

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

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

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая тетрадь
для студентов стоматологического факультета

3-е издание, исправленное



Минск БГМУ 2011

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

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве
рабочей тетради 27.04.2011 г., протокол № 8

Р е ц е н з е н т ы: д-р мед. наук, проф. А. Д. Таганович; канд. мед. наук, доц. В. Э. Бут-
виловский

Ринейская, О. Н.
P51 Биоорганическая химия : рабочая тетрадь для студ. стоматфака / О. Н. Ринейская,
И. В. Романовский, В. В. Пинчук. – 3-е изд., испр. – Минск : БГМУ, 2011. – 51 с.

ISBN 978-985-528-399-8.

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 стоматологического факультета.

УДК 577.1(076.5) (075.8)
ББК 28.072 я73

ISBN 978-985-528-399-8

© Оформление. Белорусский государственный
медицинский университет, 2011

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.	Взаимное влияние атомов и способы его передачи 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.	Гетерофункциональные соединения алифатического, бензольного и гетероциклического рядов				
10.	Липиды: классификация, строение, свойства. ПОЛ				
11.	Углеводы. Моносахариды				
12.	Олиго- и полисахариды				
13.	Структура и реакционная способность аминокислот как гетерофункциональных соединений				
14.	Пептиды, строение, свойства, значение. Уровни организации белковых молекул				
15.	Нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты				
16.	Итоговое занятие «Биополимеры и их структурные компоненты. Липиды»				
17.	Полимерные материалы, применяемые в стоматологии				
18.	Дифференцированный зачет				

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. Каждый студент должен работать на закрепленном за ним рабочем месте. Переход на другое рабочее место без разрешения преподавателя не допускается.
7. Запрещается принимать пищу в учебном практикуме.
8. Рабочее место следует содержать в чистоте и порядке, не загромождая его посторонними предметами.
9. В учебной аудитории запрещается выполнение любых экспериментальных работ, не связанных с выполнением учебного задания.
10. Запрещается выполнять лабораторные опыты в отсутствие преподавателя.
11. По окончании работы необходимо: вымыть химическую посуду, навести порядок на рабочем месте, выключить светильники.
12. 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.

ЛИТЕРАТУРА¹

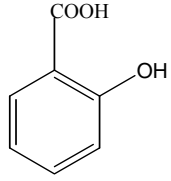
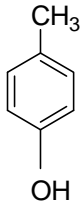
[1] С. 11-24, [2] С. 9-26.

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 $\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$	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 $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{OH} \end{array}$	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-метилтиобутановая кислота (метионин)	
в) 4-аминофенол	
г) пентанпентаол-1,2,3,4,5	

¹ Список литературы см. на с. 50

д) диметоксиметан	
е) 2,6-диаминогексановая кислота	
ж) 2-метиламино-1-фенилпропанол-1	
з) 1-этоксиэтанол	
и) 2-гидроксибутандиовая кислота	

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

ТЕМА: Стереоизомерия, 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.

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 циклогексана. 1,3-диаксиальное взаимодействие.
5. Хиральные молекулы, асимметрический атом углерода. Стереоизомерия 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. Стереоизомерия молекул с двумя центрами хиральности, энантиомерия и диастереомерия. Мезоформы.
9. Рацемические смеси. Методы разделения рацемических смесей.
10. π -Диастереомерия. π -Диастереомеры бутандиовой и 9-октадеценовой кислот.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

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

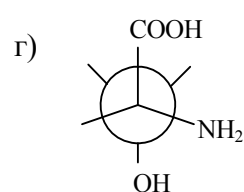
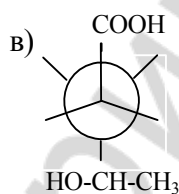
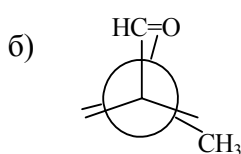
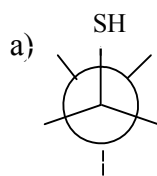
а) этанола

б) этантиола

в) бутана

г) этандиола-1,2

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



3. Изобразите возможные конформации кресла циклогексиламина

4. Изобразите наиболее устойчивую конформацию 2-метилциклогексанола

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

6. Напишите проекционные формулы Фишера возможных стереоизомеров следующих соединений:

а) 2-аминопропановой кислоты

б) 2,3-дигидроксипропановой (винной) кислоты

в) 2,3,4-тригидроксипропаналя

Укажите пары энантиомеров и диастереомеров.

