |
| Индивидуальная СРС: Подготовка обзора научной литературы по представленным темам | – | 8 |
| Итоговый тестовый контроль усвоения модуля 1 | 50 | 80 |
| ВСЕГО сума баллов по модулю 1 | 120 | 200 |

Примечание: при усвоении темы студенту засчитываются баллы: «отлично» - 8 баллов, «хорошо» - 7 баллов, «удовлетворительно» - 5 баллов, «неудовлетворительно» - 0 баллов.

Студент допускается до итогового модульного контроля при выполнении условий учебной программы и в случае, если за текущее обучение (14 занятий) он набрал не менее 70 баллов ($14 \times 5 = 70$).

Модуль засчитывается студенту, если он набрал при итоговом модульном контроле не менее 50 баллов.

**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 отсутствии 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 необходимо 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

1. ТЕМА: Пространственное строение органических молекул. Принципы номенклатуры.

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Бурное развитие теоретической и прикладной органической химии создало серьёзные проблемы для быстрого освоения огромного потока новой информации и теоретического осмысления всего фактического материала. В связи с этим усвоение химического языка, номенклатурных правил, формирование представлений о единстве строения, конфигурации, конформации органических молекул имеет первостепенное значение для успешного изучения и обмена химической информацией, понимания связи «структура - биологическая активность».

3 ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Сформировать знание основных принципов классификации, химической номенклатуры, пространственного строения органических соединений и умение использовать их в решении номенклатурных, структурных задач, функциональном анализе лекарственных веществ.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

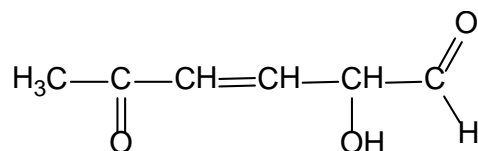
1. Структурная теория. А. М. Бутлерова.
2. Строение метана.
3. Строение этилена, ацетилен.
4. Номенклатура органических соединений.
5. Конформация этана и их энергетические характеристики.
6. Конформации циклогексана и метилциклогексана.

4.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ.

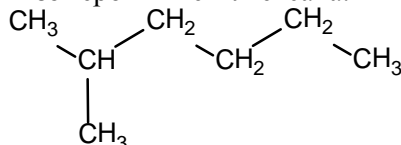
1. В результате углеводного обмена образуется α -кетоглутаровая кислота, являющаяся 2-оксопентандионовой кислотой. Напишите ее структурную формулу.
2. Изобразите в проекции Ньюмена заторможенную конформацию хлорэтана.
3. Изобразите наиболее предпочтительную конформацию бромциклогексана.

4.3 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Выберите наиболее правильное название (согласно номенклатуре IUPAC) для следующего соединения:



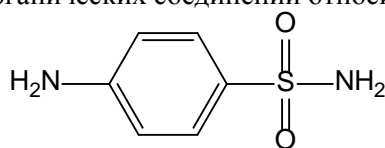
- A. 2-гидрокси-5-оксогексен-3-аль
 - B. 2,6-диоксо-5-гидроксигексен-3
 - C. 1,5-диоксогексен-3-ол-2
 - D. 1-оксо-2-гидроксигексен-3-он-4
 - E. 2-оксо-5-гидроксигексеналь
2. Укажите вещество, являющееся изомером 2-метилгексана:



- A. н-гептан
- B. 2,3-диметилбутан
- C. 2,2,3-триметилпентан
- D. 3-этилгексан
- E. 3-метилгексен-1

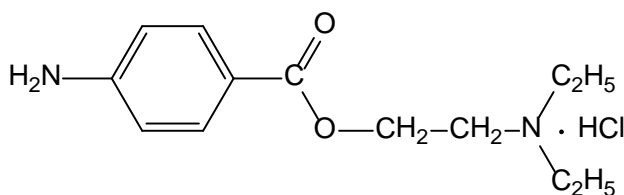
Е. щавелевоуксусная кислота

8. Определите, к какому классу органических соединений относится стрептоцид:



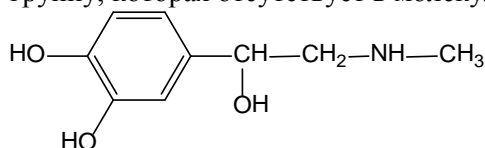
- А. Ароматическая кислота
- В. Ароматическая сульфокислота
- С. Карбоциклический амин
- Д. Ароматический амин
- Е. Амид ароматической сульфокислоты

9. Укажите функциональную группу, которая отсутствует в молекуле анестезина:



- А. алифатическая аминогруппа
- В. альдегидная группа
- С. первичная аминогруппа
- Д. сложноэфирная группа
- Е. карбонильная группа

10. Укажите функциональную группу, которая отсутствует в молекуле адреналина:



- А. Фенольный гидроксил
- В. Вторичная аминогруппа
- С. Первичный спиртовый гидроксил
- Д. Ароматическое ядро
- Е. Вторичный спиртовый гидроксил

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. Губський Ю.І. Біорганічна хімія.- Вінниця: Нова книга, 2005.-с.16-39, 54-62.
2. Тюкавкина Н.А.,Бауков Ю.И. Биоорганическая химия.- М.:Медицина,1991 с.9-29,51-67.
3. Артемьева Н.Н.,Белобородов В.Л.и др. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии. М.:Медицина, 1985.-С.24-33.
4. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ №2

1. ТЕМА: _Электронное строение химических связей и взаимное влияние атомов в органических молекулах.

2. 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 биологически важных органических соединений, дают возможность качественно проводить сравнение термодинамической устойчивости соединений, интерпретировать механизмы биохимических реакций.

3. ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Сформировать знания о строении химических связей, электронных эффектах заместителей и строении молекул с сопряженными связями как термодинамически устойчивых систем, используемых при построении биологически важных структур.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

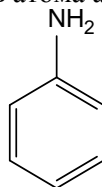
1. Строение химических связей.
2. Понятие гибридизации.
3. Природа водородной связи.
4. Сопряженные системы, энергия сопряжения, π - π и p - π сопряжение.
5. Электронные.

4.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.

1. Определите состояние гибридизации атомов углерода в молекулах следующих соединений: 1-пентен-ин-3, пентадиен-2,3, нафталин, пиррол, фуран, пиридин, ферроцен.
2. Сравните распределение электронной плотности в молекуле гепта-диен-2,4-овой кислоты и бутадиена-1,3.
3. Ретиналь, принимающий участие в процессе зрения, содержит сопряженную систему с открытой цепью. Обозначьте сопряженную цепь и укажите вид и знак электронных эффектов альдегидной группы.

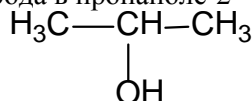
4.3 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Укажите вид и знак электронных эффектов атома азота в молекуле анилина:



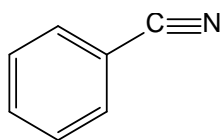
- A. -I
- B. +I; +M
- C. -I; -M
- D. +I
- E. -I; +M

2. Укажите вид и знак эффектов кислорода в пропанол-2



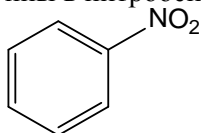
- A. -I
- B. +I
- C. -M
- D. +M
- E. -I; +M

3. Укажите вид и знак эффектов цианогруппы в бензонитриле:



- A. -I; -M
- B. -I; +M
- C. -I
- D. +M
- E. +I

4. Укажите вид и знак эффектов нитрогруппы в нитробензоле:

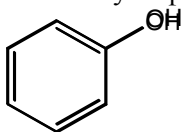


- A. -I
- B. +I
- C. +M
- D. -I; +M
- E. -I; -M

5. Укажите вид и знак эффектов кислорода в молекуле спирта
 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$

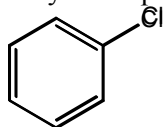
- A. +I
- B. -I
- C. +M
- D. -M
- E. -I; +M

6. Укажите вид и знак эффектов кислорода в молекуле фенола



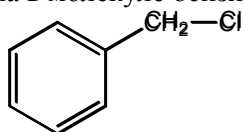
- A. -I
- B. +I; +M
- C. -I; +M
- D. +I
- E. -I; -M

7. Укажите вид и знак эффектов хлора в молекуле хлорбензола



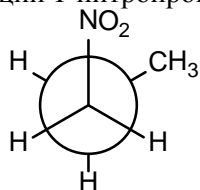
- A. +M
- B. -M
- C. -I; +M
- D. -I; +M
- E. +I; +M

8. Укажите вид и знак эффектов галогена в молекуле бензилхлорида:



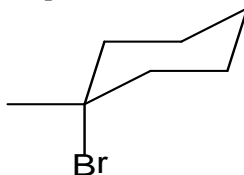
- A. +I
- B. -I
- C. -I; +M
- D. +I; +M
- E. +M

9. Укажите правильное название конформации 1-нитропропана



- A. заслоненная
- B. Гаусс-конформация
- C. Ванна
- D. Анти-конформация
- E. Кресло

10. Укажите размещение брома в молекуле бромциклогексана



- A. Экваториальное
- B. Центральное
- C. Параллельное
- D. Боковое
- E. Аксиальное

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.- Вінниця: Нова книга, 2005-с.31-43
2. Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков. Биоорганическая химия. - М.: Медицина 1991., с. 29-49.
3. Н.Н. Артемьева, В.Л. Белобородов и др. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии.-М.:Медицина, 1985.-С.34-42.
4. Конспект лекций.

ЗАНЯТИЕ 3

1. ТЕМА: Исследование реакционной способности углеводородов

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Ациклические и циклические 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 (кверцит, инозит, стрептидин и т.д.).

3. ЦЕЛЬ: Сформировать умение прогнозировать способность основных групп углеводородов к гомолитическому или гетеролитическому превращению во взаимосвязи с электронным строением атома углерода и электронными эффектами заместителей или гетероатомов, введенных в ароматическое ядро.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Реакция радикального замещения алканов, циклоалканов (S_R)
2. Реакции электрофильного присоединения (A_E) алкенов, алкадиенов и алкинов.
3. Строение аренов.
4. Реакции электрофильного замещения (S_E) аренов, гетероароматических соединений.
5. Реакции окисления углеводородов.

4.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Протокол № 3

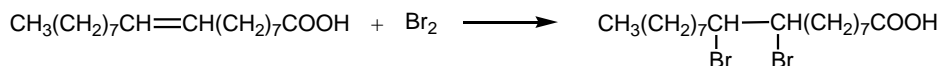
Дата _____

Опыт № 1

Бромирование непредельных соединений.

В пробирку поместите 3–4 капли олеиновой кислоты и растворите ее в четыреххлористом углероде (CCl_4). Уровень жидкости в пробирке должен составлять 0,5 см. Добавьте в пробирку 4–5 капель 5% раствора брома в четыреххлористом углероде. Отметьте наблюдаемые изменения.

Химизм:



Наблюдения:

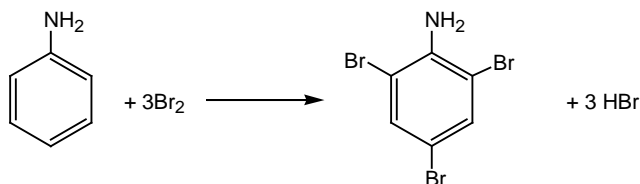
Выводы:

Опыт № 2

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:

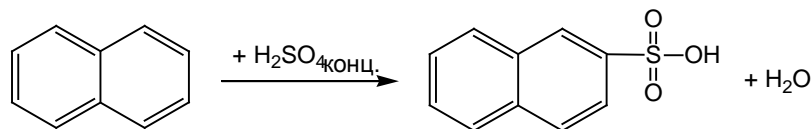
Выводы:

Опыт № 3

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 -нафталинсульфокислоты (β -сульфонафталина)

Химизм:



Наблюдения:

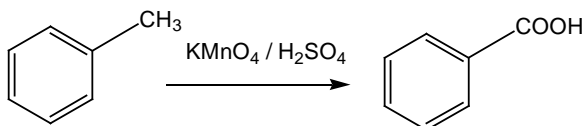
Выводы:

Опыт № 4

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:

4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.

