

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

О. Н. РИНЕЙСКАЯ, И. В. РОМАНОВСКИЙ, В. В. ПИНЧУК

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

4-е издание



Минск БГМУ 2012

УДК 577.1(076.5) (075.8)
ББК 28.072 я73
P51

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве
рабочей тетради 30.05.2012 г., протокол № 8

Рецензенты: д-р мед. наук, проф. А. Д. Таганович; канд. мед. наук, доц. В. Э. Бутви-
ловский

Ринейская, О. Н.

P51 Биоорганическая химия : рабочая тетрадь / О. Н. Ринейская, И. В. Романовский,
В. В. Пинчук. – 4-е изд. – Минск : БГМУ, 2012. – 60 с.

ISBN 978-985-528-628-9.

Содержит методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям по биоорганической химии. К каждой теме даны цель занятия, вопросы для обсуждения, письменные задания. Приведены описания и протоколы лабораторных опытов. Первое издание вышло в 2009 г.

Предназначено для студентов 1-го курса лечебного, педиатрического, медико-профилактического и военно-медицинского факультетов.

УДК 577.1(076.5) (075.8)
ББК 28.072 я73

ISBN 978-985-528-628-9

© Оформление. Белорусский государственный
медицинский университет, 2012

УЧЕБНО-УЧЕТНАЯ КАРТА

студента _____ гр. _____ факультета, _____ (ФИО)

Уч. нед.	Тема лабораторного занятия	Дата занятия	Оценка	Подпись преподавателя	Дата отработки
1.	Введение в практикум. Классификация и номенклатура органических соединений				
2.	Стереоизомерия, ее значение для проявления биологической активности				
3.	Строение химических связей и взаимное влияние атомов в органических молекулах				
4.	Кислотно-основные свойства органических соединений				
5.	Реакционная способность углеводов				
6.	Биологически важные реакции карбонильных соединений				
7.	Карбоновые кислоты и их функциональные производные				
8.	Итоговое занятие «Теоретические основы строения и реакционной способности основных классов органических соединений»				
9.	Поли- и гетерофункциональные соединения алифатического ряда				
10.	Биологически активные гетерофункциональные соединения бензольного и гетероциклического рядов				
11.	Липиды: классификация, строение, свойства. ПОЛ				
12.	Углеводы. Моносахариды				
13.	Олиго- и полисахариды				
14.	Структура и реакционная способность аминокислот как гетерофункциональных соединений				
15.	Пептиды, строение, свойства, значение. Уровни организации белковых молекул				
16.	Нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты				
17.	Итоговое занятие «Биополимеры и их структурные компоненты. Липиды»				
18.	Низкомолекулярные биорегуляторы. Стероиды. Алкалоиды				

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ КАФЕДРОЙ К СТУДЕНТУ

1. Студент **должен соблюдать правила техники безопасности** в аудиториях кафедры, выполнять правила внутреннего распорядка УО «БГМУ».
2. На лабораторных занятиях студент должен быть в халате, иметь рабочую тетрадь.
3. Пропущенные занятия должны быть отработаны в течение **2-х недель после пропуска**. Студент, не отработавший в течение 2-х недель пропущенные лабораторные занятия, к последующим занятиям, итоговым занятиям и зачету не допускается.
4. Во время работы в учебном практикуме необходимо соблюдать дисциплину и порядок, за поддержание которых отвечает дежурный по группе и староста группы.
5. Запрещается вносить в учебный практикум верхнюю одежду.
6. Запрещается принимать пищу в учебном практикуме.
7. Рабочее место следует содержать в чистоте и порядке, не загромождая его посторонними предметами.
8. В учебной аудитории запрещается выполнение любых экспериментальных работ, не связанных с выполнением учебного задания.
9. Запрещается выполнять лабораторные опыты в отсутствие преподавателя.
10. По окончании работы необходимо: вымыть химическую посуду, навести порядок на рабочем месте, выключить светильники.
11. Все вопросы по технике безопасности, возникшие в процессе работы, следует немедленно выяснять у преподавателя или лаборанта.

С требованиями кафедры ознакомлен(а) _____ 20_ г. _____ (подпись)

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

ТЕМА: Введение в практикум. Классификация и номенклатура органических соединений

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания основных принципов классификации и номенклатуры органических соединений и умений использовать их при составлении названий и написании формул биологически активных веществ.

ЛИТЕРАТУРА *

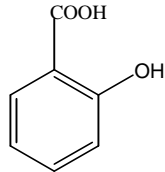
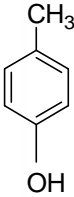
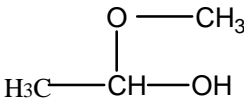
[1] С. 11-24, [2] С. 9-26.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Предмет и задачи биоорганической химии.
2. Объекты, изучаемые биоорганической химией.
3. Классификация органических соединений. Функциональные группы, характерные для биологически важных соединений и их старшинство.
4. Номенклатура органических соединений.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Назовите по заместительной номенклатуре ИЮПАК следующие соединения:

молочная кислота $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Щавелевоуксусная кислота $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{COOH}$	серин $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	салициловая кислота 
	изопрен $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		цистеин $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$

2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

Название соединения	Структурная формула
а) 3-гидрокси-3-карбоксипентандиовая кислота (лимонная кислота)	
б) 2-амино-4-метилтибутановая кислота	

* Список литературы см. на с. 59

в) 4-аминофенол	
г) пентанпентаол-1,2,3,4,5	
д) диметоксиметан	
е) 2,6-диаминогексановая кислота	
ж) 2-метиламино-1-фенилпропанол-1	
з) 1-этоксиэтанол	
и) 2-гидроксипропановая кислота	

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

ТЕМА: Стереизомерия, ее значение для проявления биологической активности

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания о единстве строения, конфигурации и конформации органических молекул как основы для понимания связи пространственного строения с биологической активностью.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 50 – 85, [2] С. 18 – 26, [3] С. 19 – 31, [4].

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Основные понятия стереохимии – конфигурация и конформации. Проекционные формулы Ньюмена.
2. Конформации алифатических соединений, их сравнительная энергетическая характеристика.
3. Конформации циклогексана. Конформация кресла, инверсия цикла.
4. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана. 1,3-диаксиальное взаимодействие.
5. Хиральные молекулы, асимметрический атом углерода. Стереизомерия молекул с одним центром хиральности. Энантиомерия.
6. Проекционные формулы Фишера. Глицериновый альдегид как конфигурационный стандарт. Относительная D, L-система стереохимической номенклатуры.

7. Абсолютная конфигурация стереоизомеров. R, S-номенклатура.
8. Стереои́зомерия молекул с двумя центрами хиральности, энантиомерия и диастереомерия. Мезоформы.
9. Рацемические смеси. Методы разделения рацемических смесей.
10. π-Диастереомерия. π-Диастереомеры бутендиовой и 9-октадеценовой кислот.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. С помощью проекционных формул Ньюмена напишите конформации следующих соединений, возникающие при вращении вокруг связи C—C:

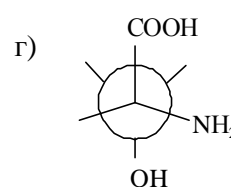
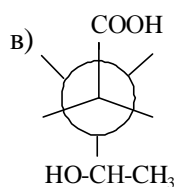
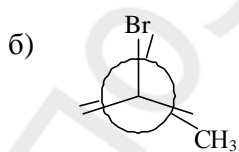
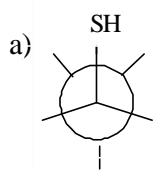
а) этанола

б) этантиола

в) бутана

г) 2-аминоэтанола

2. Напишите структурные формулы соединений, конформации которых приведены ниже:



3. Изобразите возможные конформации кресла циклогексанола

4. Изобразите наиболее устойчивую конформацию следующих соединений:

а) 2-метилциклогексанола

б) 1,3-дихлорциклогексана

5. Изобразите конформацию 1,3-диметилциклогексана, в которой будет осуществляться 1,3-диаксиальное взаимодействие

6. Напишите проекционные формулы Фишера возможных стереоизомеров следующих соединений, укажите пары энантиомеров и диастереомеров.

а) 2-аминопропановой кислоты

б) 2-гидроксипропанола

в) 2,3-дигидроксипропандиовой (винной) кислоты

г) 2-амино-3-гидроксипропандиовой кислоты

7. Составьте формулы R, S-изомеров следующих соединений:

а) 2-гидроксипропановой кислоты

б) 2-амино-3-метилбутановой кислоты

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Стереоизомеры –

Конфигурация–

Конформации –

Асимметрический атом углерода –

Энантиомеры –

Диастереомеры –

Рацемическая смесь –

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

ТЕМА: Строение химических связей и взаимное влияние атомов в органических молекулах

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания о пространственных и электронных эффектах заместителей как основных способах передачи взаимного влияния атомов в органических молекулах, формирования реакционных центров.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 24-47, [2] С. 27-37.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Сопряжение. Сопряженные системы с открытой цепью, их виды (π - π - и σ , π -сопряжение). Энергия сопряжения. Бутадиен-1,3 как сопряженная система.
2. Циклические сопряженные системы. Ароматичность. Правило Хюккеля.
3. Ароматичность бензоидных и небензоидных систем.
4. Ароматичность гетероциклических систем (пиррол, пиридин, пиримидин, имидазол, пуридин, порфин). Электронное и пространственное строение пиррольного и пиридинового атомов азота.
5. Индуктивный эффект и мезомерный эффект. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

Письменные задания

1. Определите вид сопряжения в молекулах:

а) виниламина	г) пропеновой кислоты
б) 2-метилбутадиена-1,3	д) пиррола
в) пропеналя	е) пиридина

2. Докажите ароматичность соединений, используя правило Хюккеля:

а) фенантрена	д) пиридина
б) пиррола	е) пиримидина
в) тиофена	ж) пурина
г) фурана	з) имидазола

3. Укажите вид и знак электронных эффектов функциональных групп в молекулах; какие свойства, электронодонорные или электроноакцепторные, проявляют функциональные группы в указанных соединениях?