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: Взаимное влияние атомов и способы его передачи 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 ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

[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 ρ , π -сопряжения). 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, пурин, порфин). Электронное и пространственное строение пиррольного и пиридинового атомов азота.
5. Индуктивный эффект и мезомерный эффект.
6. 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	г) имидазола
б) пиррола	д) пиримидина
в) тиофена	е) пурина

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) пропаналя
б) анилина	д) фенола
в) бензальдегида	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 о 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. Классификация органических кислот.
2. Сравнительная характеристика кислотных свойств спиртов, фенолов, тиолов и карбоновых 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. Сравните кислотность соединений в группах, учитывая стабильность анионов:

а) этанол и этантиол

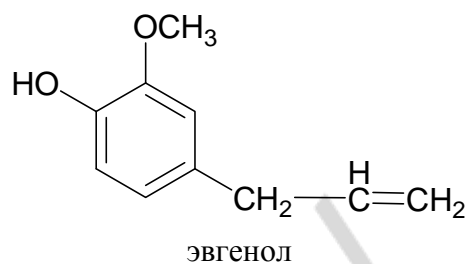
б) этановая и этандиовая кислота

в) бензойная и о-гидроксibenзойная кислота

г) пропановая и пропенная кислота

д) пиррол и имидазол

е) фенол и эвгенол



2. Сравните основность соединений в группах:

а) диметилловый эфир, диметиламин, диметилсульфид

б) этиламин и анилин

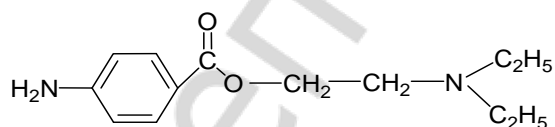
в) 2-аминоэтанол и этиламин

г) пиррол и пиридин

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

4. Составьте схему реакции окисления 2-амино-3-меркаптопропановой кислоты.

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



Напишите реакцию образования новокаина гидрохлорида.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Кислоты Бренстеда –

Основания Бренстеда –

Антиоксиданты –

Лабораторная работа

1. Окисление этилового спирта

В пробирку поместите 3 капли этанола*², 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.

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

Напишите схему реакции окисления этанола в ацетальдегид:

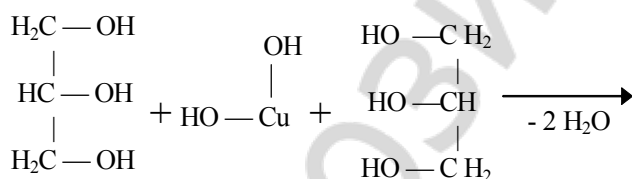
Вывод: _____

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 фенолят натрия. Затем добавляют по каплям разбавленную H_2SO_4 (23), снова образуется эмульсия (выделяется фенол).

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции получения фенолята натрия:

² *Примечание:* реактивы, отмеченные звездочкой (*), находятся в вытяжном шкафу.

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: Механизмы реакций в органической химии.

Реакционная способность углеводов

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

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 85 – 99, 116-149, [2] С. 38-62.

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. Правило 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.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Опишите механизм реакций радикального замещения:

а) хлорирования 2-метилбутана

б) хлорирования циклогексана

2. Напишите схемы реакций и опишите механизм реакций присоединения

а) хлороводорода к пропену

б) воды к пропену

в) иодоводорода к акриловой (пропеновой) кислоте

г) бромоводорода к бутadiену-1,3

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 –

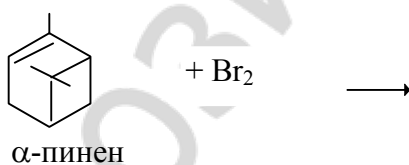
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Доказательство неопределенности 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:



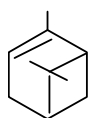
Вывод: _____

2. Легкая окисляемость терпенов

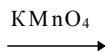
В пробирку поместите 6 капель раствора KMnO₄ (14), добавьте 1 каплю α -пинена и встряхните.

Наблюдаемые изменения: _____

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



α -пинен



Вывод: _____

3. Окисление толуола

В пробирку поместите 10 капель раствора KMnO₄ (14) и 2 капли разбавленной H₂SO₄ (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: _____

4. 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; навыки выполнения качественных реакций на альдегиды и кетоны.

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.
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 ацетальдегида с этиловым спиртом. Опишите механизм.
3. Опишите механизм реакции внутримолекулярной ацетализации 5-гидроксигексаналя.
4. Опишите механизм реакции взаимодействия ацетальдегида с анилином (образования основания Шиффа).

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*.

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.