1. Напишите реакцию гидратации ацетилена (реакция Кучерова). Какой конечный продукт образуется в результате реакции?
2. При бромировании этилбензола замещение может происходить в ароматическом ядре и в боковой цепи. Проведите бромирование этилбензола по каждому из этих направлений и назовите продукты реакции. Укажите условия и механизмы этих реакций.
3. Напишите формулы фурана, тиафена, пиррола, пиразола, имидазола, пиридина, пиримидина, пурина. Приведите нумерацию атомов. Покажите соответствие этих соединений критериям ароматичности.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2005. – с. 72-74.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. – М.: Медицина, 1991. – С. 45-49, 117-146.
3. Конспект лекций.
4. Артемьева Н.Н., Белобородов В.Л. и др. Руководство по биоорганической химии. – М.: Медицина, 1985. – С. 66, 79, 80, 136.

ЗАНЯТИЕ 4

1. ТЕМА: Исследование кислотных и основных свойств органических соединений. Реакция окисления. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода.

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

3. ЦЕЛЬ: Сформировать знания кислотности и основности органических соединений, их отношения к окислению как важнейших свойств, обуславливающих протекание многих химических реакций в живых организмах.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Кислотность и основность по Бренстеду-Лоури. Нуклеофильность веществ.
2. Влияние электронных и структурных факторов на силу кислот и оснований. Причинно-следственная связь свойств и структуры молекул.
3. Влияние молекулярной водородной связи на физические свойства соединений.
4. Реакция окисления. Окислительные агенты.
5. Реакция нуклеофильного замещения у насыщенного С-атома (S_N).
6. Реакция элиминирования (E)

4.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Протокол № 4

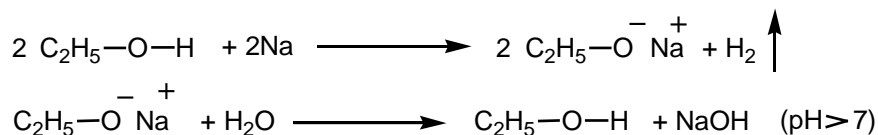
Дата _____

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:

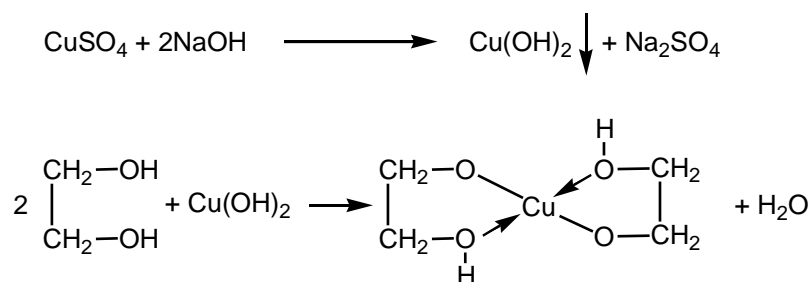
Опыт № 2

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:

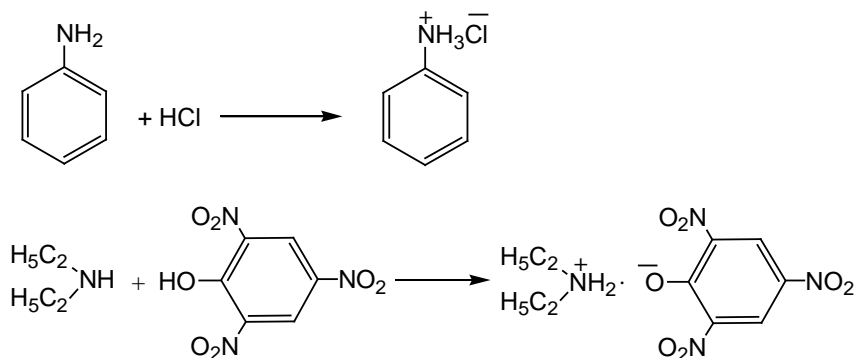
Опыт № 3

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 диэтиламина $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$ 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:

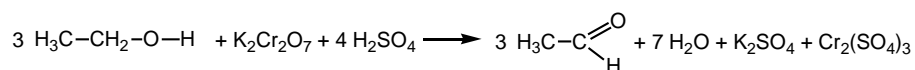
Выводы:

Опыт № 4

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:

4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. Хлорэтан (1,1,1-трихлоро-2-метилпропанол-2) оказывает общеуспокаивающее и легкое наркотическое действие. Сравните кислотность хлорэтана и н-пропилового спирта. Оцените отношение этих спиртов к окислению. Напишите уравнения реакций.
 2. Представители каких классов органических соединений получаются при взаимодействии этилбромида со следующими реагентами:
а) NH_3 ; б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$; в) NaCN ; г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$
 3. Определите структуру соединений А, Б, В, Г и назовите их.
- а) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+} \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{B} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{O}} \text{C} \xrightarrow{\text{Cu}(\text{OH})_2} \text{D}$
- б) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Br} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{KOH}} \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{B} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{H}^+} \text{C} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{D}$

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2005. – с. 67-71, 100-103, 107-112.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. – М.: Медицина, 1991. – С. 100-112, 149-178, 214-224.
3. Конспект лекций.
4. Артемьева Н.Н., Белобородов В.Л. и др. Руководство по биоорганической химии. – М.: Медицина, 1985. – С. 42-53, 135.

Занятие 5

1. ТЕМА: Практические навыки и решение ситуационных задач по теме «Теоретические основы строения и реакционной способности органических соединений».

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Знание номенклатуры органических соединений, их конформационных и конфигурационных особенностей, взаимного влияние атомов в молекулах – является определяющим при прогнозировании физико-химических свойств, реакционной способности того или иного класса органических веществ, способствует глубокому пониманию механизмов радикальных, электрофильных реакций, протекающих *in vivo*, *in vitro*, а также формированию представлений о фармакотерапевтических свойствах лекарственных препаратов.

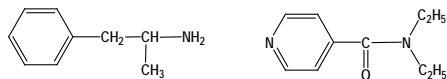
3. ЦЕЛЬ: Закрепление и творческое развитие знаний о закономерностях в химическом поведении основных классов органических соединений во взаимосвязи с их химическим строением.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. СВОДНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

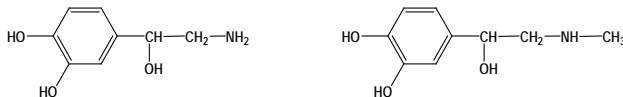
1. Дайте определение понятию «конформеры». Изобразите в проекции Ньюмена заслоненную и заторможенную конформации этана, хлористого этила, этанола, и сравните их энергетическое состояние. Изобразите возможные конформации открытой шестиугольной цепи. Чем обусловлено стремление к образованию пяти- и шестичленных циклов?
2. Изобразите циклогексан в конформации «кресла». Укажите аксиальные и экваториальные связи.
3. Какой вид стереоизомерии характерен для алкенов и циклоалканов? Дайте определение понятию π -диастереомеров. Напишите цис- и транс-изомеры для этилендикарбоновой и циклогександикарбоновой-1,4 кислот.
4. Приведите электронное строение С-С-связи в алканах. Какой тип реакции по направлению и механизму характерен для алканов. Приведите схему гомолитического (радикального) и гетеролитического (ионного) разрыва ковалентной связи. Укажите электронное строение активной промежуточной частицы - метильного радикала.
5. Что такое радикальные цепные реакции? Напишите реакции галогенирования (бромирования) пропана, циклогексана и опишите механизм (S_R).
6. Приведите электронное строение этилена и бутадиена-1,3. Какие реакции по направлению и механизму характерны для алкенов? Какие реагенты называются электрофильными? Напишите реакцию электрофильного присоединения (A_E) галогенов, галагеноводородов и воды (с кислотным катализатором) к этилену, пропилену, бутену-2, бутандиену-1,3. Опишите механизм.
7. Дайте определение понятию «сопряжение» и укажите особенность реакции A_E в сопряженных диенах. Может ли продукт реакции гидрирования бутадиена-1,3 существовать в виде цис-, транс-изомеров?
8. Объясните влияние заместителей на реакционную способность двойной связи в реакциях A_E . Объясните правило Марковникова.
9. Напишите реакцию бромирования циклопропана. Укажите особенности ее протекания, связанные с электронным строением.
10. Приведите электронное строение бензола. Дайте определения понятиям «энергия сопряжения» (стабилизации) и «ароматичность». Приведите критерии ароматичности (правило Хюккеля). Объясните, почему гетероциклические (пиррол, фуран, тиофен, имидазол, пиридин, пиримидин, пурин) соединения обладают ароматическим характером. Сравните энергии систем с открытой и замкнутой цепью сопряжения на примере гептатриена- 1,3,5 и бензола.
11. Напишите реакции галогенирования, сульфирования, алкилирования тулола, анилина, фенола, бензойной кислоты, нафталина, фурана, тиофена, пиррола, пиридина. Опишите механизм. Объясните активирующее (деактивирующее), а также ориентирующее влияние заместителей и гетероатомов в ароматическом ядре.
12. Охарактеризуйте отношение к окислению перманганатом калия алканов, алкенов и аренов. Напишите эту реакцию для пропилена. Почему она используется как качественная на двойную связь?
13. Дайте определение понятиям "основность" и "кислотность" по Брнстеду-Лоури. Объясните амфотерный характер спиртов и связанное с ним явление межмолекулярной ассоциации. Как это явление влияет на температуру кипения и растворимость спиртов?
14. Сравните основность соединений в группах:
 - А. диэтиловый эфир, диэтилсульфид, диметилаланин;
 - В. диэтиловый эфир, диметилсульфид, диметилаланин; Для наиболее сильного основания

напишите реакцию получения солянокислой соли.



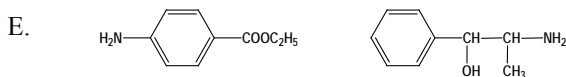
С. **Фенамин** **Кордиамин**

Приведите формулу сернохлорной соли фенамина.

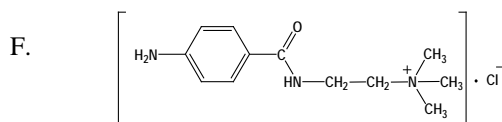


Д. **Адреналин** **Норадреналин**

Для наиболее сильного основания напишите реакцию получения солянокислой соли.



Е. **Анестезин** **Эфедрин**

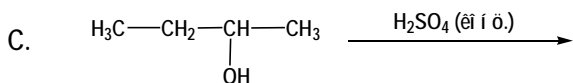
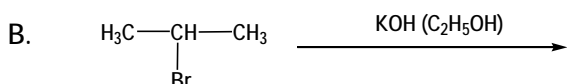
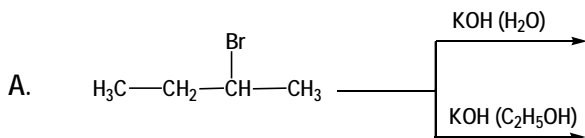


Ф. **Новокаионамид**

По какому атому азота прошло протонирование и почему?

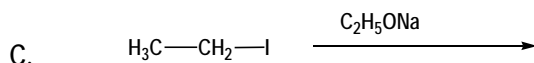
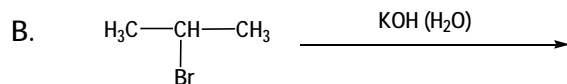
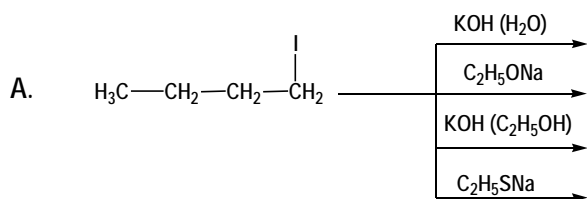
15. Сравните кислотные свойства соединений в группах:
- фенол, *p*-аминофенол;
 - фенол, *p*-оксифенол;
 - n*-пропиловый спирт, 2-хлорпропанол-1, 2-метилпропанол-1;
 - этиловый спирт, этилмеркаптан, уксусная кислота;
 - n*-пропиловый спирт, глицерин. Приведите качественную реакцию, позволяющую различить эти спирты.
16. Охарактеризуйте отношение к окислению перманганатом калия алканов, алкенов и аренов. Напишите эту реакцию для пропилена. Почему она используется как качественная на двойную связь? Как относятся к окислению спирты, фенолы, альдегиды и кетоны? Напишите реакцию окисления *n*-пропилового спирта, изопропилового спирта, метилового спирта, ацетальдегида, гидрохинона. Укажите окисляющие реагенты. Какие из названных соединений (или промежуточных продуктов их окисления) будут давать реакцию "серебряного зеркала"? Встречается ли в организме тип окислительно-восстановительных реакций, характерный для гидрохинона?
17. Чем обусловлена возможность протекания реакций нуклеофильного замещения (S_N) и элиминирования (E) в ряду спиртов и галогенпроизводных? Объясните понятия "нуклеофильность" и "основность".