а) этиламина	г) бензальдегида
б) анилина	д) фенола
в) пропаналя	е) 4-аминобензойной кислоты

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ:

Сопряжение –

Ароматичность –

Индуктивный эффект –

Мезомерный эффект –

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

ТЕМА: Кислотно-основные свойства органических соединений.

Реакции окисления

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания об основных теориях кислотности и основности органических соединений, изучить факторы, влияющие на их выраженность и позволяющие качественно оценивать кислотность и основность органических соединений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 100-115, [2] С. 63-76.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Протолитическая теория кислотности и основности органических соединений Бренстеда-Лоури. Электронная теория кислотности и основности Льюиса. Классификация органических кислот.
2. Качественная характеристика силы водородсодержащих органических кислот. Факторы, влияющие на выраженность кислотных свойств органических соединений.
3. Реакции окисления спиртов, тиолов, фенолов. Антиоксиданты
4. Основность. Классификация оснований Бренстеда. Факторы, влияющие на выраженность основных свойств органических соединений.
5. Амфотерные свойства органических соединений. Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств.
6. Кислотно-основные свойства азотсодержащих гетероциклов (пиррол, имидазол, пиридин).

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Составьте формулы сопряженных оснований для следующих кислот:

а) CH_3COOH	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{+}{\text{O}}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix}$ б)	в) H_2O	г) $\text{C}_2\text{H}_5-\overset{\oplus}{\text{N}}\text{H}_3$	д) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
-----------------------------	--	-------------------------	--	------------------------------------

2. Сравните кислотность соединений в группах, учитывая стабильность аниона:

а) этанол и этантиол;

б) пропанол-1 и пропантриол-1,2,3 (глицерин);

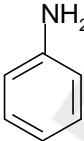
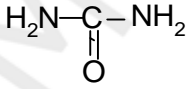
в) этановая и этандиовая кислота;

г) фенол и п-аминофенол;

д) бензойная и о-гидроксибензойная кислота;

е) пиррол и имидазол.

3. Составьте формулы сопряженных кислот для следующих оснований:

а) $\text{CH}_3\text{-NH}_2$	б) H_2O	в) OH^-	г) CH_3COO^-	д) 	е) 
------------------------------	-------------------------	------------------	------------------------------	---	---

4. Сравните основность соединений в группах:

а) диметиловый эфир, диметиламин, диметилсульфид;

б) этиламин и анилин;

в) 2-аминоэтанол и этиламин;

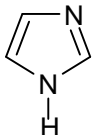
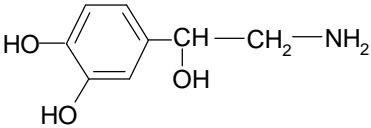
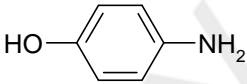
г) пиррол и пиридин;

д) пиридин и пиримидин.

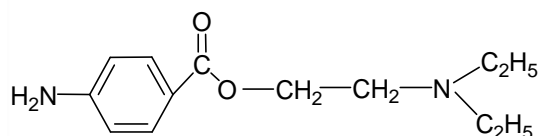
5. Напишите схемы реакций окисления этанола *in vivo* и *in vitro*.

6. Составьте схему реакции окисления 2-амино-3-меркаптопропановой кислоты мягким окислителем.

7. Для приведенных ниже оснований напишите реакции солеобразования с HCl:

<p>а) $\text{CH}_3\text{-NH}_2$</p>	<p>б) </p>	<p>в) </p>	<p>г) </p>
--	---	---	---

8. Обозначьте основные центры в молекуле новокаина и укажите наиболее сильный:



Напишите реакцию образования новокаина гидрохлорида.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Кислоты Льюиса –

Основания Льюиса –

Кислоты Бренстеда –

Основания Бренстеда –

Антиоксиданты –

Лабораторная работа

1. Окисление этилового спирта

В пробирку поместите 3 капли этанола[†], добавьте 2 капли раствора серной кислоты (23) и 3 капли раствора дихромата калия (24). Полученный оранжевый раствор нагрейте над пламенем спиртовки до начала изменения окраски. Через несколько секунд раствор становится синевато-зеленым [цвет солей хрома (III)]. Одновременно ощущается характерный запах уксусного альдегида, напоминающий запах антоновских яблок.

* Реактивы, отмеченные звездочкой (*), находятся в вытяжном шкафу.

Внесите 1 каплю полученного раствора в другую пробирку с 3 каплями фуксинсернистой кислоты (33). Появляется розово-фиолетовое окрашивание (качественная реакция на альдегиды).

Напишите схему реакции окисления этанола в ацетальдегид:

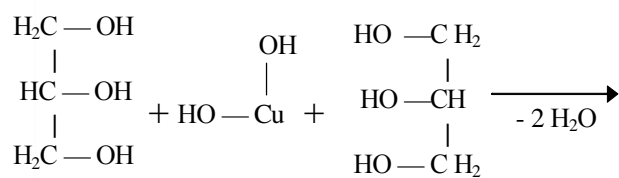
Вывод: _____

2. Качественная реакция на многоатомные спирты

В пробирку внесите 2 капли раствора CuSO_4 (26) и 2 капли раствора гидроксида натрия (21). Образуется голубой осадок гидроксида меди (II). Добавьте к нему 2 капли глицерина (4) и встряхните.

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции взаимодействия глицерина с гидроксидом меди (II) с образованием хелатного комплекса глицерата меди:



Вывод: _____

3. Получение фенолята натрия и его разложение

К 10 каплям эмульсии фенола (*) с водой добавляют по каплям раствор NaOH (21) до получения прозрачного раствора; образуется растворимый фенолят натрия. Затем добавляют по каплям разбавленную H_2SO_4 (23), снова образуется эмульсия (выделяется фенол).

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции получения фенолята натрия:

Почему при добавлении серной кислоты к раствору фенолята натрия наблюдается помутнение раствора? Напишите схему происходящей реакции:

Вывод: _____

4. Качественная реакция на фенолы

К 10 каплям водной эмульсии фенола (*) добавляют 1–2 капли раствора FeCl_3 (8), встряхивают.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

5. Сравнение основных свойств метиламина и анилина

Одну полоску красной лакмусовой бумаги смачивают водным раствором метиламина*, другую — водным раствором анилина*. Фиксируют изменение цвета лакмусовой бумаги.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

ТЕМА: Реакционная способность углеводородов

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания классификации и механизмов органических реакций, зависимости реакционной способности углеводородов от электронного строения и типа химических связей, распределения электронной плотности в молекуле.

ЛИТЕРАТУРА

[2] С. 38-62, 63-86.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Понятие о механизме органической реакции. Субстрат, реагент, реакционный центр. Гомолитический и гетеролитический механизмы разрыва ковалентной связи. Типы реагентов.
2. Классификация органических реакций по направлению (конечному результату) реакции.
3. Реакции радикального замещения (S_R). Условия генерирования радикальных частиц. Галогенирование алканов и циклоалканов.
4. Реакции электрофильного присоединения (A_E). Галогенирование, гидрогалогенирование и гидратация алкенов. Современная трактовка правила Марковникова (статический и динамический факторы).
5. Реакции электрофильного замещения (S_E) в ароматических соединениях, их механизм.
6. Особенности реакций S_E в ряду гетероциклических ароматических соединений.
7. Ориентирующее влияние заместителей в бензольном кольце и гетероатомов в ароматических гетероциклических соединениях на скорость реакции S_E и характер образующихся продуктов.
8. Механизм реакций нуклеофильного замещения (S_N) у sp^3 -гибридизованного атома углерода в ряду галогенопроизводных алканов и спиртов. S_{N1} и S_{N2} механизмы.

9. Конкурентные реакции элиминирования в ряду галогенопроизводных алканов и спиртов.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Опишите механизм реакций радикального замещения на примере хлорирования циклогексана:

2. Напишите схемы реакций и опишите механизм реакций присоединения

а) хлороводорода к пропену

б) воды к пропену

в) йодоводорода к акриловой (пропеновой) кислоте

3. Опишите механизм реакций электрофильного замещения:

а) алкилирования толуола хлористым этилом, используя катализатор $AlCl_3$

б) нитрования бензойной кислоты

4. Напишите схемы реакций сульфирования пиррола и пиридина

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Субстрат –

Реагент –

Электрофил –

Нуклеофил –

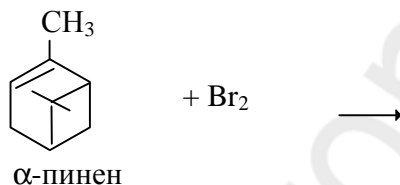
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Доказательство непредельности терпенов

В пробирку поместите 4 капли бромной воды* и 2 капли α -пинена* (компонент скипидара), встряхните.

Наблюдаемые изменения: _____

Допишите схему реакции взаимодействия α -пинена с бромом:



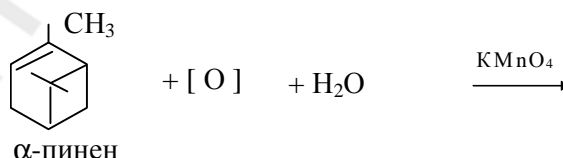
Вывод: _____

2. Легкая окисляемость терпенов

В пробирку поместите 6 капель раствора KMnO₄ (14), добавьте 1 каплю α -пинена и встряхните.

Наблюдаемые изменения: _____

Допишите схему реакции окисления α -пинена перманганатом калия в нейтральной среде:



Вывод: _____

3. Активирование кислорода воздуха терпенами

В пробирку поместите 1 каплю 0,5% крахмального клейстера*, добавьте 1 каплю раствора KI (20), встряхните и добавьте 1 каплю α -пинена*.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

4. Окисление толуола

В пробирку поместите 10 капель раствора KMnO_4 (14) и 2 капли разбавленной H_2SO_4 (23). Добавьте 3 капли толуола* и энергично встряхните. Нагрейте пробирку над пламенем спиртовки. Отметьте, какие изменения произошли с окраской раствора.

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции окисления толуола. Назовите продукт реакции.

Вывод: _____

5. Нитрование толуола

В пробирку поместите 5 капель толуола*, добавьте 10 капель нитрующей смеси* и осторожно встряхивайте в течение 2–3 мин. Затем смесь вылейте в стакан с водой, отметьте запах.