Наблюдаемые изменения: _____

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 нитропруссид 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.
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.
5. Реакции ацилирования. Гидролиз сложных эфиров, ангидридов, амидов.
6. Амиды кислот. Мочевина как полный амид угольной кислоты, роль в организме.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите уравнения реакций декарбоксилирования малоновой и 2-аминопентандиовой кислот.

2. Опишите механизм реакции этерификации на примере взаимодействия метакриловой кислоты с метиловым спиртом.
3. Напишите схему реакции гидролиза метилметакрилата в щелочной среде, опишите механизм.
4. 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. Декарбоксилирование 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: _____

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). 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. Электронное строение карбонильной группы. Реакционные центры в альдегидах и карбоновых кислотах. Различия в реакционной способности.
28. Механизм реакций нуклеофильного присоединения (A_N). Присоединение спиртов, аминов. Восстановление альдегидов и кетонов *in vitro* и *in vivo*.
29. Реакции по СН-кислотному центру. Реакции альдольной конденсации. Галоформные реакции.
30. Формальдегид. Формалин, параформ, их применение в медицине. Реакция диспропорционирования.
31. Карбоновые кислоты. Кислотные свойства карбоновых кислот: одно-, двухосновных, предельных, непредельных, ароматических.
32. Реакции нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридизованного атома углерода карбоновых кислот и их функциональных производных.
33. Реакции ацилирования. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров. Гидролиз амидов.
34. Сложные эфиры акриловой и метакриловой кислот, их применение.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

ТЕМА: Гетерофункциональные соединения алифатического, бензольного и гетероциклического рядов, метаболиты и биорегуляторы

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать умение прогнозировать химические свойства биологически важных гетерофункциональных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] С. 233-278, [3] С. 5-18.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Гетерофункциональные соединения, их особенности и роль в процессах жизнедеятельности.
2. Гидроксикислоты (молочная, яблочная). Строение, химические свойства, биологическая роль. Окисление гидроксикислот *in vivo*.
3. Лимонная кислота. Цитраты. «Цитратная кровь».
4. Оксокислоты (пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная, α -кетоглутаровая). Кислотные свойства и реакционная способность. Восстановление оксокислот *in vivo*.
5. Кетонные тела. Строение, свойства, механизм взаимопревращений.
6. Таутомерия. Таутомерные формы щавелевоуксусной кислоты.
7. Салициловая кислота как представитель фенолокислот. Производные салициловой кислоты: ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, фенилсалицилат, их строение, медицинское применение.
8. п-Аминобензойная кислота. Производные п-аминобензойной кислоты — анестезин, новокаин, их получение и применение. Современные анестезирующие средства — ультракаин, лидокаин.
9. Никотиновая кислота. Амид никотиновой кислоты, его роль в структуре и функционировании кофермента НАД⁺.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите схемы реакций окисления молочной и яблочной кислот *in vivo*, назовите продукты.
2. Напишите реакции взаимодействия молочной кислоты с а) C_2H_5OH
б) CH_3COCl

3. Напишите таутомерные формулы пировиноградной кислоты (ПВК). Приведите схему реакции ПВК (в енольной форме) с фосфорной кислотой.
4. Приведите схему реакции восстановления ПВК *in vivo*.
5. Напишите схему реакции получения ацетилсалициловой кислоты из салициловой кислоты и уксусного ангидрида.
6. Напишите схемы реакций кислотного гидролиза новокаина и ультракаина. Какое соединение гидролизуется легче?

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Таутомерия –

Соли молочной кислоты называются –

Соли яблочной кислоты называются –

Соли лимонной кислоты называются –

Соли пировиноградной кислоты называются –

Соли щавелевоуксусной кислоты называются –

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Доказательство наличия двух карбоксильных групп в винной кислоте

В пробирку поместите 2 капли 15% раствора винной кислоты (50), 2 капли 5% раствора КОН (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: _____

2. 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: _____

3. Доказательство отсутствия фенольного гидроксила в ацетилсалициловой кислоте (аспирине) 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 FeCl₃ (8) в пробирку № 2 фиолетовая окраска не появляется.

Остаток раствора ацетилсалициловой кислоты в пробирке № 1 прокипятите в течение полминуты и затем прибавьте 1 каплю FeCl₃ (8). Как меняется цвет раствора? Как можно объяснить изменение цвета?

Наблюдаемые изменения: _____

Приведите уравнение реакции гидролиза ацетилсалициловой кислоты, назовите продукты реакции.

Вы-

вод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 10

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.
7. Анионные мыла, их гигиеническое применение.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Приведите структурную формулу 1-пальмитоилдидолинолеилглицерола.
2. Напишите схему реакции щелочного гидролиза (омыления) 1-олеоил-2-пальмитоил-3-стеароилглицерола. Назовите продукты реакции.