Напишите реакции:

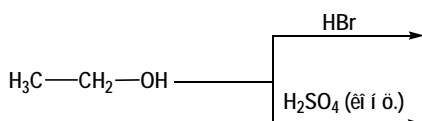


Опишите механизм. Для каких продуктов возможно существование *цис-транс*-изомеров?

Напишите реакции:



Как можно проверить доброкачественность продукта реакции?



По каким механизмам протекают эти реакции? К каким классам соединений относятся продукты реакции?

18. Рассмотрите электронное строение оксогруппы и объясните в сравнении с C=C связью, почему альдегидам и кетонам свойственны реакции нуклеофильного присоединения (A_N) по C=O связи. Объясните роль кислотного катализа и сравните влияние заместителей на реакционную способность оксо-группы на примере альдегидов и кетонов.

19. Напишите реакции взаимодействия HCN, этиламина, метилового и этилового спиртов, воды, литийалюминийгидрида со следующими альдегидами и кетонами: муравьиный альдегид, ацетальдегид, трихлоруксусный альдегид, ацетон. Опишите механизм этих реакций и укажите нуклеофилы. Обоснуйте необходимость использования кислотного катализа при синтезе ацеталей. Проведите гидролиз ацеталей. Какую роль в организме играют реакции альдегидов со спиртами и аминами? Чем объясняется различная устойчивость гидратных форм названных альдегидов? Какое применение в медицине имеют гидраты альдегидов?

20. Объясните СН-кислотность в α -положении к оксо-группе и связанную с этим способность оксосоединений вступать в альдольное присоединение (альдольную конденсацию) и галоморфные реакции. Напишите реакции альдольной конденсации уксусного и пропионового альдегидов. Опишите механизм. Встречается ли этот тип реакций в организме? Какие структурные особенности определяют участие альдегидов в этой реакции? Будет ли вступать в реакцию альдольной конденсации триметилуксусный альдегид? Напишите реакции "йодоформной пробы" на ацетон и ацетальдегид. С какой целью используется эта реакция?

21. Напишите реакцию диспропорционирования (реакция Каницарро) на примере формальдегида и бензальдегида. Какие структурные особенности определяют участие альдегидов в этой реакции?

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.-Вінниця: Нова книга, 2005. – с.16-112.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия.- М.: Медицина, 1991.-С. 16-178, 214-224.
3. Артемьева Н.Н. и др. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии.- М: Медицина, - С. 24-92.
4. Конспект лекций.

Занятие 6

1. ТЕМА: Биологически важные реакции карбонильных соединений

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Альдегидный и кетонный карбонилы содержатся в многочисленных биологически важных соединениях растительного и животного происхождения (витамины, гормоны, кортикостероиды, сердечные гликозиды, углеводы и др.). Высокая реакционная способность оксосоединений широко используется в тонком органическом синтезе для получения эффективных фармацевтических препаратов. Знание особенностей электронного строения и химии альдегидов и кетонов является основой для осмысленного понимания и усвоения биохимических процессов, вопросов фармакокинетики, прогнозирования совместимости лекарственных средств.

3. ЦЕЛЬ: Сформировать знания об основных химических превращениях оксосоединений, имеющих важное значение в биологических системах, и умение проводить качественные реакции на отдельные представители альдегидов и кетонов.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Номенклатура альдегидов и кетонов.
2. Строение и химическая активность оксогруппы в альдегидах и кетонах.
3. Реакции окисления.
4. Реакции нуклеофильного присоединения (A_N). Механизм A_N .
5. Реакции альдольного присоединения.
6. Реакции диспропорционирования.
7. Реакции присоединения-отщепления с аминокомпонентами.
8. Галоформное расщепление.

4.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Протокол № 6

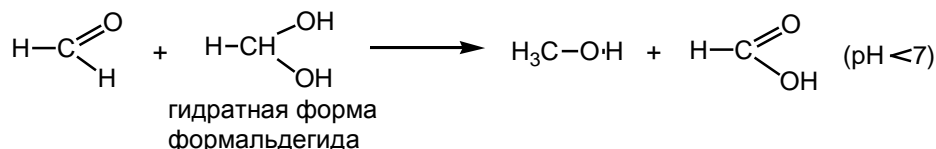
Дата _____

Опыт 1

Диспропорционирование формальдегида в водных растворах.

Поместите в пробирку 2–3 капли 40% раствора формальдегида. Добавьте 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного. Покраснение раствора указывает на кислую реакцию среды.

Химизм:



Наблюдения:

Выводы:

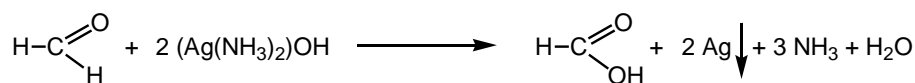
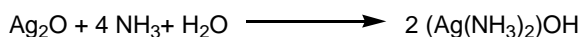
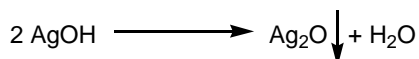
Опыт № 2

Отношение формальдегида и ацетона к окислению щелочными растворами оксидов тяжелых металлов.

1. Окисление гидроксидом серебра.

Возьмите две пробирки и в каждую поместите по 1 капле 5% раствора нитрата серебра AgNO_3 и 10% раствора гидроксида натрия NaOH . К полученному бурому осадку добавляйте по каплям 10% водный раствор аммиака до полного растворения осадка. Затем в первую пробирку прибавьте 2 капли 40% раствора формальдегида, а во вторую – 2 капли ацетона. В первой пробирке образуется осадок черного цвета, который при осторожном нагревании может выделиться на стенках пробирки в виде блестящего зеркального налета. Во второй пробирке образования осадка не наблюдается.

Химизм:



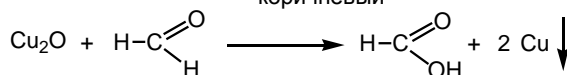
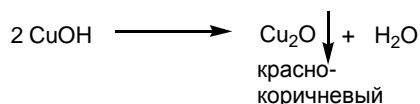
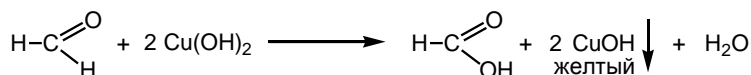
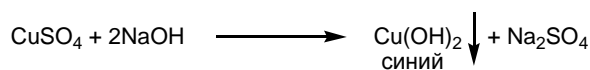
Наблюдения:

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:

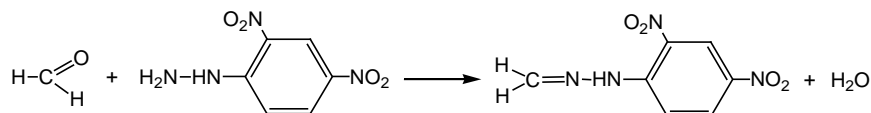
Выводы:

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:

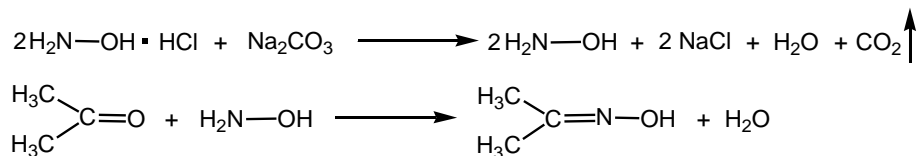
Выводы:

Опыт № 4

Получение оксима ацетона.

В пробирку поместите 1 лопаточку гидрохлорида гидроксилamina $\text{H}_2\text{NOH}\cdot\text{HCl}$, 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:

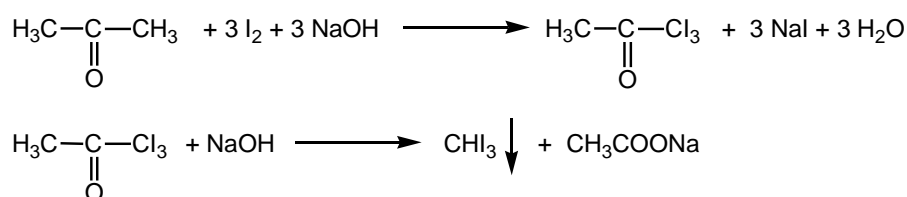
Выводы:

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:

4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. Опишите механизм превращения уксусного альдегида в диметилацеталь. Какова роль кислого катализатора и отношение ацетала к гидролизу?
2. При действии на организм больших доз гидразина наблюдаются нервные расстройства. Опишите химизм взаимодействия гидразина ($\text{NH}_2\text{-NH}_2$), если известно, что он реагирует с коферментом пиридоксальфосфатом

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Ю.І. Губський. Біоорганічна хімія. – Вінниця: «Нова книга», 2005.-с.114-126.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. – М.: Медицина, 1985.-с.188-203.
3. Артемьев Н.Н., Белобородов В.Л. и др. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии. – М.: Медицина, 1985. – с.92-108.
4. Конспект лекций.

Занятие № 7

1. ТЕМА: Исследование химических свойств карбоновых кислот и их функциональных производных. Липиды

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Высокая реакционная способность карбоновых кислот и их функциональных производных широко используется в органическом синтезе и промышленности лекарственных средств. Карбоновые кислоты играют исключительную 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.д

3. ЦЕЛЬ: Сформировать знания закономерностей и особенностей в химическом поведении карбоновых кислот и их функциональных производных, лежащих в основе процессов метаболизма.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Классификация и номенклатура карбоновых кислот.
2. Способы получения.
3. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона.
4. Функциональный анализ COOH-группы.
5. Механизм реакции нуклеофильного замещения (S_N).
6. Реакции декарбонирования.
7. Реакция галогенирования кислот.
8. Химические свойства и строение липидов.

4.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Протокол № 7

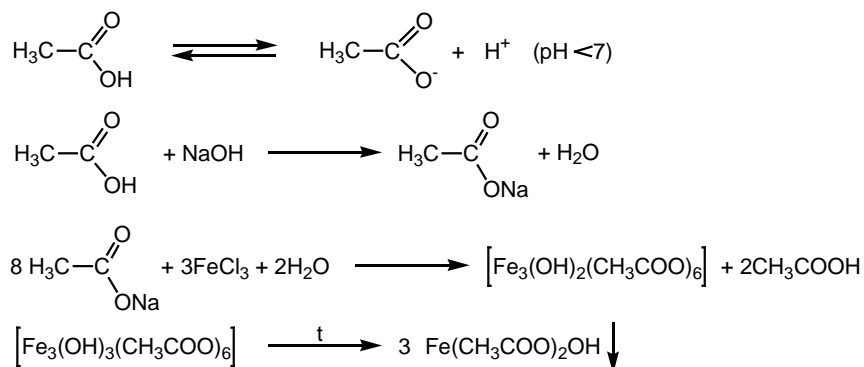
Дата _____

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:

Выводы:

4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. Синтезируйте этиловый эфир уксусной кислоты, используя в качестве исходного соединения малоновую кислоту. С полученным этилацетатом осуществите реакции гидролиза и аммонолиза.
2. Оливковое масло используется для приготовления инъекционных растворов. В его состав входят олеиновая (80%) и линолевая (7%) кислоты. Исходя из химического строения, объясните причину жидкой консистенции оливкового масла (т.пл. – 6° С). В результате, какого химического превращения может измениться консистенция этого масла?
3. Постройте формулу молекулы фосфолипида на основе фосфатидной кислоты, проэтерифицированной коламином (2-аминоэтанолом). Назовите этот фосфолипид и охарактеризуйте его отношение к гидролизу.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.–Вінниця: Нова Книга, 2005, С.126-140, 251-268.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. – М.: Медицина, 1991.-с.191-220, 427-440.
3. Конспект лекций
4. Артемьева Н.Н., Белобородов В.Л. и др. Руководство по биоорганической химии. – М.: Медицина, 1985. – с. 117-118.