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции нитрования толуола. Назовите продукты реакции.

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

ТЕМА: Биологически важные реакции карбонильных соединений

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания зависимости реакционной способности альдегидов и кетонов от электронного и пространственного строения оксо- группы, электронных эффектов заместителей; освоить навыки выполнения качественных реакций на альдегиды и кетоны (ацетон).

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 182-194, [2] С. 87-94.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Электронное строение карбонильной группы. Реакционные центры в альдегидах и кетонах. Различия в реакционной способности альдегидов и кетонов.
2. Механизм реакций нуклеофильного присоединения (A_N): присоединение воды, спиртов, аминов. Восстановление альдегидов и кетонов. Биологическое значение реакций нуклеофильного присоединения.
3. Реакции по СН-кислотному центру. Реакции альдольной конденсации. Галоформные реакции.
4. Формальдегид. Формалин, применение в медицине. Реакция диспропорционирования.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите схемы реакций восстановления этанала *in vivo* и *in vitro*.
2. Напишите уравнение реакции взаимодействия этанала с 1 моль метанола. Опишите механизм.
3. Опишите механизм реакции внутримолекулярной ацетализации 4-гидроксигексаналя.
4. Опишите механизм реакции взаимодействия бензальдегида с метиламином (образования основания Шиффа).
5. Составьте схему реакции альдольной конденсации пропаналя, опишите механизм.

6. Опишите механизм реакции диспропорционирования водного раствора формальдегида.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Полуацеталь –

Ацеталь –

Основание Шиффа –

Формалин –

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Окисление формальдегида гидроксидом меди (II)

В пробирку поместите 5 капель раствора гидроксида натрия (21) и 1 каплю раствора CuSO_4 (26). К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавьте 3 капли формалина (32). Содержимое пробирки осторожно нагрейте до кипения. *Осадок приобретает сначала желтую окраску, затем – красную и, если пробирка была чистой, то на ее стенках может выделиться медь (медное зеркало). Изменение окраски осадка, наблюдаемое в процессе реакции, объясняется различной степенью окисления меди.*

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции окисления формальдегида гидроксидом меди (II):

Вывод: _____

2. Реакция взаимодействия формальдегида с фуксинсернистой кислотой

В пробирку поместите 2-3 капли формалина (32), добавьте 2 капли раствора фуксинсернистой кислоты (33), встряхните, отметьте изменение окраски.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

3. Реакция диспропорционирования водных растворов формальдегида

В пробирку поместите 2-3 капли формалина (32), добавьте 1 каплю раствора индикатора метилового красного*. *Покраснение раствора указывает на кислую реакцию среды.*

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите уравнение реакции диспропорционирования формальдегида:

Вывод: _____

4. Открытие ацетона путем перевода его в йодоформ

В пробирку поместите 3 капли раствора йода в йодиде калия (47) и прибавьте по каплям раствор NaOH (21) до исчезновения бурой окраски йода. К обесцвеченному раствору добавьте 1 каплю ацетона*, встряхните. Выпадает желтовато-белый осадок с характерным запахом йодоформа.

Напишите схему реакции образования йодоформа:

Вывод: _____

5. Цветная реакция на ацетон с нитропруссидом натрия

Цветная реакция с нитропруссидом натрия (проба Легалья) широко применяется в клинической лабораторной практике для открытия ацетона в моче (при диагностике сахарного диабета).

В пробирку поместите 2-3 капли ацетона*, 1 каплю раствора нитропрussa натрия (35) и 1 каплю раствора NaOH (21). Через 2–3 минуты прибавьте 1 каплю уксусной кислоты (36). Запишите наблюдения.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

ТЕМА: Карбоновые кислоты и их функциональные производные

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания реакционной способности карбоновых кислот и их функциональных производных, механизма реакций ацилирования, их биологической роли.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 194-214, [2] С. 96-103.

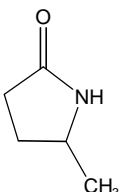
ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Электронное строение карбоксильной группы. Реакционные центры в молекулах карбоновых кислот.
2. Кислотные свойства карбоновых кислот: одно-, двухосновных, предельных, непредельных, ароматических.
3. Двухосновные карбоновые кислоты: реакции декарбоксилирования и образования циклических ангидридов.
4. Реакции нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридизованного атома углерода карбоновых кислот и их функциональных производных. Реакции ацилирования.
5. Ацилирующая способность карбоновых кислот и их производных. Биологическое значение реакций ацилирования.
6. Амиды кислот. Мочевина как полный амид угольной кислоты, роль в организме.
7. Гидролиз сложных эфиров, ангидридов, амидов.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Сравните кислотные свойства этановой и этандиовой кислот. Напишите уравнения реакций образования солей с $Ca(OH)_2$.
2. Напишите уравнения реакций декарбоксилирования малоновой и 2-аминопентандиовой кислот.
3. Напишите уравнения реакций получения функциональных производных карбоновых кислот: ангидрида уксусной кислоты; хлорангидридов пропионовой и малоновой кислот.

4. Опишите механизм реакции этерификации на примере взаимодействия масляной кислоты с метанолом.
5. Напишите схему реакции гидролиза этилацетата в кислой среде, опишите механизм.
6. Напишите схему реакции гидролиза метилбензоата в щелочной среде, опишите механизм.
7. Какие продукты могут образоваться при гидролизе каждого из приведенных амидов?

<p>a)</p> $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \text{\ / NH}_2 \end{array}$	<p>b)</p> $\text{H}_2\text{N} - \text{CH} \begin{array}{l} \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{NH} - \text{CH} \begin{array}{l} \\ \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} - \text{COOH}$
<p>б)</p> $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \text{\ / NH} - \text{CH}_3 \end{array}$	<p>г)</p> 

7. Подтвердите основные свойства мочевины реакцией ее взаимодействия с водой и хлороводородной кислотой.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Получение этилацетата

В сухую пробирку поместите порошок безводного ацетата натрия (42) (высота столбика вещества около 2 мм) и 3 капли этанола*. Добавьте 2 капли H_2SO_4 (конц.)* и осторожно нагрейте над пламенем спиртовки. Через несколько секунд появляется приятный освежающий запах.

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции образования этилацетата:

Вывод: _____

2. Декарбосилирование щавелевой кислоты

В сухую пробирку поместите кристаллическую щавелевую кислоту* (навеска 0,5г.). Пробирку закройте газоотводной трубкой и осторожно нагрейте. Конец газоотводной трубки опустите в пробирку, содержащую 15 капель известковой воды (2).

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции, происходящей при нагревании щавелевой кислоты:

Вывод: _____

3. Открытие оксалат-аниона

В пробирку поместите 5 капель оксалата натрия (40), добавьте 1 каплю хлорида кальция (41), образуется осадок. Содержимое пробирки разделите на две части. К одной части добавьте 5 капель раствора HCl (9), к другой — 5 капель уксусной кислоты (36).

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции образования оксалата кальция:

Приведите схему реакции, приводящей к растворению осадка оксалата кальция:

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

ТЕМА: Итоговое занятие «Теоретические основы строения и реакционной способности основных классов органических соединений»

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать целостное представление о пространственном строении и реакционной способности основных классов органических соединений

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 11-24, 50 – 85, 24-47, 100-115, 85 – 99, 116-149, 182-214, [2] С. 9-26, 18 – 26, 27-37, 63-76, 38-62, 87-103, [3] С. 19 – 31.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Классификация и номенклатура органических соединений.
2. Основные понятия стереохимии – конфигурация и конформации. Проекционные формулы Ньюмена. Конформации алифатических соединений.
3. Конформации циклогексана. Конформация кресла, инверсия цикла.
4. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана. 1,3-диаксиальное взаимодействие.
5. Хиральные молекулы, асимметрический атом углерода. Стереизомерия молекул с одним центром хиральности. Энантиомерия.
6. Проекционные формулы Фишера. Глицериновый альдегид как конфигурационный стандарт. Относительная D, L-система стереохимической номенклатуры. R, S-номенклатура.
7. Стереизомерия молекул с двумя центрами хиральности, энантиомерия и диастереомерия. Мезоформы.
8. Рацемические смеси. Методы разделения рацемических смесей.
9. Сопряжение. Сопряженные системы с открытой цепью, их виды (π - π - и p, π -сопряжения). Энергия сопряжения.
10. Циклические сопряженные системы. Ароматичность. Правило Хюккеля.
11. Ароматичность гетероциклических систем. Электронное и пространственное строение пиррольного и пиридинового атомов азота (заселенность орбиталей электронами).
12. Электронные эффекты: индуктивный, мезомерный. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.
13. Протолитическая теория кислотности и основности органических соединений Бренстеда-Лоури. Классификация органических кислот.
14. Сравнительная характеристика кислотных свойств спиртов, фенолов, тиолов и карбоновых кислот. Факторы, влияющие на выраженность кислотных свойств органических соединений.
15. Реакции окисления спиртов, тиолов, фенолов. Антиоксиданты
16. Основность. Классификация оснований Бренстеда. Факторы, влияющие на выраженность основных свойств органических соединений. Основность алифатических и ароматических аминов.
17. Амфотерные свойства органических соединений. Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств.