3. Напишите структурные формулы а) 1-пальмитоил-2-линоленоилфосфатидилэтанол-амина, 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, поместить 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 № 11

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. Таутомерия моносахаридов. Аномеры. Формулы Хеуорса.
4. Химические свойства моносахаридов. О- и N- гликозиды. Гидролиз гликозидов.
5. Окисление моносахаридов. Гликуроновые кислоты.
6. Восстановление моносахаридов. Ксилит, сорбит.
7. Фосфаты моносахаридов, их биологическое значение.
8. Аминосахара. Строение, свойства, биологическое значение.
9. Аскорбиновая кислота (витамин С). Строение, 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 схему реакции получения галактуроновой кислоты из галактозы.
7. Составьте структурные формулы 2-дезоксидезокси-2-амино- β -D-глюкопиранозы, 2-дезоксидезокси-2-амино- α -D-галактопиранозы.

8. Напишите по Хеурсу формулы D-глюкозо-6-фосфата и D-фруктозо-1,6-дифосфата.

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: _____

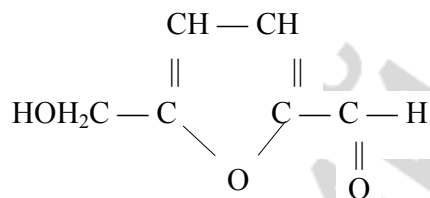
Наличие какой функциональной группы можно обнаружить данной реакцией?

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 № 12

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 роль крахмала. Гликоген.
4. Целлюлоза, конформационное строение, свойства; распространенность в природе, роль в питании человека.
5. Декстран. Строение, применение.
6. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфаты.
7. Альгиновая кислота, альгинаты. Применение альгинатов в стоматологии.

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 и его конформацию.
5. Приведите структурный фрагмент альгиновой кислоты.

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 № 13

**ТЕМА: Структура и реакционная способность аминокислот
как гетерофункциональных соединений**

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания строения и реакционной способности аминокислот как гетерофункциональных соединений, являющихся структурными компонентами пептидов и белков.

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 —NH_2 группе.
5. Биологически важные реакции α -аминокислот: декарбоксилирование, дезаминирование, трансаминирование, гидроксिलирование.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Постройте проекционные формулы Фишера энантиомеров валина; изолейцина.
2. Обозначьте конфигурацию аланина и цистеина по R,S -системе.
3. Напишите схемы реакций декарбоксилирования L-серина, L-глутаминовой кислоты, L-гистидина. Назовите полученные биогенные амины.
4. Напишите схемы реакций дезаминирования глутаминовой кислоты *in vivo* и *in vitro*.
5. Напишите схему реакции трансаминирования L-аланина и α -кетоглутаровой кислоты.

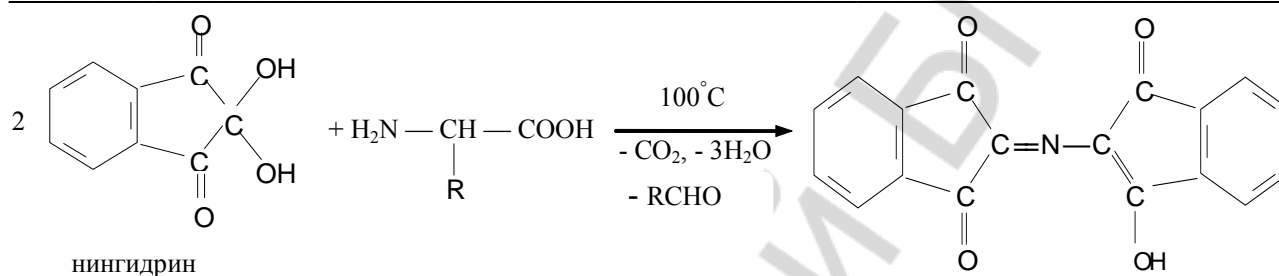
Напишите схему реакции взаимодействия глицина с формальдегидом:

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 № 14

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

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания строения пептидов и уровней пространственной организации пептидов и белков.

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. Факторы, стабилизирующие пространственную структуру белков.

7. Особенности структуры коллагена, белков эмали и дентина.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Приведите схемы образования дипептидов. His-Met, Asn-Tyr. В виде каких ионов данные дипептиды будут находиться при физиологическом значении pH крови (7,4). Запишите ионные формы указанных дипептидов.
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 № 15

ТЕМА: Нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания строения и свойств нуклеотидов; 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. Вторичная структура ДНК.
6. Нуклеозидполифосфаты. АТФ, биологическое значение. Макроэргическая связь.
7. Строение кофермента НАД⁺ и его фосфата НАДФ⁺. Система НАД⁺ – НАДН; гидридный перенос.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

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

2. Укажите водородные связи между парами комплементарных оснований:
аденин – тимин
гуанин – цитозин.