Занятие 8

1. ТЕМА: Гетерофункциональные органические соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности живых организмов

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Аминокислоты, окси-, amino- и оксокислоты являются структурными компонентами чрезвычайно важных для жизнедеятельности живых биологических систем (белки, нуклеиновые кислоты, липиды и т.д.). К тому же, многие гетерофункциональные органические соединения и их производные применяются в медицинской практике как лекарственные препараты (ацетилхолин хлорид, димедрол, эфедрин, лактат кальция)

3. ЦЕЛЬ: Сформировать знания по стереохимии и реакционной способности с учетом взаимного влияния функциональных групп аминокислот, amino-, окси- и оксокислот как основу биохимических процессов и выработать умение выполнять и интерпретировать их качественные реакции.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Номенклатура и структурная изомерия amino- и оксокислот
2. Пространственное строение гетерофункциональных кислот
3. Специфические свойства гетерофункциональных кислот (отношение α -, β -, γ -окси- и аминокислот к нагреванию).
4. Химические свойства гетерофункциональных кислот и их производных.
5. Получение и химические свойства биогенных аминов
6. Таутомерия оксокислот.

4.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Протокол № 8

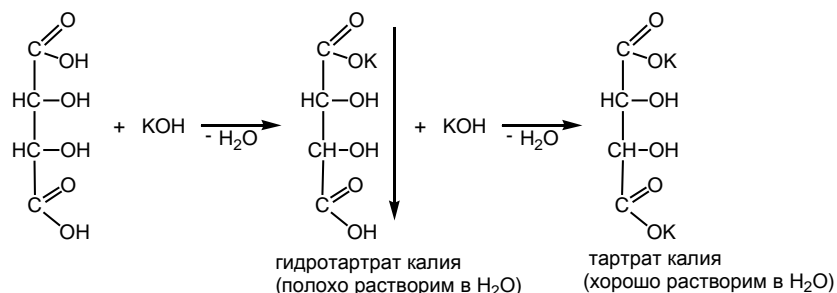
Дата _____

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 (тартрат калия). Раствор тартрата калия сохраните для следующего опыта.

Химизм:



Наблюдения:

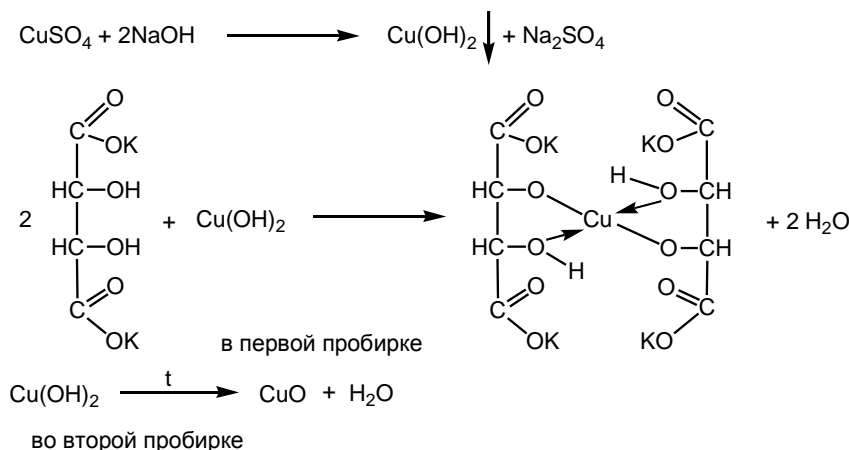
Выводы:

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:

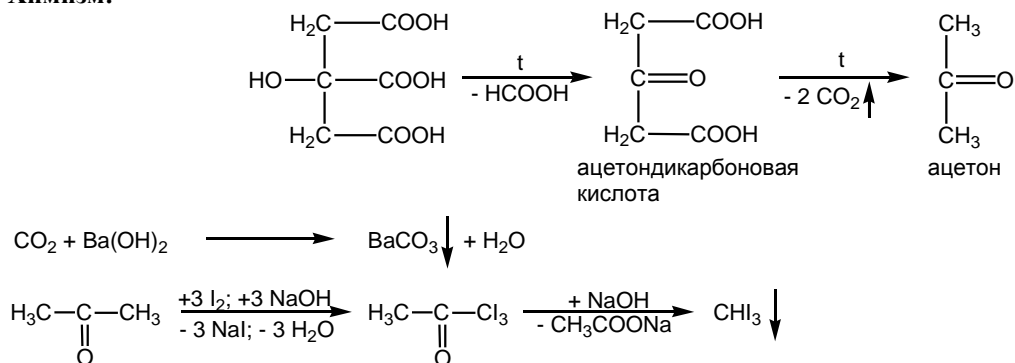
Выводы:

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:

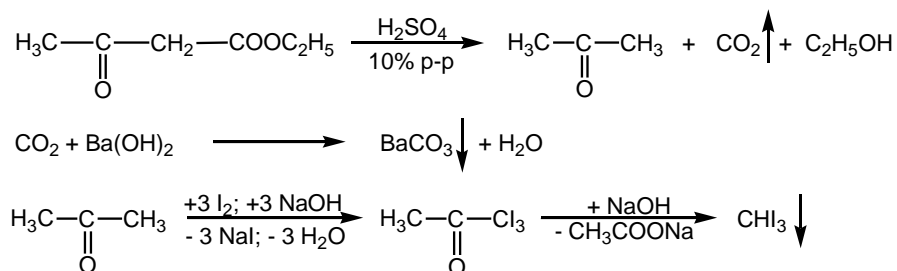
Выводы:

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:

4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

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-метилпентановой кислоты входит в состав белков. Напишите формулы всех возможных стереоизомеров данной кислоты и назовите их.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 153-171.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Биоорганическая химия. – М.: Медицина, 1991.-с.230-263.
3. Атремьева Н.Н., Белобородов В.Л. и др. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии. – М.: Медицина, 1985.-с. 138-139.
4. Конспект лекций

Занятие 9

1. ТЕМА: Биологически активные гетерофункциональные производные бензольного и гетероциклического ряда.

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Биологически активные гетерофункциональные производные бензольного и гетероциклического 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.

3. ЦЕЛЬ: Сформировать знания строения и химических свойств основных представителей лекарственных соединений бензольного ряда, биологически активных гетероциклических соединений.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Химическая характеристика п-аминофенола.
2. Функциональный анализ салицилатов.
3. п-Аминобензойная кислота и её производные.
4. Сульфаниламидные препараты.
5. Производные пиразолона-5.
6. Лактим-лактаманная таутомерия.
7. Ксантин и его метилированные производные.
8. Химические свойства азиниевых катионов, их роль в биологических процессах.
9. Химические свойства уреидов и уреидокислот.

4.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Протокол № 3

Дата _____

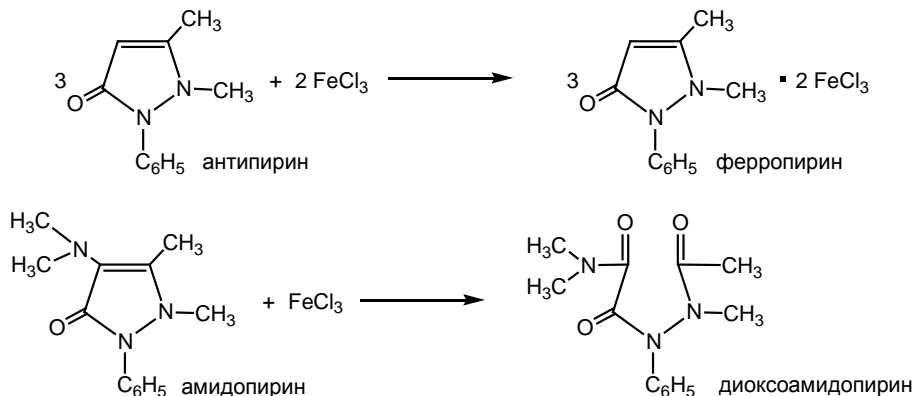
Опыт № 1

Реакции антипирина и амидопирин с хлоридом железа (III).

В пробирку поместите несколько кристаллов антипирина, прибавьте 2 капли воды и каплю 1% раствора хлорида железа (III). Появляется интенсивное и стойкое оранжево-красное окрашивание, не исчезающее при стоянии. Для сравнения поместите в другую пробирку несколько кристаллов амидопирин, добавьте 2 капли воды и 1 каплю 1% раствора хлорида железа (III). Появляется фиолетовое окрашивание, быстро исчезающее. Добавьте сразу еще 3 капли хлорида железа (III). Окраска вновь появляется, сохраняется несколько дольше, но постепенно бледнеет.

Окрашивание антипирина с хлоридом железа (III) обусловлено образованием комплексного соединения ферропирина, амидопирин – образованием продуктов окисления.

Химизм:



Наблюдения:

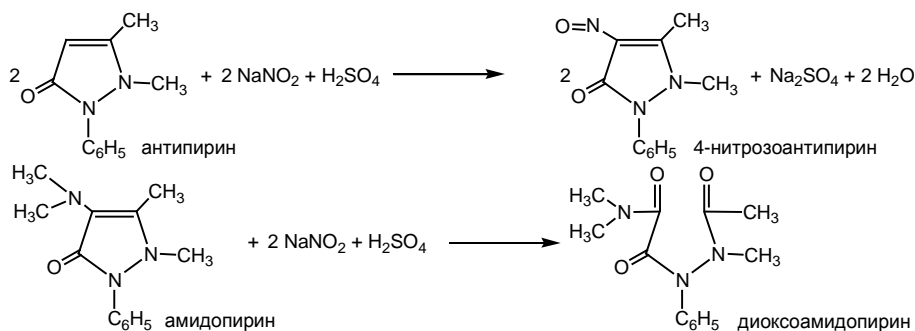
Выводы:

Опыт № 2

Реакция антипирина и амидопирина с азотистой кислотой.

В пробирку поместите несколько кристаллов антипирина, добавьте 2 капли воды, 1 каплю 5% раствора нитрита натрия. Появляется изумрудно зеленое окрашивание, постепенно исчезающее, особенно при избытке нитрита натрия. Для сравнения поместите в другую пробирку несколько кристаллов амидопирина. Добавьте 2 капли воды, 1 каплю 10% раствора серной кислоты и 1 каплю 5% раствора нитрита натрия. Появляется нестойкое фиолетовое окрашивание. Если окрашивание исчезает слишком быстро, добавьте еще немного амидопирина. С амидопирином образуются окрашенные продукты окисления. Реакция с азотистой кислотой применяется в фармацевтической практике для распознавания антипирина и амидопирина и отличия их друг от друга.

Химизм:



Наблюдения:

Выводы:

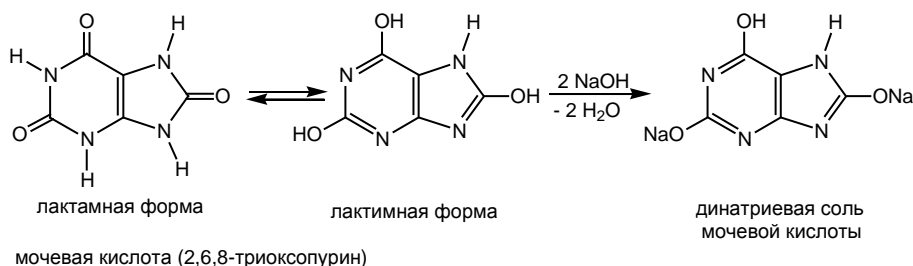
Опыт № 3

Растворимость мочевиной кислоты и ее натриевой соли в воде.

В пробирку поместите небольшое количество (на кончике лопаточки) мочевиной кислоты. Прибавьте по каплям воду, каждый раз встряхивая пробирку. Обратите внимание на плохую растворимость мочевиной кислоты в воде. В холодной воде мочевиной кислота почти нерастворима: 1 часть ее растворяется в 39000 частях воды.

После добавления 8 капель воды растворения все еще не заметно. Стоит, однако, добавить всего 1 каплю 10% раствора гидроксида натрия, как мутный раствор моментально просветляется вследствие образования относительно легко растворимой двузамещенной натриевой соли. Полученный раствор сохраните для последующего опыта.