18. Кислотно-основные свойства азотсодержащих гетероциклов.
19. Гомолитический и гетеролитический механизмы разрыва ковалентной связи. Типы реагентов. Свободные радикалы, электрофильные и нуклеофильные реагенты.
20. Классификация органических реакций по направлению реакции.
21. Реакции радикального замещения (S_R) как цепные реакции. Генерирование радикальных частиц. Механизм реакций галогенирования алканов и циклоалканов.
22. Реакции электрофильного присоединения (A_E). Механизм реакций галогенирования, гидрогалогенирования и гидратации алкенов. Правило Марковникова (статический и динамический факторы).
23. Особенности механизма реакций A_E у диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями.
24. Механизм реакций электрофильного замещения (S_E) в ароматических соединениях. Реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования.
25. Особенности реакций S_E в ряду гетероциклических ароматических соединений.
26. Ориентирующее влияние заместителей в бензольном кольце и гетероатомов в ароматических гетероциклических соединениях на скорость реакции S_E и характер образующихся продуктов.
27. Реакции нуклеофильного замещения у sp^3 -гибридизованного атома углерода. S_{N1} и S_{N2} механизмы. Реакции элиминирования.
28. Электронное строение карбонильной группы. Реакционные центры в альдегидах и карбоновых кислотах. Различия в реакционной способности.
29. Механизм реакций нуклеофильного присоединения (A_N). Присоединение спиртов, аминов. Восстановление альдегидов и кетонов *in vitro* и *in vivo*.
30. Реакции по СН-кислотному центру. Реакции альдольной конденсации. Галоформные реакции.
31. Формальдегид. Формалин, применение в медицине. Реакция диспропорционирования.
32. Карбоновые кислоты. Кислотные свойства карбоновых кислот: одно-, двухосновных, предельных, непредельных, ароматических.
33. Реакции нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридизованного атома углерода карбоновых кислот и их функциональных производных.
34. Реакции ацилирования. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров. Гидролиз амидов.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

ТЕМА: Поли- и гетерофункциональные соединения алифатического ряда

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания реакционной способности гидрокси- и оксокислот с учетом взаимного влияния функциональных групп, умения прогнозировать химические свойства гетерофункциональных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 233-271, [3] С. 5-12.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Полифункциональные соединения: многоатомные спирты (глицерол, инозитол), двухатомные фенолы (пирокатехин, резорцин, гидрохинон), двухосновные карбоновые кислоты (щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, малеиновая, фумаровая).
2. Гетерофункциональные соединения. Строение, реакционная способность, роль в процессах жизнедеятельности. Аминоспирты (2-аминоэтанол, холин). Ацетилхолин. Катехоламины: дофамин, норадреналин, адреналин.
3. Гидроксикислоты (молочная, яблочная). Строение, химические свойства, биологическая роль. Окисление гидроксикислот *in vivo*.
4. Различие в химических свойствах α -, β - и γ -гидроксикислот.
5. Лимонная кислота. Цитраты. «Цитратная кровь». Реакция разложения лимонной кислоты при нагревании.
6. Реакция образования лимонной кислоты из щавелевоуксусной кислоты и ацетил-СоА. Реакция дегидратации лимонной кислоты *in vivo*.
7. Оксокислоты (пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная, α -кетоглутаровая). Кислотные свойства и реакционная способность. Восстановление оксокислот *in vivo*.
8. Кетоновые тела. Строение, свойства, механизм взаимопревращений. Биологическая значимость.
9. Таутомерия. Таутомерные формы ацетоуксусного эфира и щавелевоуксусной кислоты. Характерные реакции на енольный фрагмент.
10. Амиды угольной кислоты — карбаминовая кислота, карбамид. Строение, свойства, применение.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите схемы реакций окисления молочной и яблочной кислот *in vivo*, назовите продукты.

2. Напишите схему реакции образования лимонной кислоты *in vivo* из ЦУК и ацетил-CoA.
3. Напишите реакции разложения молочной и лимонной кислот при нагревании в присутствии H_2SO_4 .
4. Напишите таутомерные формулы пировиноградной кислоты (ПВК). Приведите схему реакции ПВК (в енольной форме) с фосфорной кислотой.
5. Приведите схему реакции восстановления ПВК *in vivo*.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Таутомерия –

Соли молочной кислоты называются –

Соли яблочной кислоты называются –

Соли винной кислоты называются –

Соли лимонной кислоты называются –

Соли пировиноградной кислоты называются –

Соли щавелевоуксусной кислоты называются –

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Качественная реакция на молочную кислоту

В пробирку поместите 5 капель раствора фенола (27) и 1 каплю раствора FeCl_3 (8). Появляется фиолетовое окрашивание, переходящее от нескольких капель молочной кислоты (49) в зелено-желтое.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

2. Доказательство наличия двух карбоксильных групп в винной кислоте

В пробирку поместите 2 капли 15% раствора винной кислоты (50), 2 капли 5% раствора KOH (51) и встряхните. Постепенно начинает образовываться белый кристаллический осадок кислой калиевой соли винной кислоты. Если осадок не выпадает, то потрите внутреннюю стенку пробирки стеклянной палочкой. Добавьте в пробирку 2-3 капли 10% раствора NaOH (21). Кристаллический осадок постепенно растворяется, так как образуется хорошо растворимая в воде смешанная калиево-натриевая соль винной кислоты – *сегнетова соль*. Раствор сохраните для следующего опыта.

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схемы реакций образования гидротартрата калия и тартрата калия-натрия:

Вывод: _____

3. Доказательство наличия гидроксильных групп в винной кислоте

В две пробирки поместите по 2 капли 2% раствора сульфата меди (II) (26) и по 2 капли 10% раствора NaOH (21). В 1-ю пробирку добавьте раствор тартрата калия-натрия, полученный в предыдущем опыте. Осадок гидроксида меди (II) растворяется. Полученный раствор имеет синюю окраску. Он носит название *реактива Фелинга* и используется для обнаружения глюкозы.

Жидкости в обеих пробирках нагрейте до кипения. В 1-й пробирке окраска не изменится, во 2-й – голубой осадок гидроксида меди (II) превращается в оксид меди (II) черного цвета.

Наличие какого структурного фрагмента обуславливает взаимодействие тартрата калия-натрия с гидроксидом меди (II)?

Объясните, почему при нагревании не изменяется окраска содержимого в 1-й пробирке и изменяется во 2-й?

Вывод: _____

4. Обнаружение двух таутомерных форм ацетоуксусного эфира

Поместите в пробирку 1 каплю ацетоуксусного эфира* и 1 каплю раствора FeCl_3 (8). Немедленно появляется фиолетово-красное окрашивание, указывающее на наличие енольной формы ацетоуксусного эфира. Прибавьте 1 каплю насыщенного водного раствора брома*. Фиолетовое окрашивание моментально исчезает, но затем постепенно появляется. Прибавьте еще 1 каплю бромной воды – вновь происходит обесцвечивание с последующим возобновлением фиолетовой окраски. *Объясните наблюдаемое явление.*

Наблюдаемые изменения: _____

Приведите таутомерные формы ацетоуксусного эфира:

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 10

ТЕМА: Биологически активные гетерофункциональные соединения бензольного и гетероциклического рядов, метаболиты и биорегуляторы

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания строения и реакционной способности ряда физиологически активных соединений производных бензольного и гетероциклического рядов и представления об их биологическом значении и использовании в медицинской практике.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 271 - 278, 298, 301 - 302, 306 – 307, 440 - 441; [3] С. 12-18.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Салициловая кислота как представитель фенолокислот; ее кислотные свойства. Производные салициловой кислоты: ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, фенолсалицилат, их строение, медицинское применение.
2. *n*-Аминобензойная кислота как гетерофункциональное соединение и естественный метаболит, ее роль в структуре фолиевой кислоты.
3. Производные *p*-аминобензойной кислоты — анестезин, новокаин, их получение и применение. Современные анестезирующие средства — ультракаин, лидокаин.
4. Сульфаниловая кислота и ее амид. Сульфаниламидные препараты. Понятие об антиметаболитах.

5. Никотиновая кислота как представитель гетерофункциональных соединений гетероциклического ряда, строение, свойства. Амид никотиновой кислоты, его роль в структуре и функционировании кофермента НАД⁺.
6. Изоникотиновая кислота и ее производные — тубазид, фтивазид. Строение, свойства, медицинское применение.
7. Барбитуровая кислота как полный циклический уреид малоновой кислоты, ее таутомерные формы. Фенобарбитал, его медицинское применение.
8. Гидроксипурины: гипоксантин, ксантин, мочевая кислота как продукты метаболизма нуклеиновых кислот.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите уравнения реакций получения производных салициловой кислоты: метилсалицилата, фенилсалицилата и ацетилсалициловой кислоты.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия *n*-аминобензойной кислоты с этиловым и *N*, *N*-диэтиламиноэтиловым спиртом, приводящих к получению анестезина и новокаина соответственно.
3. Гиппуровая кислота ($C_6H_5CONHCH_2COOH$) образуется в печени из бензойной и аминокусусной кислот. Напишите схему ее образования.
4. Напишите схему таутомерных превращений мочевой кислоты и назовите тип таутомерии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Доказательство отсутствия фенольного гидроксила в ацетилсалициловой кислоте и ее гидролиз

В пробирку № 1 поместите несколько крупинок аспирина* и 5–6 капель воды. Встряхните пробирку, чтобы ускорить растворение вещества, и затем отлейте часть раствора в пробирку № 2. При добавлении 1 капли FeCl_3 (8) в пробирку № 2 фиолетовая окраска не появляется.

Остаток раствора ацетилсалициловой кислоты в пробирке № 1 прокипятите в течение полминуты и затем прибавьте 1 каплю FeCl_3 (8). Как меняется цвет раствора? Как можно объяснить изменение цвета?

Наблюдаемые изменения: _____

Приведите уравнение реакции гидролиза ацетилсалициловой кислоты, назовите продукты реакции.

Вывод: _____

2. Получение медной соли никотиновой кислоты

В пробирку поместите 1 шпатель никотиновой кислоты*, добавьте 10–15 капель воды, нагрейте до кипения. К горячему раствору добавьте 1–2 капли уксусной кислоты (36) и 3–4 капли раствора CuSO_4 (26).

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

3. Получение солей мочевой кислоты

В пробирку поместите небольшое количество (на кончике лопаточки) мочевой кислоты (7) и добавьте 10 капель воды. Отметьте, что мочевая кислота не растворяется. Однако при добавлении 1 капли 1% раствора гидроксида натрия (*) сразу образуется прозрачный раствор динатриевой соли мочевой кислоты.

Половину раствора динатриевой соли мочевой кислоты поместите в чистую пробирку и добавьте 1 каплю насыщенного раствора хлорида аммония (10). Выпадает осадок урата аммония.

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции взаимодействия мочевой кислоты с гидроксидом натрия.

Напишите схему реакции образования урата аммония, учитывая, что оба иона натрия замещаются на ионы аммония.

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 11

ТЕМА: Липиды: классификация, строение, свойства.