Химизм:



Наблюдения:

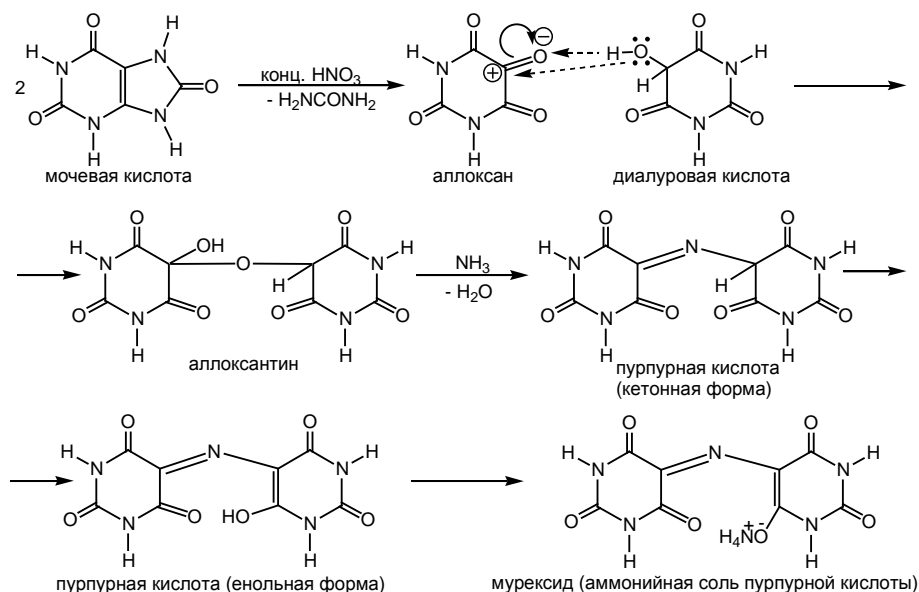
Выводы:

Опыт № 4

Открытие мочевой кислоты (мурексидная проба).

На предметное стекло поместите 1 каплю раствора натриевой соли мочевой кислоты от предыдущего опыта. Добавьте одну каплю концентрированной азотной кислоты и осторожно выпаривайте, держа стекло над пламенем горелки на некотором расстоянии (примерно 10 см). Как только раствор выпарится и начнется слабое покраснение пятна на месте бывшей капли, прекратите нагревание. Когда стекло остынет, сбоку от пятна поместите 1 каплю 10% раствора аммиака. На месте соприкосновения наблюдается появление полоски пурпурно-фиолетового цвета (мурексидная проба). Мурексидная проба применяется при анализе мочевых камней. Применяется эта проба также при открытии кофеина, теобромина и других пуриновых оснований.

Химизм:



Наблюдения:

Выводы:

4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. Напишите реакции окислительного и неокислительного дезаминирования гистидина. Обоснуйте значение данных реакции для живых организмов.
2. Объясните растворимость различных солей мочевой кислоты. К каким нарушениям в организме приводит образование нерастворимых солей мочевой кислоты.
3. Приведите строение пиридина, пиримидина, пурина. Объясните ароматичность данных соединений, обоснуйте их реакционную способность.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Ю.І.Губський. Біоорганічна хімія.-Нова книга 2007, С.172-215
2. Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. Биоорганическая химия .-М. Медицина, 1991, С.45-50,256-263,268-309.
3. Конспект лекций.

Занятие №10

1. ТЕМА: Практические навыки и решение ситуационных задач по теме «Гетерофункциональные органические соединения-метаболиты и родоначальники важнейших групп лекарственных средств. Карбоновые кислоты и их функциональные производные. Липиды»

2. АКТУАЛЬНОСТЬ 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 и важными лекарственными препаратами. Липиды являются необходимыми структурными компонентами клеточных мембран.

3. ЦЕЛЬ: Закрепить знания о структуре и химических свойствах основных гетерофункциональных органических соединений с учетом взаимного влияния характеристических групп как основу биохимических процессов.

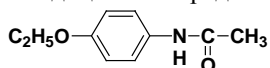
4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Электронное строение карбоксильной группы. Функциональный анализ.
2. Реакции нуклеофильного замещения.
3. Декарбокслирование карбоновых кислот.
4. Специфические свойства карбоновых кислот.
5. Таутомерия.
6. Хиральность.
7. СН и NH-кислотность.
8. Понятие основности.
9. Понятие ароматичности.
10. Функционально замещенные ароматические и гетероароматические соединения. Их значение для практического здравоохранения.

4.2. БЛОК ТЕСТОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ИТОГОВОМУ ЗАНЯТИЮ

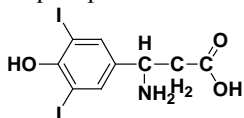
1. Фенацетин – жаропонижающее медицинское средство:



К какому классу органических соединений его следует отнести?

- А. Амин
- В. Амид
- С. Альдегид
- Д. Сложный эфир
- Е. Кетон

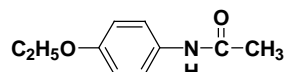
2. Бетазин – синтетический гормональный препарат:



Укажите старшую функциональную группу в его молекуле:

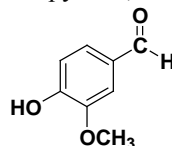
- А. -I
- В. -ОН
- С. -NH₂
- Д. -COOH
- Е. Ароматическое ядро

3. Выберите два продукта для синтеза жаропонижающего средства фенацетина:



- А. п-Фенетидин + (CH₃CO)₂O
- В. Анилин + (CH₃CO)₂O
- С. п-Фенетидин + C₂H₅OH
- Д. п-Толуидин + (CH₃CO)₂O
- Е. Фенол + CH₃COOH

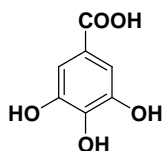
4. Ванилин – вещество с сильным запахом ванили, содержится в ванильных стручках, имеет строение:



Укажите продукт взаимодействия ванилина с H₂N-NH₂:

- А. Реакция не идет
- В. Гидразинованилин
- С. Гидразон ванилина
- Д. Гидразид ванилина
- Е. Оксим ванилина

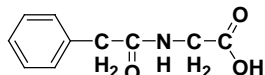
5. Галловая кислота (3,4,5-тригидроксибензойная) лежит в основе антисептика – дерматолога:



Укажите к какому классу органических соединений она относится:

- A. Фенол
- B. Карбоновая кислота
- C. Фенолокислота
- D. Спиртокислота
- E. Кетокислота

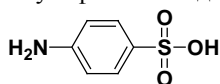
6. Фенацетуровая кислота – вещество, выделенное из мочи животных:



Укажите реagent взаимодействующий с фенацетуровой кислотой по COOH-группе:

- A. C₂H₅Cl (AlCl₃)
- B. HCl
- C. Br₂
- D. C₂H₅OH (H⁺)
- E. CH₃-O-CH₃

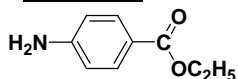
7. Сульфаниловая кислота – основа сульфанил-амидных препаратов:



Укажите реagent, который будет взаимодействовать только с сульфогруппой кислоты:

- A. CH₃COCl
- B. SOCl₂
- C. Br₂
- D. NaOH
- E. HCl

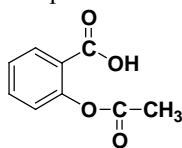
8. Анестезин – местный анестетик:



Укажите реagent, с помощью которого можно качественно доказать наличие ароматической аминогруппы в его молекуле:

- A. AgNO₃
- B. NaNO₂ (HCl)
- C. HNO₃ (H₂SO₄)
- D. NaHCO₃
- E. Cu(OH)₂

9. Аспирин – ацетилсалициловая кислота, жаропонижающее средство:

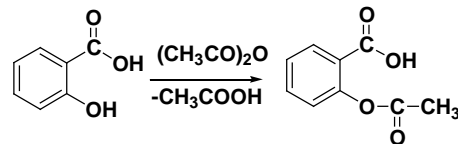


Укажите реagent, используемый для синтеза аспирина из салициловой кислоты:

- A. C₂H₅OH

- B. H₃C-COOH
- C. H₃C-COOC₂H₅
- D. CH₃C(O)NH₂
- E. (CH₃CO)₂O

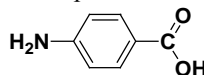
10. Аспирин в промышленности получают, главным образом, ацелированием салициловой кислоты:



Укажите реagent, с помощью которого можно подтвердить наличие или отсутствие салициловой кислоты как примеси:

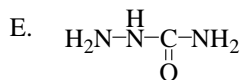
- A. Br₂
- B. NaOH
- C. FeCl₃
- D. Cu(OH)₂
- E. Ag(NH₃)₂OH

11. ПАБК – п-аминобензойная кислота, входит в состав фолиевой кислоты, производные ПАБК используются как лекарственные препараты:

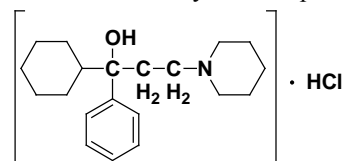


Укажите реagent, с помощью которого можно получить ее гидразид:

- A. H₂N-NH₂
- B. H₂N-NH-C₆H₅
- C. H₂N-C₆H₅
- D. H₂N-OH



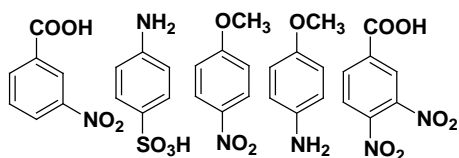
12. Циклодол – активный холинолитик, имеющих следующее строение:



Укажите количество асимметрических атомов углерода в его молекуле:

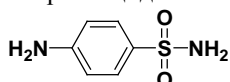
- A. 0
- B. 1
- C. 2
- D. 3
- E. 4

13. Из приведенных ниже гетерофункциональных производных бензольного ряда укажите соединение, наиболее реакционно способное в реакциях S_E



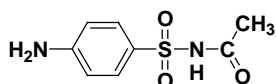
- 1 2 3 4 5
 A. 1
 B. 2
 C. 3
 D. 4
 E. 5

14. Определите, к какому классу органических соединений относится стрептоцид:



- A. Ароматический амин
 B. Карбоциклический амин
 C. Ароматическая кислота
 D. Ароматическая сульфокислота
 E. Амид ароматической сульфокислоты

15. Укажите функциональную группу, которая отсутствует в молекуле альбумида:



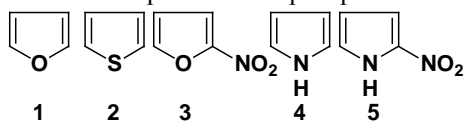
- A. Алифатическая аминогруппа
 B. Ароматическая аминогруппа
 C. Ароматическое ядро
 D. Ацетильная группа
 E. Амидная группа

16. Укажите вид и знак электронных эффектов атома кислорода в молекуле фурана:



- A. -I
 B. +I
 C. -M
 D. +M
 E. -I; +M

17. Приведен ряд пятичленных гетероароматических соединений, входящих в состав многих лекарственных препаратов:

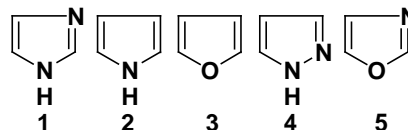


Укажите соединение, обладающее наиболее выраженными кислотными свойствами.

- A. 3
 B. 5
 C. 1

- D. 2
 E. 4

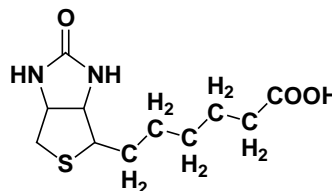
18. Пятичленные гетероциклы, входящие в состав различных природных соединений и синтетических лекарственных препаратов:



Выберите соединение обладающее наиболее сильными основными свойствами

- A. 4
 B. 2
 C. 3
 D. 1
 E. 5

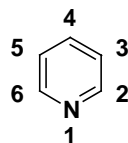
19. Биотин (vit H) – имеет следующее строение:



Укажите гетероциклы, лежащие в основе биотина.

- A. Пирозол и тиофен
 B. Гидрированные пирозол и тиофен
 C. Гидрированные пиррол и тиазол
 D. Имидазол и гидрированный тиофен
 E. Гидрированные имидазол и тиофен

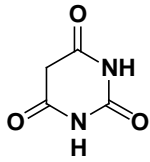
20. Пиридин – ароматический гетероцикл, входящий в состав многих лекарственных препаратов:



Укажите, сколько существует монометилзамещенных пиридина (пиколинов).

- A. 1
 B. 3
 C. 2
 D. 4
 E. 5

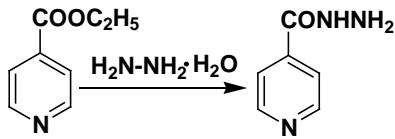
21. Барбитуровая кислота лежит в основе большого ряда лекарственных препаратов снотворного и противосудорожного действия:



Укажите виды таутомерии, характерные для барбитуровой кислоты.

- A. Лактим – лактамная, азольная.
- B. Лактим–лактамная, кето – енольная.
- C. Кето– енольная, amino – иминная.
- D. Оксо– окси, азольная.
- E. Лактим – лактамная, тион – тиольная.

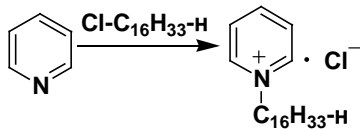
22. Изониазид – противотуберкулезный препарат, получают по схеме:



Укажите наиболее вероятный механизм данной реакции.

- A. S_E
- B. S_{N1}
- C. S_R
- D. S_{N2}
- E. A_N

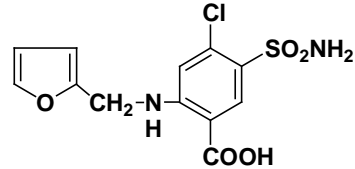
23. Цетилпиридиний хлорид (Септолете®) – один из компонентов дисцида, эффективного бактерицидного препарата, получают по следующей схеме:



Укажите какое свойство пиридина лежит в основе данной реакции.

- A. Ароматичность.
- B. Основность.
- C. Электрофильность.
- D. Нуклеофильность.
- E. Полярность молекулы.

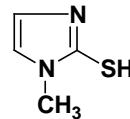
24. Фуросемид – сильное диуретическое средство, имеет следующее строение:



Укажите старшую функциональную группу в его структуре.

- A. SO_2NH_2
- B. Фурановое ядро.
- C. Вторичная аминогруппа.
- D. $COOH$
- E. Cl

25. Мерказолил – анти tireоидный препарат следующего строения:



Выберите наиболее правильное систематическое название мерказолила.

- A. 1-Метил-2-меркаптопиразол.
- B. 1-Метил-2-меркаптоимидазол.
- C. 1-Метил-2-тиопиррол.
- D. 2-Меркапто-3-метилимидазол.
- E. 1-Метил-2-тиопиразол.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.–Вінниця: Нова Книга, 2005, С.114-167, 183-189, 213-216.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Биоорганическая химия. - М.:-Медицина, 1991.-с.40-49.. 51-82,268-309.
3. Конспект лекций

Занятие 11

1. ТЕМА: Исследование химических свойств моносахаридов

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Среди природных соединений важное место занимают углеводы. Они принимают участие в построении жизненно важных структур, служат материалом для биосинтеза соединений различных классов, им принадлежит важная роль в биоэнергетике клетки. Углеводы входят в состав физиологически активных гликозидов, нуклеиновых кислот, полисахаридов, гликолипидов и гликопротеидов. С ними связаны иммунохимические свойства тканей, специфические реакции организма на внешние химические раздражители. Глубокие знания в области структуры и химии углеводов необходимы для приобретения профессиональных навыков изучения соответствующих разделов биологической химии, фармакологии и других дисциплин.

3. ЦЕЛЬ: Сформировать знания принципов стереохимического строения, таутомерного равновесия, химических свойств моносахаридов и умения проводить качественные реакции обнаружения важнейших моносахаридов.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Номенклатура и классификация
2. Стереизомерия моносахаридов
3. цикло-оксо-(кольчато-цепная) таутомерия
4. Химические свойства моносахаридов
5. Реакции окисления и восстановления

4.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Протокол № 11

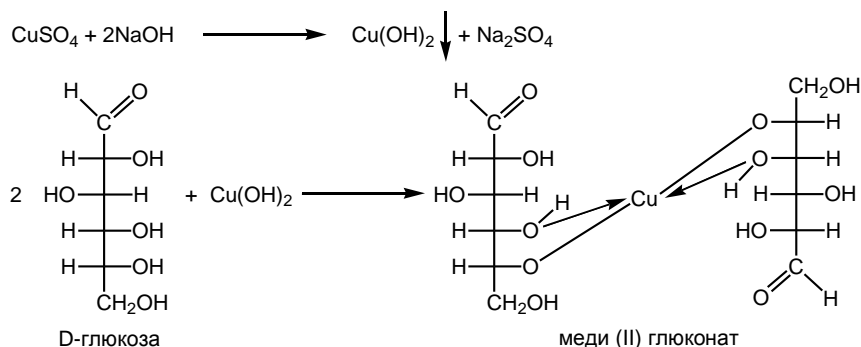
Дата _____

Опыт № 1

Доказательство наличия гидроксильных групп в D-глюкозе.

В пробирку поместите 1 каплю 0,5% раствора D-глюкозы и 6 капель 10% раствора NaOH. К полученной смеси добавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II) CuSO_4 . Образующийся осадок гидроксида меди (II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ быстро растворяется и получается прозрачный раствор синего цвета. Полученный раствор сохраните для следующего опыта.

Химизм:



Наблюдения:

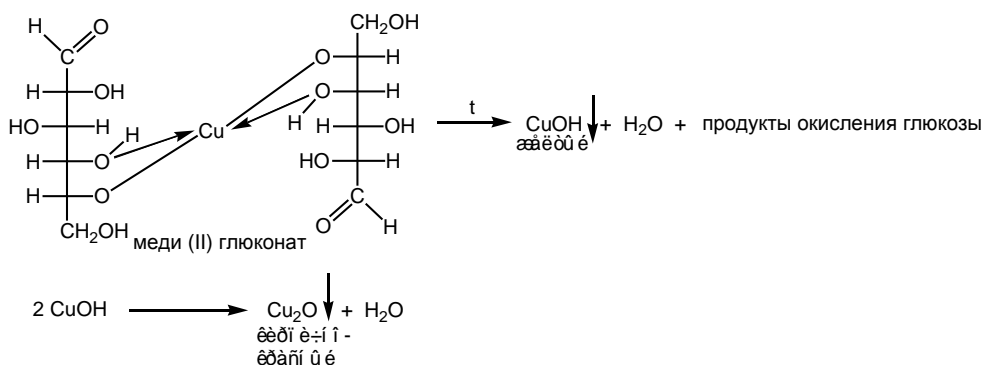
Выводы:

Опыт № 2

Восстановление гидроксида меди (II) глюкозой в щелочной среде (проба Троммера).

К полученному в предыдущем опыте синему раствору добавьте несколько капель воды до высоты слоя жидкости в пробирке 15–20 мм. Нагрейте ее над пламенем горелки, держа пробирку наклонно так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась для контроля (без нагревания). Нагревать только до начала кипения, но не кипятить. При нагревании цвет верхней части раствора изменяется от синего до желто-красного. Эта реакция называется пробой Троммера и используется для открытия глюкозы в моче.

Химизм:



Наблюдения:

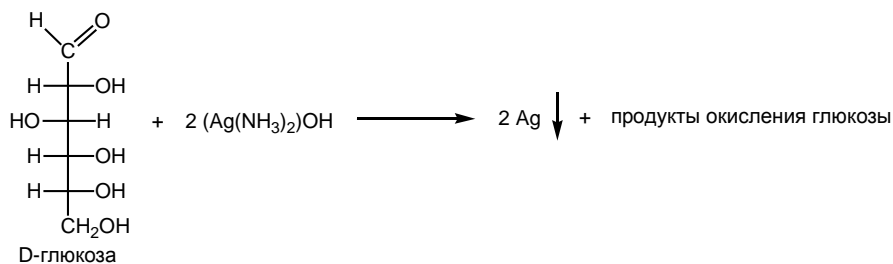
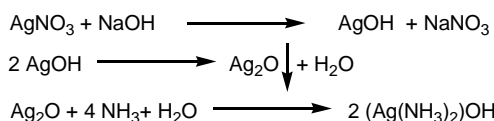
Выводы:

Опыт № 3

Восстановление аммиачного раствора гидроксида серебра глюкозой.

В пробирку поместите 1 каплю 5% раствора нитрата серебра AgNO_3 , прибавьте 2 капли 10% раствора гидроксида натрия NaOH и 3–4 капли 10% водного раствора аммиака до растворения образующегося осадка гидроксида серебра. Полученный прозрачный аммиачный раствор гидроксида серебра является реактивом, окисляющим глюкозу (реактив Толленса). Добавьте к полученному реактиву 1 каплю 0,5% раствора глюкозы и слегка подогрейте пробирку над пламенем горелки до начала побурения раствора. Далее реакция идет без нагревания и металлическое серебро выпадает либо в виде черного осадка, либо осаждается на стенках пробирки в виде зеркального налета.

Химизм:



Наблюдения:

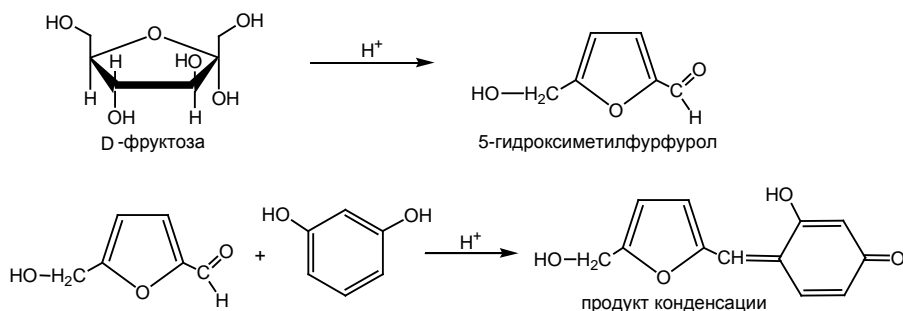
Выводы:

Опыт № 4

Реакция Селиванова на фруктозу.

В пробирку поместите крупинку сухого резорцина и 2 капли концентрированной хлороводородной кислоты. Добавьте 2 капли 0,5% раствора фруктозы и нагрейте до начала кипения. Постепенно жидкость приобретает красное окрашивание. Реакция обусловлена образованием нестойкого соединения – гидроксиметилфурфуrolа. Под действием концентрированной хлороводородной кислоты гидроксиметилфурфуrol конденсируется с резорцином, давая окрашенное соединение.

Химизм:



Наблюдения:

Выводы:

4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. Напишите строение β- D-галактопиранозы формулами Колли-Толленса и Хеурса. Укажите, конфигурация какого атома определяет принадлежность к D-ряду.
2. Напишите реакцию получения галактаровой (слизевой) кислоты. Укажите условия.
3. Напишите реакцию взаимодействия β-D-галактопиранозы (формулой Хеурса) с этиловым спиртом в присутствии HCl. Назовите полученное соединение. Проведите гидролиз.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 217-243.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Биорганическая химия. – М.: Медицина, 1991.-с.377-395.
3. Тюкавкина Н.А. и др. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии. – М.: Медицина, 1985.-с. 213-215.
4. Конспект лекций

Занятие 12

ТЕМА: Исследование структуры, химических свойств и биологических функций дисахаридов и полисахаридов

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Углеводы широко распространены в природе и играют важную роль в метаболизме растительных и животных организмов. Процессы жизнедеятельности сопровождаются сложными химическими превращениями углеводов (углеводный обмен). Особое место занимают углеводы, выполняющие в организме высокоспециализированные функции (нуклеотиды – носители генного кода; специфические полисахариды-антигены, обуславливающие иммунитет; гликопротеины – специфические групповые вещества крови и т.д.). Некоторые виды углеводов входят в состав оболочек растительных клеток и играют опорную роль. Глубокие знания в области структуры и химии углеводов необходимы для приобретения профессиональных навыков при изучении соответствующих разделов биологической химии, фармакологии, терапии и других дисциплин.

ЦЕЛЬ: Сформировать знания принципов строения и основных химических превращений важнейших ди-, гомо- и гетерополисахаридов во взаимосвязи с их биологическими функциями.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Олигосахариды.
2. Химические свойства биоз.
3. Гомополисахариды.
4. Химические свойства гомополисахаридов.
5. Гетерополисахариды.

4.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Протокол № 3

Дата _____

Опыт № 1

Отсутствие восстанавливающей способности у сахарозы.

В пробирку поместите 1 каплю 1% раствора сахарозы и 6 капель 10% гидроксида натрия NaOH. Добавьте для разбавления 5–6 капель воды (высота слоя жидкости 15–20мм). Прибавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II) CuSO₄. Образуется прозрачный синий раствор комплексной соли меди (II) с сахарозой. Осторожно нагрейте пробирку над пламенем горелки так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась без нагревания (для контроля). Нагревать только до начала кипения, но не кипятить. Изменения окраски раствора не происходит.