Пероксидное окисление липидов

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания зависимости физико-химических свойств, биологической активности и значимости липидов от структуры (характера ацильных остатков высших жирных кислот и других структурных компонентов)

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 444-464; [2] С. 103-118.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Определение и классификация липидов, их биологическое значение.
2. Высшие жирные кислоты (ВЖК), входящие в состав липидов, строение, свойства. Эссенциальные жирные кислоты, ω -номенклатура.
3. Триацилглицеролы. Строение, свойства, номенклатура.
4. Строение и свойства восков. Применение восков в медицине.
5. Фосфолипиды. Строение, номенклатура, свойства. Физико-химические свойства фосфолипидов, лежащих в основе липидного бислоя клеточных мембран.
6. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. Антиоксиданты.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Приведите структурную формулу 1-пальмитоилдидолинолеоилглицерола.
2. Напишите схему реакции щелочного гидролиза (омыления) 1-олеоил-2-пальмитоил-3-стеароилглицерола. Назовите продукты реакции.
3. Напишите структурные формулы а) 1-пальмитоил-2-линоленоилфосфатидилэтаноламина, б) 1-стеароил-2-арахидоноилфосфатидилхолина. Укажите гидрофильные и гидрофобные части молекул.

4. Напишите схему реакции кислотного гидролиза 1-стеароил-2-линолеоилфосфатидилхолина, назовите продукты реакции.

5. Приведите схему реакции щелочного гидролиза 1-пальмитоил-2-олеоилфосфатидилсерина, назовите продукты реакции.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Воски –

Жиры –

Мыла –

Фосфолипиды –

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Открытие остатков непредельных кислот в жире

В пробирку поместите 1 каплю растительного масла* и добавьте несколько капель бромной воды*. Энергично встряхните.

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции присоединения брома к олеиновой кислоте, назовите полученное соединение:

Вывод: _____

2. Окисление непредельных кислот раствором KMnO_4

В пробирку поместите 1 каплю растительного масла* и добавьте 10 капель раствора KMnO_4 (14) и 2 капли Na_2CO_3 (43). Энергично встряхните.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

3. Определение малонового диальдегида в продуктах перекисного окисления растительных масел

В пробирку № 1 поместите 10 капель раствора свежего подсолнечного масла*, в пробирку № 2–10 капель длительно хранившегося на свету (в условиях доступа кислорода) подсолнечного масла, в пробирку № 3–10 капель раствора маргарина* (масло и маргарин растворялись в гептан-хлороформной смеси в соотношении 1:1 по объему). Затем в каждую пробирку добавьте по 10 капель ТБК-реактива (0,8%-ный раствор тиобарбитуровой кислоты в ледяной уксусной кислоте)*. Пробирки с реакционной смесью встряхните и, закрыв фольгой, поместите в кипящую водяную баню. Через 15 минут пробирки достаньте из водяной бани и визуально оцените интенсивность розовой окраски в них. Наблюдаемые отличия обоснуйте.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 12

ТЕМА: Углеводы. Моносахариды

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания стереохимического строения, таутомерии, важнейших химических свойств моносахаридов как основу для понимания их метаболических превращений и для изучения структурной организации полисахаридов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 369-400, [3] С. 32-41.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Углеводы, классификация, биологическое значение.
2. Определение и классификация моносахаридов, стереоизомерия. Формулы Фишера. Эпимеры.
3. Цикло-оксо-таутомерия моносахаридов. Таутомерные превращения D-глюкозы, D-фруктозы, D-рибозы. Аномеры. Формулы Хеуорса.
4. Химические свойства моносахаридов. O- и N- гликозиды. Гидролиз гликозидов.
5. Окисление моносахаридов. Гликуроновые кислоты.
6. Восстановление моносахаридов. Ксилит, сорбит, их применение.
7. Фосфаты моносахаридов, их биологическое значение.

8. Аминосакхара. Структура, свойства, биологическое значение.
9. Аскорбиновая кислота (витамин С). Структура, свойства, биологическое значение.

Письменные задания

1. Отнесите моносахариды к определенной группе, в соответствии с природой карбонильной группы и длиной углеродной цепи:

а) $ \begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	б) $ \begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	в) $ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	г) $ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $
---	---	---	---

2. Напишите схему таутомерных превращений, происходящих при растворении в воде α -D-глюкопиранозы и назовите все таутомерные формы.

3. Напишите по Хеурсу формулы β -D-рибофуранозы и β -D-дезоксирибофуранозы.

4. Изобразите α - и β -D-глюкопиранозу в конформации *кресла*.

5. Напишите схему реакции взаимодействия β -D-галактопиранозы с этанолом в присутствии HCl.

6. Напишите формулы D-глюкуроновой и D-галактурановой кислот по Хеурсу.

7. Составьте структурные формулы 2-дезокси-2-амино- β -D-глюкопиранозы, 2-дезокси-2-амино- α -D-галактопиранозы.
8. Напишите схемы реакций получения 6-фосфата-D-глюкопиранозы и 1,6-дифосфата-D-фруктофуранозы путем фосфорилирования.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Моносахариды –

Эпимеры –

Аномеры –

Гликозиды –

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Доказательство наличия гидроксильных групп в глюкозе

Поместите в пробирку 5 капель 0,5% раствора глюкозы (54) и 2 капли 10% раствора гидроксида натрия (21). К полученной смеси добавьте 2 капли 2% раствора сульфата меди (II) (26). Образующийся вначале осадок гидроксида меди (II) быстро растворяется.

Наблюдаемые изменения: _____

Какой структурный фрагмент глюкозы обуславливает участие в растворении осадка?

Напишите схему реакции образования комплексной соли иона Cu^{2+} с диольным фрагментом глюкозы:

Вывод: _____

2. Восстановительные свойства глюкозы (реакция с реактивом Фелинга)

Поместите в пробирку 3 капли раствора Фелинга (55) и добавьте 10 капель 0,5% раствора глюкозы (54). Держа пробирку наклонно, осторожно нагрейте только верхнюю часть раствора до кипения.

Наблюдаемые изменения: _____

Какая таутомерная форма глюкозы обладает восстановительными свойствами?

Вывод: _____

3. Сравнение реакций глюкозы и формалина с фуксинсернистой кислотой

В две пробирки внесите по 2 капли фуксинсернистой кислоты (33), затем в одну пробирку добавьте 5 капель формалина (32), в другую 5 капель 0,5% раствора глюкозы (54). Что вы наблюдаете?

Наблюдаемые изменения: _____

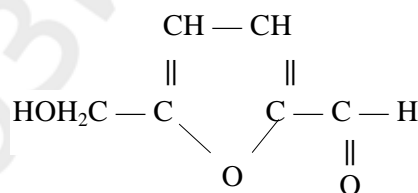
Наличие какой функциональной группы можно обнаружить данной реакцией?

Почему раствор глюкозы не реагирует с фуксинсернистой кислотой?

Вывод: _____

4. Реакция Селиванова на фруктозу

Поместите в пробирку крупинку сухого резорцина* и 2 капли концентрированной соляной кислоты*. Добавьте 2 капли 0,5% раствора фруктозы (56) и нагрейте до начала кипения. Постепенно жидкость приобретает красное окрашивание. Реакция обусловлена образованием нестойкого соединения – 5-гидроксиметилфурфуrolа.



Под влиянием концентрированной соляной кислоты 5-гидроксиметилфурфуrol конденсируется с резорцином, давая окрашенное соединение. Реакция Селиванова характерна для фруктозы и для других кетогексоз. Она основана на том, что гидроксиметилфурфуrol образуется из кетоз легче, чем из альдоз, не требуя кипячения. При длительном же кипячении и глюкоза может вызвать небольшое покраснение раствора.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

Подпись преподавателя: _____

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 13

ТЕМА: Олиго- и полисахариды

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания принципов химического строения и основных химических свойств дисахаридов, гомо- и гетерополисахаридов во взаимосвязи с их биологическими функциями.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 400-420, [3] С. 43-53.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Классификация полисахаридов, их биологическая роль.
2. Дисахариды: мальтоза, лактоза, лактулоза, сахароза, целлобиоза. Строение, характер гликозидной связи, цикло-оксо-таутомерия, свойства, биологическое значение.
3. Крахмал. Строение, свойства. Биологическая значимость крахмала. Гликоген.
4. Целлюлоза, конформационное строение, свойства; распространенность в природе, роль в питании человека.
5. Декстран. Строение, применение.
6. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите схемы реакций гидролиза сахарозы, мальтозы, лактозы.
2. Приведите структурные формулы компонентов таутомерного равновесия в растворе мальтозы.
3. Напишите схему реакции взаимодействия лактозы с этанолом в присутствии хлороводорода.
4. Приведите структурную формулу дисахаридного фрагмента амилозы.

5. Приведите фрагмент структуры амилопектина. Укажите типы гликозидных связей между моносахаридными звеньями.

6. Приведите структурную формулу дисахаридного фрагмента целлюлозы и его конформацию.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Гомополисахариды –

Гетерополисахариды –

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Отсутствие восстановительной способности у сахарозы

В пробирку поместите 10 капель раствора сахарозы (57) и 3 капли реактива Фелинга (55). Осторожно нагрейте пробирку над пламенем спиртовки.

Наблюдаемые изменения: _____

Объясните причину отсутствия восстановительных свойств у сахарозы.

Вывод: _____

2. Восстановительная способность лактозы

В пробирку поместите 10 капель раствора лактозы (58) и 3 капли реактива Фелинга (55). Осторожно нагрейте пробирку над пламенем спиртовки.

Наблюдаемые изменения: _____

Объясните причину наличия восстановительных свойств у лактозы. Какой из моносахаридных остатков в молекуле лактозы способен к цикло-оксо-таутомерии?

Вывод: _____

3. Качественная реакция на крахмал

В пробирку поместите 10 капель крахмального клейстера и 1 каплю раствора йода в йодиде калия (47). Появляется синее окрашивание (йодкрахмальная реакция). Нагрейте пробирку, при этом происходит обесцвечивание ее содержимого. При охлаждении пробирки под струей воды окрашивание появляется вновь.

Наблюдаемые изменения: _____

Какова причина появления синей окраски раствора крахмала при добавлении йода и ее исчезновения при нагревании?

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 14

ТЕМА: Структура и реакционная способность аминокислот как гетерофункциональных соединений

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания стереохимического строения и реакционной способности аминокислот как гетерофункциональных соединений, являющихся структурными компонентами пептидов и белков; умения проводить качественные реакции на аминокислоты.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 314-345, [3] С. 54-66.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Протеиногенные аминокислоты: классификация, строение, стереоизомерия.
2. Амфотерные свойства аминокислот.
3. Реакции аминокислот по — COOH группе.
4. Реакции аминокислот по — NH₂ группе.
5. Биологически важные реакции α-аминокислот: декарбоксилирование, дезаминирование, трансаминирование, гидроксिलирование.
6. Качественные реакции аминокислот.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Постройте проекционные формулы Фишера энантиомеров валина; изолейцина.

3. Обозначьте конфигурацию аланина и цистеина по *R,S*-системе.
4. Составьте схему реакции окисления цистеина *in vivo*.
5. Напишите схемы реакций декарбоксилирования L-серина, L-глутаминовой кислоты, L-гистидина. Назовите полученные биогенные амины.
6. Напишите схемы реакций дезаминирования глутаминовой кислоты *in vivo* и *in vitro*.
7. Напишите схему реакции трансаминирования между L-аланином и α -кетоглутаровой кислотой.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Протеиногенные аминокислоты –

Биогенные аминокислоты –

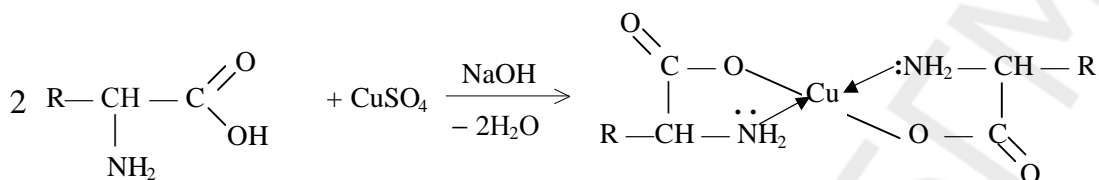
Биогенные амины –

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Образование внутрикомплексных солей α -аминокислот

В пробирку поместите 10 капель 1% раствора глицина (6); добавьте кристаллик медного купороса (3) и кристаллик ацетата натрия (42). Пробирку аккуратно встряхните.

Наблюдаемые изменения: _____



Вывод: _____

2. Отсутствие кислой реакции у глицина

В пробирку поместите 5 капель 1% раствора глицина (6). Добавьте 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного*. Раствор приобретает желтую окраску (нейтральная среда). Сохраните полученный раствор для следующего опыта.

Наблюдаемые изменения: _____

С чем связано отсутствие кислой реакции у глицина?

Вывод: _____

3. Реакция глицина с формальдегидом (образование основания Шиффа)

Поместите в пробирку 5 капель формалина (32). Добавьте 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного*. Появляется красное окрашивание (кислая среда). С помощью стеклянной палочки добавьте небольшое количество 10% раствора гидроксида натрия (21) до нейтральной реакции (раствор пожелтеет). Полученный нейтрализованный формалин добавьте к нейтральному раствору глицина, полученному в предыдущем опыте. Немедленно появляется красное окрашивание, указывающее на появление кислоты.

Наблюдаемые изменения: _____

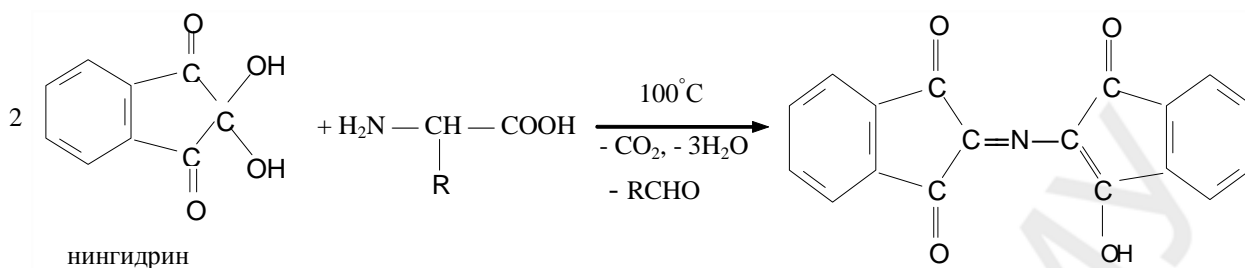
Напишите схему реакции взаимодействия глицина с формальдегидом:

Вывод: _____

4. Реакция глицина с нингидрином (общая реакция обнаружения α -аминокислот)

В пробирку поместите 5 капель 1% раствора глицина (6) и 2 капли 0,1% раствора нингидрина*. Содержимое пробирки встряхните и осторожно нагрейте. Какую окраску приобретает раствор?

Наблюдаемые изменения: _____



Вывод: _____

Подпись преподавателя: _____

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 15

ТЕМА: Пептиды, строение, свойства, значение. Уровни организации белковых молекул

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания строения пептидов и уровней пространственной организации пептидов и белков во взаимосвязи с их биологическими функциями.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 345-369, [3] С. 67-79.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Пептиды. Электронное и пространственное строение пептидной связи как сопряженной системы.
2. Отдельные представители пептидов: аспартам, нейропептиды, глутатион, инсулин, их биологическая роль и применение.
3. Первичная структура пептидов и белков.
4. Синтез пептидов *in vitro*. Стратегия «активации» и «защиты» функциональных групп аминокислот.
5. Вторичная структура белков. α-Спираль, β-структура, β-поворот.
6. Третичная и четвертичная структура белков. Домены. Факторы, стабилизирующие пространственную структуру белков. Фолдинг.
7. Структура и функции гемоглобина.
8. Особенности структуры коллагена.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Приведите схемы образования дипептидов. Запишите ионные формы дипептидов при физиологическом значении pH крови (7,4).

а) His-Thr

б) Asp-Тур

2. Какие продукты образуются при полном гидролизе трипептида аспартилглицилвалина в присутствии хлороводородной кислоты? Напишите схему реакции.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Ксантопротеиновая реакция

В пробирку поместите 10 капель раствора яичного белка (28) и 3 капли концентрированной азотной кислоты*. Содержимое пробирки осторожно нагрейте. Отметьте появление окрашивания. Пробирку охладите и добавьте 2-3 капли раствора гидроксида натрия (21). Какая окраска появляется?

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции взаимодействия тирозина с азотной кислотой:

Вывод: _____

2. Биуретовая реакция

В пробирку поместите 5 капель раствора яичного белка (28), добавьте равный объем 10% раствора NaOH (21), а затем 2-3 капли 2% раствора сульфата меди (II) (26). Какую окраску приобретает раствор?

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

3. Осаждение белков сульфосалициловой кислотой

В пробирку поместите 10 капель раствора яичного белка (28), добавьте 5 капель 20% раствора сульфосалициловой кислоты*. Наблюдается образование осадка.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

4. Осаждение белков дегидратирующими агентами

В пробирку поместите 10 капель раствора яичного белка (28), добавьте 5 капель ацетона*. Наблюдается помутнение раствора (образование осадка).

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 16

ТЕМА: Нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания строения и свойств нуклеотидов, их роли в метаболизме; первичной и вторичной структуры нуклеиновых кислот.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 420-444, [3] С. 80-92.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Азотистые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот. Таутомерные формы нуклеиновых оснований.
2. Нуклеозиды, строение, номенклатура.
3. Нуклеотиды, строение, номенклатура. Гидролиз нуклеотидов.
4. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав РНК и ДНК.
5. Строение и биологическая роль РНК. Виды РНК.
6. Вторичная структура ДНК.
7. Нуклеозидполифосфаты. АТФ, биологическое значение. Макроэргическая связь.
8. Строение кофермента НАД⁺ и его фосфата НАДФ⁺. Система НАД⁺ – НАДН; гидридный перенос.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

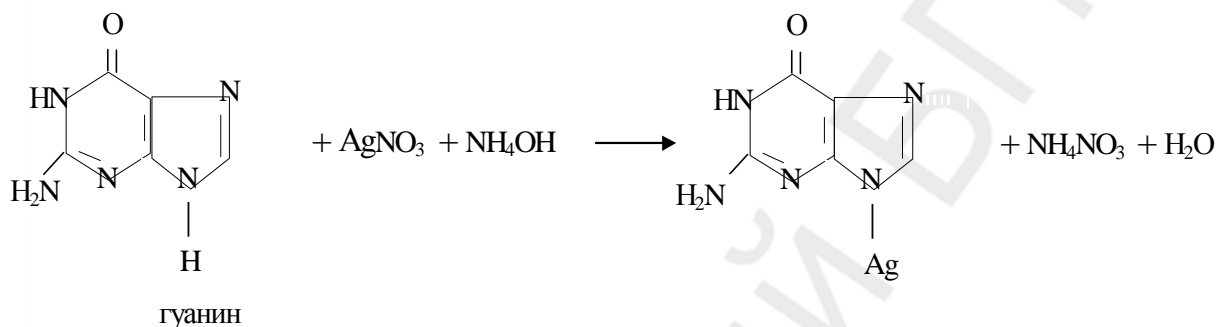
1. Напишите лактим-лактаминные таутомерные превращения тимина, урацила, цитозина, гуанина.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Обнаружение пуриновых оснований в продуктах кислотного гидролиза нуклеотидов (серебряная проба)

В пробирку поместите 5 капель гидролизата дрожжей* и 1 каплю концентрированного раствора аммиака. Затем добавьте 5 капель 2 % раствора нитрата серебра*. Через 3–5 мин. выпадает светло-коричневый осадок серебряных солей пуриновых оснований.

Наблюдаемые изменения: _____



Вывод: _____

2. Обнаружение пентоз в продуктах кислотного гидролиза нуклеотидов

К 10 каплям гидролизата пекарских дрожжей* добавьте 10 капель реактива Биалля* (раствор орцина в HCl с FeCl₃) и кипятите 1–2 мин.