Вспомните (*протокол № 11, опыт № 2*), что с D-глюкозой в аналогичных условиях происходило изменение окраски верхней части раствора в желто-красную.

Наблюдения:

Выводы:

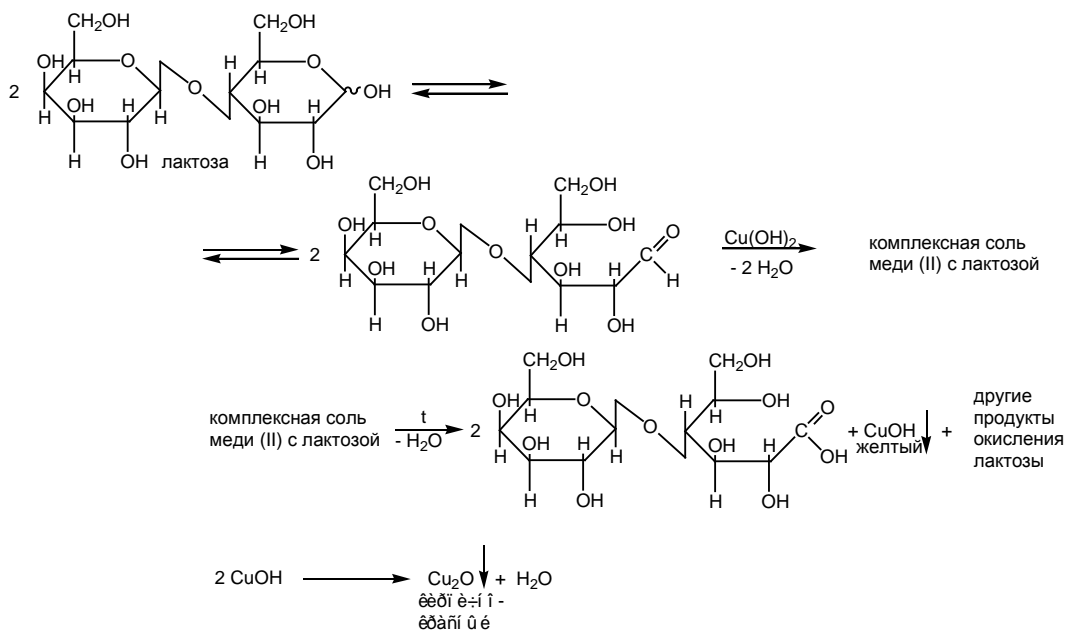
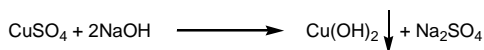
Опыт № 2

Восстанавливающая способность лактозы.

В пробирку поместите 1 каплю 1% раствора лактозы и 4 капли 10% гидроксида натрия NaOH. Добавьте 1 каплю 2% сульфата меди CuSO₄. Образующийся голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании пробирки растворяется, образуя синий раствор комплексной соли меди (II) с лактозой. Добавьте для разбавления несколько капель воды до высоты слоя жидкости 15–20мм. Осторожно нагрейте пробирку так, чтобы нагревалась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась без нагревания (для контроля). Нагревайте до кипения. При нагревании цвет верхней части раствора изменяется в желто-

красный. Вспомните (*протокол № 11, опыт № 2*), что с D-глюкозой в аналогичных условиях также происходило изменение окраски верхней части раствора в желто-красную.

Химизм:



Наблюдения:

Выводы:

Опыт № 3

Качественная реакция на крахмал.

В пробирку поместите 5 капель 0,5% крахмального клейстера и 1 каплю сильно разбавленного раствора йода. Раствор окрашивается в синий цвет (*предполагается, что крахмал с йодом образует соединения-включения (клатраты), окрашенные в характерные цвета - синий ($f_{\text{макс}} = 620-680 \text{ нм}$) для амилозы и красный ($f_{\text{макс}} = 520-555 \text{ нм}$) для амилопектина. Молекулы амилозы в этих комплексах образуют вокруг молекулы йода спираль, каждый виток которой содержит 6 остатков глюкозы. При нагревании окрашенного раствора крахмала с йодом окраска исчезает, а при охлаждении появляется вновь, что связано, по-видимому, с раскручиванием спирали амилозы*).

Наблюдения:

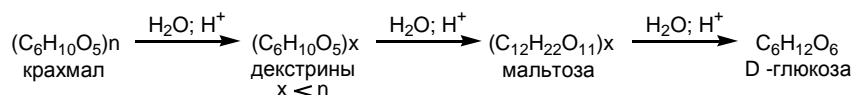
Выводы:

Опыт № 4

Кислотный гидролиз крахмала.

В пробирку поместите 1 каплю 0,5% крахмального клейстера. Добавьте 2 капли 10%серной кислоты H_2SO_4 и поместите пробирку в кипящую водяную баню. Мутный раствор клейстера становится прозрачным через 20 минут. Пипеткой нанесите 1 каплю гидролизата на предметное стекло и добавьте 1 каплю разбавленного раствора йода в йодиде калия. Если проба не дает положительной йодкрахмальной реакции (синее окрашивание), добавьте в пробирку 8 капель 10% гидроксида натрия NaOH для создания щелочной среды. Затем добавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди (II) CuSO_4 . Будет ли положительной проба Троммера?

Химизм:



Наблюдения:

Выводы:

4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. Напишите структурную и конформационную формулы молочного сахара (лактозы). Дайте полное название. Проведите гидролиз лактозы.
2. Напишите реакцию взаимодействия мальтозы с избытком диметилсульфата. Назовите полученное соединение, проведите его гидролиз. Будет ли обладать восстанавливающими свойствами полученное в результате гидролиза соединение?
3. Напишите структурную формулу дисахарида, состоящего из D-глюкуроновой кислоты и N-ацетилглюкозамина, связанных β -1,3-гликозидной связью. В состав какого биополимера входит этот фрагмент?

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.–Вінниця: Нова Книга, 2005, С. 217-250
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. – М.: Медицина, 1991. – С. 349-399.
3. Конспект лекций.
4. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии (Под ред. Н.А. Тюкавкиной. – М.: Медицина, 1985. – С. 201-222.
5. Артемьева Н.Н., Белобородов В.Л. и др. Руководство по биоорганической химии. – М.: Медицина, 1985.

Занятие 13

1. ТЕМА: α -Аминокислоты, пептиды и белки

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Жизнь есть способ существования "белковых тел". Природными белками, состоящим из α -аминокислот, присуще выполнение множества разнообразных функций, характерных для живых организмов: каталитическая функция – универсальная, несвойственная другим полимерным молекулам, питательная (резервная), транспортная, защитная, сократительная, структурная, гормональная и др. Аминокислоты самостоятельно используются как эффективные лекарственные средства (метионин, сарколизин, аминалон и др). Знания особенностей строения и химии α -аминокислот и пептидов необходимы для успешного усвоения функции белков на молекулярном уровне.

3. ЦЕЛЬ: Сформировать знания строения и свойств важнейших α -аминокислот и пептидов, а также химических превращений этих соединений *in vivo* и *in vitro*.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Номенклатура и классификация α -аминокислот.
2. Способы получения.
3. Химические свойства α -аминокислот:
 - а) реакции карбоксильной группы;
 - б) реакции аминогруппы.
4. Амфотерные свойства АК.
5. Пептиды и полипептиды.

4.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ.

Протокол № 13

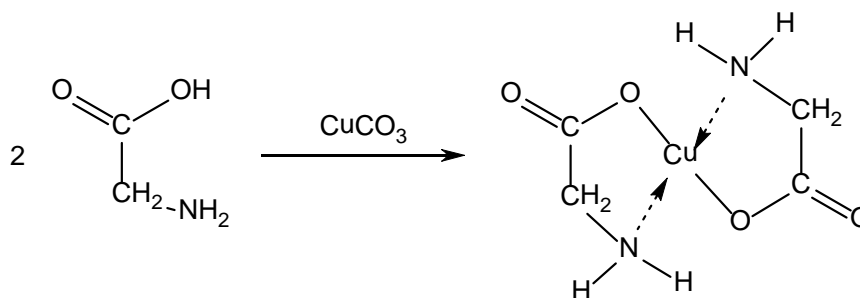
Дата _____

Опыт 1.

Образование медной комплексной соли глицина.

В пробирку помещают 1 мл 2 %-ного раствора глицина. Добавляют лопаточку сухого карбоната меди и нагревают. Смесь окрашивается в синий цвет благодаря образованию комплексного соединения.

Химизм:



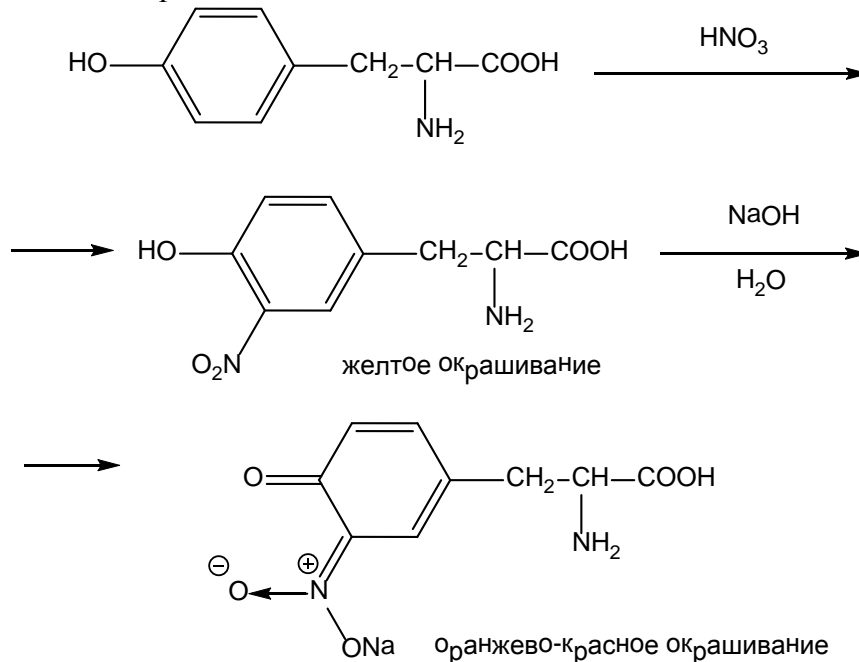
Наблюдение:

Выводы:

Опыт 2.

**Осаждение белков концентрированными минеральными кислотами.
Ксантопротеиновая реакция.**

В пробирку с 1 мл раствора яичного белка прибавляют 1 мл концентрированной азотной кислоты и перемешивают. Образуется белый хлопьевидный осадок, при нагревании переходящий в ярко-желтый. При добавлении 2-3 мл 10% раствора NaOH появляется оранжевое окрашивание.



Наблюдение:

Выводы:

Опыт 3

Осаждение белков солями тяжелых металлов.

В одну пробирку к 1 мл раствора яичного белка по каплям, при встряхивании, до выпадения осадка прибавляют насыщенный водный раствор меди (II) сульфата, а в другую, к такому же количеству белка, аналогичным способом прибавляют 20 %-ный водный раствор свинца (II) ацетата. В обеих пробирках происходит образование осадков.

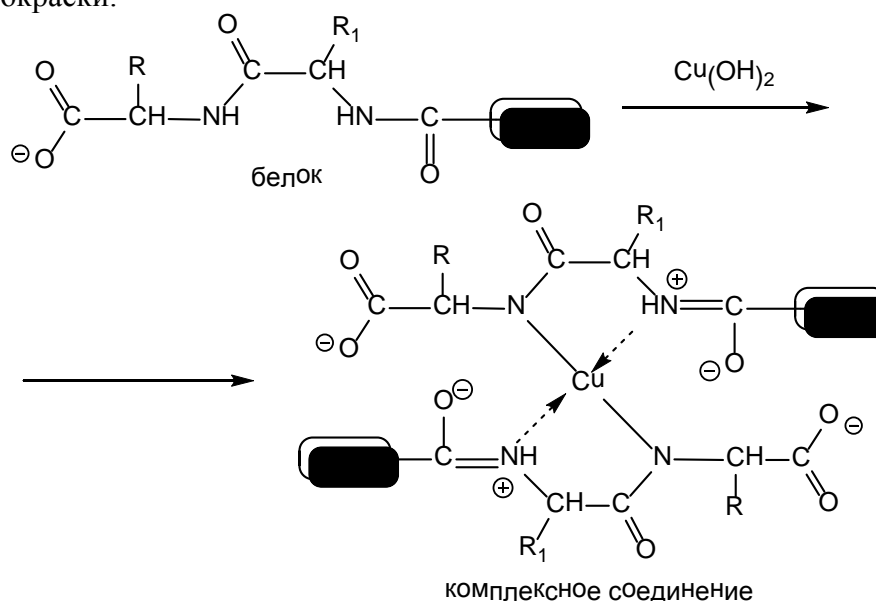
Наблюдение:

Выводы:

Опыт 4.