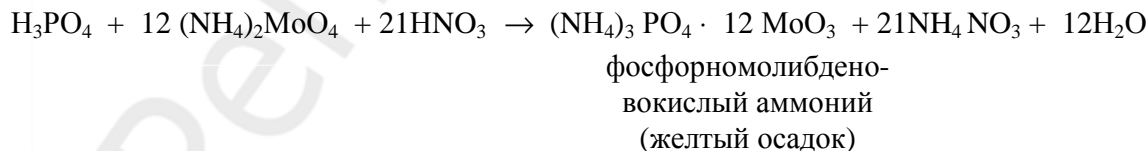
Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

3. Обнаружение фосфорной кислоты в продуктах кислотного гидролиза нуклеотидов

К 5 каплям гидролизата дрожжей* прибавьте 5 капель молибденового реактива* и прокипятите несколько минут.

Наблюдаемые изменения: _____



Вывод: _____

Подпись преподавателя: _____

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 17

ТЕМА: Итоговое занятие «Биополимеры и их структурные компоненты. Липиды»

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать целостное представление о строении и свойствах биополимеров, их структурных компонентов и липидов. Проверить усвоение программного материала

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 444-464, 369-400, 400-420, 314-345, 345-369, 420-444.

[3] С. 32-41, 43-53, 54-66, 67-79, 80-92.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Реакции окисления гидроксикислот *in vivo*.
2. Реакции восстановления кетокислот *in vivo*.
3. Реакции декарбоксилирования кето- и α -аминокислот. Биогенные амины, их биологическое значение.
4. Реакция разложения лимонной кислоты при нагревании.
5. Реакция образования лимонной кислоты из щавелевоуксусной кислоты и ацетил-СоА.
6. Реакция дегидратации лимонной кислоты *in vivo*.
7. π -Диастереомеры бутендиовой кислоты. Реакция гидратации фумаровой кислоты.
8. Специфические реакции, происходящие при нагревании α -, β -, γ -гидрокси- и аминокислот.
9. Таутомерия. Кето-енольная и лактим-лактаминная таутомерия гетерофункциональных соединений.
10. Кетонные тела, биологическое значение.
11. Ацетилсалициловая кислота, получение. Оценка доброкачественности аспирина.
12. *p*-Аминобензойная кислота, ее производные. Современные местные анестетики.
13. Высшие жирные кислоты, конформационное строение. ω -Номенклатура ненасыщенных жирных кислот.
14. Триацилглицеролы, строение, номенклатура, кислотный и щелочной гидролиз, биологическая роль.
15. Фосфолипиды, строение, номенклатура, физико-химические свойства. Кислотный и щелочной гидролиз фосфолипидов. Структура липидного бислоя.
16. Перекисное окисление липидов и его биологическая роль.
17. Цикло-оксо-таутомерия моносахаридов. Формулы Фишера и Хеурса. Конформации моносахаридов. Реакции образования гликозидов.
18. Окисление моносахаридов. Гликоновые, гликарвые и уроновые кислоты. Биологическое значение уроновых кислот.
19. Производные моносахаридов: ксилит, сорбит, аminosахара, нейраминная кислота, фосфорные эфиры.
20. Аскорбиновая кислота, биологическое значение.
21. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Строение, биологическое и медицинское значение.

22. Полисахариды, строение, биологическое значение.
23. Протеиногенные аминокислоты, строение, стереоизомерия, кислотнo-основные свойства.
24. Биологически важные реакции аминокислот: декарбоксилирование, переаминирование, окислительное дезаминирование, гидроксипирование. Окисление цистеина.
25. Пептиды, строение, номенклатура, кислотнo-основные свойства. Глутатион, биологическая роль.
26. Нуклеиновые основания, строение, таутомерные формы, кислотные и основные центры.
27. Комплементарные пары нуклеиновых оснований. Водородные связи.
28. Нуклеозиды. Нуклеотиды. Строение, номенклатура. Гидролиз нуклеотидов.
29. Нуклеозидди- и нуклеозидтрифосфаты. Макроэргическая связь.

К итоговому занятию необходимо знать формулы:

Щавелевая кислота	Олеиновая кислота
Малоновая кислота	Линоленовая кислота
Янтарная кислота	Арахидоновая кислота
Глутаровая кислота	Холин
Пировиноградная кислота (ПВК)	Инозитол
Щавелевоуксусная кислота (ЩУК)	Этаноламин
α -Кетоглутаровая кислота	D-рибоза
Молочная кислота	D-дезоксирибоза
Яблочная кислота	D-глюкоза
Ацетилкоэнзим А	D-манноза
Лимонная кислота	D-галактоза
Фумаровая кислота	D-фруктоза
Малеиновая кислота	Нейраминаовая кислота
β -Гидроксимасляная кислота	Аскорбиновая кислота
β -Кетомасляная кислота	Сахароза
γ -Аминомасляная кислота (ГАМК)	Мальтоза
Барбитуровая кислота	Лактоза
Фенобарбитал	Лактулоза
Мочевая кислота	Крахмал
Гипоксантин	Гликоген
Ксантин	Целлюлоза
Ацетилсалициловая кислота	Декстран
Новокаин	Гиалуриновая кислота
Ультракаин	Урацил
Лидокаин	Тимин
Пальмитиновая кислота	Цитозин
Стеариновая кислота	Аденин
Линолевая кислота	Протеиногенные аминокислоты: тривиальные названия и трехбуквенный код.

ОБРАЗЕЦ ПИСЬМЕННОГО ЗАДАНИЯ

1. Напишите уравнение реакции восстановления щавелевоуксусной кислоты *in vivo*. Назовите стереоизомер образующегося соединения. По какому механизму протекает эта реакция?
2. Напишите схему реакции гидролиза 1-стеароил-2-линолеоил-3-олеоилглицерола в щелочной среде, назовите продукты реакции. Каким типом связи связаны ацильные остатки кислот с глицеролом? Изобразите конформацию углеводородного радикала линолевой кислоты; назовите линолевую кислоту по ω -номенклатуре.
3. В чем различие в конформационном строении α - и β -аномеров D-глюкозы. Какой аномер D-глюкозы участвует в процессах метаболизма в организме человека? Напишите его структурную формулу по Хеуорсу.
4. Напишите формулу трипептида Glu-Phe-Asn. Обозначьте N- и C-концевые аминокислоты. Какой заряд будет иметь этот трипептид при физиологическом значении pH крови? Напишите схему реакции окислительного дезаминирования L-глутаминовой кислоты.
5. Напишите схему таутомерных превращений тимина. Какой из таутомеров преобладает в равновесной смеси? Какое основание комплементарно тимину? Приведите строение этой комплементарной пары и обозначьте водородные связи.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 18

ТЕМА: Низкомолекулярные биорегуляторы. Стероиды. Алкалоиды

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания принципов строения, стереохимии, свойств стероидов и алкалоидов как биологически активных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 464-498, [3] С. 93-107.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Гонан (циклопентанпергидрофенантрен) как насыщенная карбоциклическая конденсированная система. Пространственное строение и энергетическая характеристика изомеров декалина и гидриндана.
2. Стереохимия гонанового ядра. 5α - и 5β -стероиды.
3. Классификация и номенклатура стероидов.
4. Строение и биологическая роль стероидов, производных эстрана и андростана.
5. Кортикостероиды как производные ряда прегнана; их биологическая роль и медицинское применение.
6. Структура, физико-химические свойства и биологическая значимость желчных кислот.
7. Холестерол как представитель стеринов; строение, свойства, биологическая роль.
8. Витамины группы D (D_2 и D_3), их биологическая роль.

9. Общая характеристика и классификация алкалоидов, их химические свойства и биологическая роль в растениях.
10. Строение и медицинское применение ряда алкалоидов (хинина, морфина, атропина) и их производных. Никотин — строение, свойства, токсическое влияние на организм человека.

Письменные задания

1. Напишите структурные формулы:

а) 1,3,5(10)-эстратриен-3,17 β -диол (эстрадиол)

б) 3-гидрокси-1,3,5(10)-эстратриен-17-он (эстрон)

в) 17 β -гидрокси-4-андростен-3-он (тестостерон)

г) 3 α -гидрокси-5 α -андростан-17-он (андростерон)

д) 17 α , 21-дигидрокси-4-прегнен-3,11,20-трион (кортизон)

е) 17 α , 11 β , 21-тригидрокси-4-прегнен-3,20-дион (кортизол)

ж) 4-прегнен-3,20-дион (прогестерон)

з) 3 α , 7 α , 12 α -тригидрокси-5 β -холан-24-овая кислота

и) $3\alpha, 12\alpha$ -дигидрокси- 5β -холан-24- овая кислота

к) 5-холестен- 3β -ол (холестерол)

л) 24-метил-5,7,22-холестатриен- 3β -ол (эргостерин)

м) 7-дегидрохолестерол

н) витамин D_3

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Биологически активные соединения –

Стероиды –

5 α -стероиды –

5 β -стероиды –

Стерины –

Алкалоиды –

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Открытие алкалоидов (реакции осаждения)

На предметное стекло поместите 3 капли исследуемого раствора* на расстоянии 2 см друг от друга. К первой капле добавьте 1 каплю раствора Люголя (47), ко второй – 1 каплю 1 %-ного раствора пикриновой кислоты*, к третьей – 1 каплю фосфорномолибденовой кислоты.

Наблюдаемые изменения: _____

Вывод: _____

2. Цветная реакция на холестерин (реакция Златкиса)

В сухую пробирку поместите 1 каплю FeCl_3 в уксусной кислоте* и 5 капель конц. H_2SO_4 *. Пробирку осторожно встряхните и добавьте 5 капель раствора холестерина в уксусной кислоте*.

Наблюдаемые изменения: _____

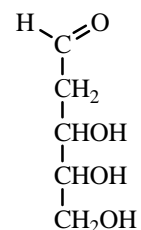
Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

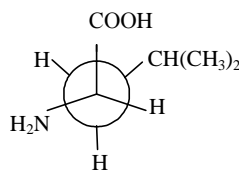
1. Приведите название дезоксирибозы по систематической номенклатуре

- 1) 1,3,4,5,6-пентагидроксигексанон-2
- 2) 2,3,4,5,6-пентагидроксигексаналь
- 3) 2,3,4,5-тетрагидроксипентаналь
- 4) 3,4,5-тригидроксипентаналь



2. Выберите название соединения, конформация которого представлена формулой Ньюмена:

- 1) 2-амино-4-метилпентановая кислота
- 2) 2-амино-4-метилбутановая кислота
- 3) 2-амино-3-метилбутановая кислота
- 4) 2-амино-3-метилпентановая кислота

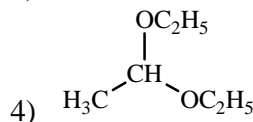
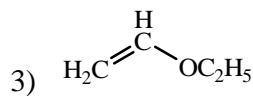
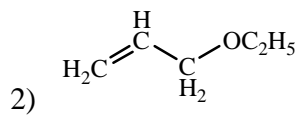
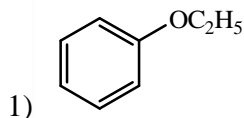


3. Выберите соединения, имеющие хиральный центр:

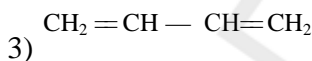
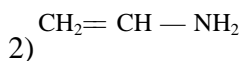
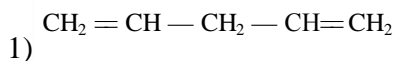
- 1) пропаналь
- 2) 2-метилбутаналь
- 3) 2-аминопропановая кислота
- 4) 2-аминоэтановая кислота

5) бутанол-2

4. Этоксигруппа проявляет электроакцепторные свойства в соединениях:



5. Сопряжение осуществляется в молекулах:



4)



6. Выберите вещества, способные связывать катионы тяжелых металлов:

- 1) 2-амино-3-меркаптопропановая кислота 2) 2,3-димеркаптопропансульфонат натрия
3) 2,3-димеркаптопропанол-1 4) диэтилдисульфид

7. При взаимодействии этанала и метанола (соотношение 1:1) в кислой среде образуется:

- 1) 2-метоксиэтанол 2) 1,1-диметоксиэтан 3) диэтоксиметан 4) 1-метоксиэтанол

8. В молекуле этанала имеются реакционные центры:

- 1) нуклеофильный центр на карбонильном атоме углерода
2) основной центр на атоме кислорода
3) электрофильный центр на карбонильном атоме углерода
4) кислотный центр у α -углеродного атома

9. Какое из перечисленных ниже соединений образует при нагревании гамма-лактам:

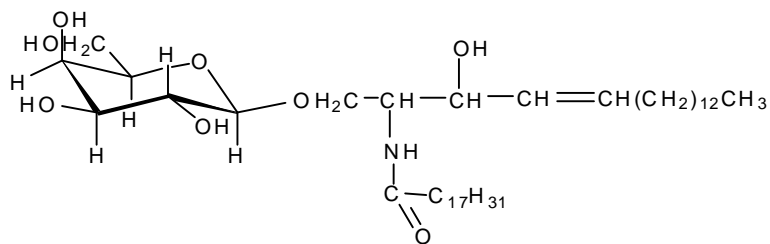
- 1) 4-амино-2-метилбутановая кислота 3) 3-аминобутановая кислота
2) 2-аминобутановая кислота 4) 5-аминопентановая кислота

10. При гидролизе анестезина образуются:

- 1) этанол 3) *p*-аминобензойная кислота
2) *N,N*-диэтиламиноэтанол 4) бензойная кислота

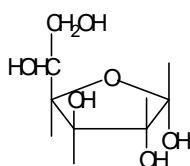
11. При гидролизе цереброзида образуются:

- 1) сфингозин
2) линоленовая кислота
3) линолевая кислота
4) галактоза
5) глюкоза



12. Укажите название соединения, формула которого

- α -D-галактопираноза
1) α -D-глюкофураноза
2) α -D-фруктофураноза
3) β -D-глюкопираноза



13. Охарактеризуйте строение D-маннозы:

- 1) относится к группе пентоз
- 2) является эписмером глюкозы по C₂
- 3) является альдозой
- 4) имеет в ациклической форме 4 хиральных центра
- 5) является эписмером глюкозы по C₄

14. Не обладает восстанавливающими свойствами:

- 1) мальтоза
- 2) сахароза
- 3) лактоза
- 4) целлобиоза

15. Выберите аминокислоты, содержащие в радикале гидроксильную группу:

- 1) Gln
- 2) Ser
- 3) Ala
- 4) Thr
- 5) Tyr

16. В реакции переаминирования из ПВК и Glu образуются:

- 1) Ala и 2-оксобутандиовая кислота
- 2) Gly и 2-оксопентандиовая кислота
- 3) Ala и 2-оксопентандиовая кислота
- 4) Asp и 2-оксопентандиовая кислота

17. Вторичную структуру белка стабилизируют связи ...

- 1) гидрофобные
- 2) ионные
- 3) дисульфидные
- 4) водородные

18. За окислительно-восстановительные реакции ответственен следующий фрагмент молекулы кофермента НАД⁺:

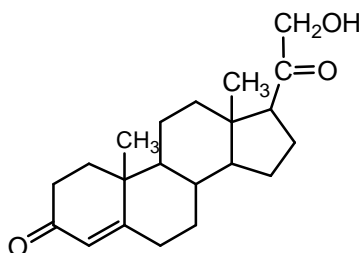
- 1) альдопентоза
- 2) фосфорная кислота
- 3) аденин
- 4) никотинамид

19. Для цитозина характерны следующие виды таутомерии:

- 1) лактим-лактимная
- 2) кето-енольная
- 3) аминок-иминная
- 4) цикло-оксо

20. Из приведенных ниже систематических названий выберите название, соответствующее структуре

- 1) холестерин-5-ол-3β
- 2) 3α-гидрокси-5α-андростанон-17
- 3) 21-гидроксипрегнен-4-дион-3,20
- 4) 17β-гидроксиандростен-4-он-3



21. Напишите формулу β-D-фруктопиранозы по Фишеру.

22. Изобразите структуру цитидина.

23. Приведите формулу трипептида Leu-His-Ser.

24. Напишите формулу 1-стеароил-2-линоленоилфосфатидилхолина.

25. Реакции элиминирования в алкилгалогенидах и спиртах. Дегидратация яблочной кислоты.

Время выполнения задания 60 минут.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

- 1.Комплементарность, как основа специфического распознавания на молекулярном уровне.
- 2.Биогенные амины как нейротрансмиттеры – химические передатчики в синапсах нервной системы (адреналин,норадреналин, гистамин, серотонин).
- 3.Свободно-радикальные процессы и их роль в процессах жизнедеятельности.
- 4.Перекисное окисление липидов и его роль в повреждении биомембран при действии ионизирующего излучения.
- 5.Асимметрия строения и функции биологических мембран.
- 6.Антиоксидантные системы организма, их роль в адаптации к действию повреждающих факторов окружающей среды.
- 7.Холестерол – стереохимическое строение, свойства, роль в процессах жизнедеятельности.
- 8.Непредельные высшие жирные кислоты и их особенности, роль в структуре фосфолипидов и биомембран.
9. ω -3 высшие жирные кислоты, роль в метаболизме липопротеинов и профилактике сердечно-сосудистых заболеваний.
- 10.Жирорастворимые витамины А и Е, роль в процессах жизнедеятельности.
- 11.Витамины группы Д и их роль в процессах минерального обмена.
- 12.Стереизомерные формы ретиналя (цис- и транс-), их роль в молекулярных механизмах функционирования зрительного анализатора.
- 13.Ретиноевая кислота как биорегулятор роста клеток и их дифференцировки.
- 14.Аскорбиновая кислота как водорастворимый антиоксидант, ее роль в синтезе коллагена.
- 15.Стереизомеры адреналина и норадреналина, свойства, биологическая активность и роль.
- 16.Стереизомеры талидомида, различия в фармакологических эффектах.
- 17.Биохимические механизмы действия этанола на поведение человека, механизмы формирования зависимости.
- 18.Опиатные пептиды – эндорфины и энкефалины, их биологическая роль.
- 19.Алкалоиды опиумного мака, их строение и применение в медицинской практике.
- 20.Алкалоид никотин – строение, свойства, действие на организм табачного дыма и его компонентов.
- 21.Трипептид глутатион – строение, свойства, роль в окислительно-восстановительных процессах в клетке.
- 22.Йодсодержащие гормоны щитовидной железы, конформационное строение, свойства, роль в процессах жизнедеятельности.
- 23.Органические соединения селена, их роль в метаболизме.
- 24.Белки как биологические катализаторы, их специфичность. Теория индуцированного взаимодействия Кошленда.
- 25.Гликилированный гемоглобин и значимость его определения в крови при сахарном диабете.
- 26.Современные наноматериалы и их применение в медицинской практике.
- 27.Молекулярные основы действия дезинфектантов и антисептиков.
- 28.Полиизопреноидные соединения как природные низкомолекулярные биорегуляторы, их физиологическая активность и биологические функции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Тюкавкина, Н. А.* Биоорганическая химия : учеб. для вузов / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. 4-е изд. стереотип. М. : Дрофа, 2005. 542 с.
- [2] *Романовский, И. В.* Основы биоорганической химии : учеб.-метод. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Теоретические основы биоорганической химии / И. В. Романовский. 3-е изд. Минск : БГМУ, 2004. 119 с.
- [3] *Романовский, И. В.* Основы биоорганической химии : учеб.-метод. пособие. В 2 ч. Ч. 2. Поли- и гетерофункциональные соединения, участвующие в процессах жизнедеятельности. Биополимеры / И. В. Романовский. 3-е изд. Минск : БГМУ, 2004. 123 с.
- [4] *Романовский, И. В.* Стереохимия гетерофункциональных органических соединений : учеб.-метод. пособие / И. В. Романовский, О. Н. Ринейская. Минск : БГМУ, 2009. 77 с.

Учебное издание

Ринейская Ольга Николаевна
Романовский Иосиф Витольдович
Пинчук Валентина Владимировна

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая тетрадь

4-е издание

Ответственная за выпуск О. Н. Ринейская
В авторской редакции

Подписано в печать 31.05.12. Формат 60×84/8. Бумага писчая.
Печать ризографическая. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 6,97. Уч.-изд. л. 2,42. Тираж 460 экз. Заказ 478.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».
ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.
ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.