Биуретовая реакция на пептидную связь.

В пробирку поместите 5-6 капель раствора яичного белка, добавьте равный объем 10% раствора NaOH и 1-2 капли раствора CuSO₄. Наблюдается появление красно-фиолетовой окраски.

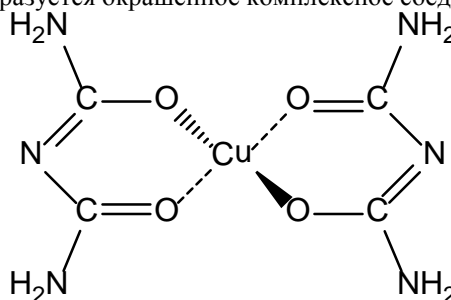


Наблюдение:

Выводы:

4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. При биуретовой реакции образуется окрашенное комплексное соединение



Объясните химическую сущность данной реакции на пептидную связь.

2. Напишите синтез дипептида аланин-валин (Ала-Вал) с использованием операций «активации» и «защиты». Укажите N- и C-концевые АК.
3. Какие продукты образуются при окислительном и неокислительном дезаминировании триптофана?
4. Какое соединение получится при действии азотистой кислоты на аланин?

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.– Вінниця: Нова Книга, 2005, С.236-281.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Биоорганическая химия. - М.:-Медицина, 1991.- С.312-361.
3. Конспект лекций

Занятие 14

1. ТЕМА: Нуклеозиды, нуклеотиды. Первичная, вторичная структура нуклеиновых кислот.

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ: Знание структурных и стереохимических особенностей строения нуклеозидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот способствует пониманию механизма биосинтеза белков, передачи наследственной информации, выполнения ими коферментных функций, а также роли АТФ как энергетического "поставщика" в различных биохимических процессах.

3. ЦЕЛЬ: Закрепить знания о принципах строения нуклеиновых кислот – клеточных компонентов на стадии их первичной и вторичной структуры, являющихся необходимой предпосылкой к пониманию их биосинтеза и биологической роли.

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЯ.

4.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ

1. Классификация и номенклатура нуклеиновых оснований. Лактим-лактамина таутомерия. Комплементарность оснований.
2. Строение нуклеозидов
3. Строение нуклеотидов
4. Первичная и вторичная структура РНК и ДНК.
5. Значение нуклеиновых кислот в жизнедеятельности растительных и животных организмов.

4.2. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ.

1. Напишите схему гидролитического расщепления в кислой среде дезоксицитидиловой кислоты.
2. Напишите таутомерные превращения тимина. Какой из таутомеров преобладает в равновесной смеси?
3. Какая из двух комплементарных пар УА или ТА входит в состав ДНК? Напишите строение этой пары.
4. Напишите строение участка цепи РНК с последовательностью оснований: ГУА и выделите сложноэфирные связи.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.–Вінниця: Нова Книга, 2005, С. 320-343
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. – М.: Медицина, 1991. – С. 400-412.
3. Конспект лекций.
4. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии (Под ред. Н.А. Тюкавкиной. – М.: Медицина, 1985. – С. 222-234.
5. Артемьева Н.Н., Белобородов В.Л. и др. Руководство по биоорганической химии. – М.: Медицина, 1985.

ЗАНЯТИЕ № 15
Итоговый модульный контроль:
«Биологически важные классы биоорганических соединений.
Биополимеры и их структурные компоненты».

Перечень
контрольных вопросов к сдаче итогового модуля по курсу биоорганической химии.

1. Биоорганическая 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 биоорганических 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 биоорганической химии: классификация по результатам (направленностью) и механизмом реакции.
16. Характеристика и примеры отдельных типов реакций в биоорганической химии: присоединение, замещение, отщепление (элиминирование), перегруппировка, окисление и .
17. Характеристика и примеры гомолитических (радикальных) и гетеролитических (ионных) реакций в биоорганической 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, фенаcetина, анестезина, новокаина.
30. Аминоспирты: строение, свойства. Биомедицинское значение этаноламина (коламина), холина, ацетилхолина.
31. Гидроксикислоты в биорганической 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 биобъектах оксокислот: пировиноградной, ацетоуксусной, щавелевоуксусной, кетоглутаровой. Понятие о кетонных телах.
34. Фенолоксикислоты. Салициловая кислота и ее производные как противовоспалительные (ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, салицилат натрия) и противомикробные (фенилсалицилат) средства.
35. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (, фуран, тиофен). Биомедицинское значение тетрапиррольных соединений; порфина, порфиринов, гема.
36. Индол и его производные: триптофан и реакции образования триптамина и серотонина; индоксил, скатол - значение в процессах гниения белков в кишечнике.
37. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами азота. Пиразол, пиразолон; производные пиразолона-5 как лекарственные средства (антипирин, амидопирин, анальгин). Имидазол и его производные: гистидин, гистамин.
38. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами: тиазол, оксазол. Тиазол как структурный компонент молекулы тиамина (витамина В).

39. Шестичленные гетероциклы с атомом азота: пиридин. Никотинамид (витамин РР) как составная часть окислительно восстановительных пиридиновых коферментов. Пиридоксин и молекулярные формы витамина В₆
40. Шестичленные гетероциклы с двумя атомами азота. Диазины: пиримидин, пиразин, пиридазин. Азотистые основания — производные пиримидина (урацил, цитозин, тимин)
41. Производные пиримидина как лекарственные средства: 5-фторурацил, оротат калия. Барбитуровая кислота: барбитураты как снотворные и противоэпилептические средства (фенобарбитал, веронал).
42. Шестичленные гетероциклы с гетероатомами. Фенотиазины аминазины др. как психотропные (нейролептические) средства.
43. Семичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Диазепины: бензо-1,4-дiazепины как наиболее распространенные транквилизаторы и анксиолитики.
44. Пурин и его производные. Аминопроизводные пурина (аденин, гуанин), их таутомерные формы; биохимическое значение в образовании нуклеотидов и коферментов.
45. Гидроксипроизводные пурина: гипоксантин, ксантин, мочевая кислота. Метилированные производные ксантина (кофеин, теofilлин, теобромин) как физиологически активные соединения с действием на центральную нервную и сердечнососудистую системы.
46. Углеводы: определение, классификация. Моносахариды (альдозы и кетозы; триозы, тетрозы, пентозы, гексозы, гептозы), биомедицинское значение отдельных представителей.
47. Моносахариды: пентозы (рибоза, 2-дезоксирибоза, ксилоза), гексозы (глюкоза, галактоза, манноза, фруктоза) - строение, свойства. Качественные реакции на глюкозу.
48. Строение и свойства производных моносахаридов. Аминопроизводные: глюкозамин, галактозамин. Уроновые кислоты. L-аскорбиновая кислота (витамин С). Продукты моносахаридов: сорбит, маннит.
49. Олигосахариды: строение, свойства. Дисахариды (сахароза, лактоза, мальтоза), их биомедицинское значение.
50. Полисахариды. Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза, декстраны - строение, гидролиз, биомедицинское значение. Качественная реакция на крахмал.
51. Гетерополисахариды: определение, структура. Строение и биомедицинское значение глюкозаминогликанов (мукополисахарида) — гиалуроновой кислоты, хондроитинсульфатов, гепарина.
52. Липиды: определение, классификация. Высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Простые липиды. Триацилглицеролы (нейтральные жиры): строение, физиологическое значение, гидролиз.
53. Сложные липиды. Фосфолипиды, фосфорная кислота, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилхолин, фосфатидилсерин. Сфинголипиды. Гликолипиды. Роль сложных липидов в строении биомембран.
54. Стероиды как производные циклопентанпергидрофенантрена (стерана). Строение биологически важных представителей стероидов: холестерина, витамина D, желчных кислот, кортикостероидов, половых гормонов.
55. Аминокислотный состав белков и пептидов; классификация L-аминокислот. Химические и физико-химические свойства протеиногенных аминокислот. Нингидриновая реакция, ее значение, в анализе аминокислот.
56. Белки и пептиды: определение, классификация, биологические функции. Типы связи между аминокислотными остатками в белковых молекулах. Пептидная связь: образование и структура. Биуретовая реакция.

57. Уровни структурной организации белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Олигомерные белки.
58. Физико-химические свойства белков; их молекулярная масса. Методы осаждения. Денатурация белков.
59. Методы фракционирования и анализа белков и пептидов (седиментация, хроматография, электрофорез). Анализ первичной структуры белков и пептидов: методы Сенгера и Эдмана.
60. Нуклеозиды, нуклеотиды. Азотистые основания пуринового и пиримидинового ряда, которые входят в состав нуклеотидов.
61. Нуклеозиды. Нуклеотиды как фосфорилированные производные нуклеозидов (нуклеозидмоно-, ди- и трифосфаты). Номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов как компонентов РНК и ДНК.
62. Строение и биохимические функции свободных нуклеотидов: нуклеотидкоферменты; циклические нуклеотиды 3',5'-АМФ, 3',5'-ГМФ.
63. Нуклеиновые кислоты (дезоксирибонуклеиновые, рибонуклеиновые) как полинуклеотиды. Полярность полинуклеотидных цепей ДНК и РНК.
64. Строение и свойства ДНК; нуклеотидный состав, комплементарность азотистых. Первичная, вторичная и третичная структура ДНК.
65. РНК: строение, типы РНК и их роль в биосинтезе белков.
66. Витамины: общая характеристика: понятие коферментного действия витаминов. Строение и свойства витаминов В₁, В₂, В₆, РР.
67. Гормоны: понятие о гормонах как биорегуляторах. Общая характеристика гормонов белково-пептидной группы, производных аминокислот, стероидов.
68. Алкалоиды: определение: значение алкалоидов как действующих веществ лекарственных средств (классов пиридина и пиперидина, хинолина и изохинолина, индола).
69. Антибиотики: общее понятие; характеристика антибиотиков классов антибиотиков: пенициллинов, цефалоспоринов, стрептомицинов

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ, КОТОРЫМИ ДОЛЖНЫ
ОВЛАДЕТЬ СТУДЕНТЫ ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА
БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. Проведение реакции Вагнера с олеиновой кислотой.
2. Образование этилата натрия и его гидролиз.
3. Проведение реакции $\text{Cu}(\text{OH})_2$ с формальдегидом.
4. Доказательство ненасыщенности жира реакцией с бромной водой.
5. Доказательство наличия свободного фенольного гидроксила в салициловой кислоте.
6. Образование триброманилина.
7. Окисление боковых цепей гомологов бензола.
8. Сульфирование ароматических соединений.
9. Проведение йодоформной реакции на ацетон.
10. Окисление первичных спиртов до альдегидов хромовой смесью.
11. Реакция этерификации этанола уксусной кислотой
12. Декарбоксилирование лимонной кислоты и ацетоуксусного эфира.
13. Цветные реакции антипирина и амидопирина с раствором хлорида железа
14. Образование солей мочевиной кислоты
15. Мурексидная проба.
16. Получение динитрофенилгидразона ацетона.
17. Окисление глюкозы и лактозы реактивом Фелинга
18. Проведение реакции реактивом Толленса с глюкозой, лактозой.
19. Проведенной качественной реакции на крахмал с раствором йода.
20. Получение этиленгликолята меди.
21. Проведение нингидриновой реакции с белками.
22. Проведение ксантопротеиновой реакции с раствором белка.
23. Проведение реакции с серусодержащими аминокислотами, пептидами, белками.
24. Проведение биуретовой реакции с пептидами и белками.
25. Осаждение белков неорганическими кислотами и солями тяжелых металлов.
26. Кислотный гидролиз крахмала.
27. Реакция Селиванова на фруктозу.