3. Напишите структурные формулы нуклеозидов: уридина, тимидина, дезоксиаденозина.

4. Составьте схему реакции гидролиза дезоксигуанозин-5'-фосфата при:
а) pH=1 б) pH=9

5. Напишите схему реакции ферментативного окисления этанола в уксусный альдегид с участием кофермента НАД⁺.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Нуклеозиды –

Нуклеотиды –

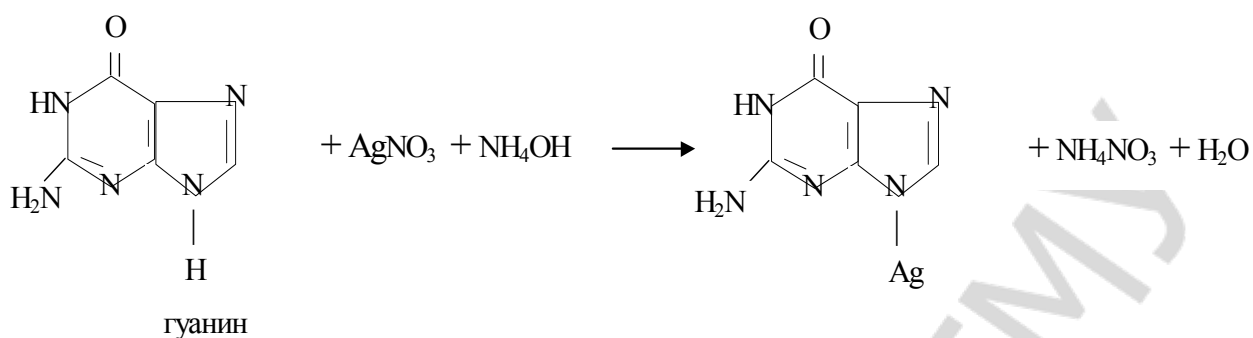
Нуклеиновые кислоты –

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 Биляя* (раствор орцина в HCl с FeCl₃) и кипятите 1–2 мин.

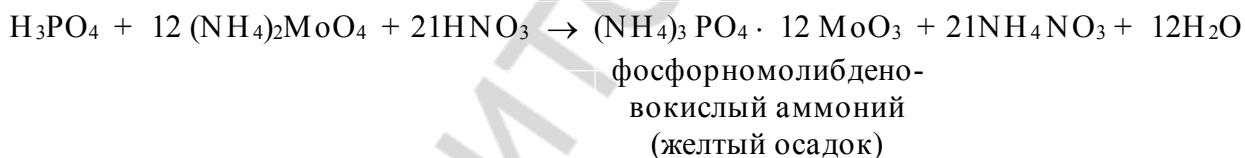
Наблюдаемые изменения: _____

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 № 16

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

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать целостное представление о строении и свойствах биополимеров, их структурных компонентов и липидов

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 образования лимонной кислоты из щавелевоуксусной кислоты и ацетил-СоА.
5. Реакция дегидратации лимонной кислоты *in vivo*.
6. π -Диастереомеры бутендиовой кислоты. Реакция гидратации фумаровой кислоты.
7. Таутомерия. Кето-енольная и лактим-лактаменная таутомерия гетерофункциональных соединений.
8. Кетоновые тела, биологическое значение.
9. Ацетилсалициловая кислота, получение. Оценка доброкачественности аспирина.
10. p -Аминобензойная кислота, ее производные. Современные местные анестетики.
11. Высшие жирные кислоты, конформационное строение. ω -Номенклатура ненасыщенных жирных кислот.
12. Триацилглицеролы, строение, номенклатура, кислотный и щелочной гидролиз.
13. Фосфолипиды, строение, номенклатура, физико-химические свойства. Кислотный и щелочной гидролиз фосфолипидов.
14. Перекисное окисление липидов и его биологическая роль.
15. Цикло-оксо-таутомерия моносахаридов. Формулы Фишера и Хеуорса. Конформации моносахаридов. Реакции образования гликозидов.
16. Окисление моносахаридов. Гликоновые, гликардовые и уроновые кислоты. Биологическое значение уроновых кислот.
17. Производные моносахаридов: ксилит, сорбит, аминсахара, нейраминавая кислота, фосфорные эфиры.
18. Аскорбиновая кислота, биологическое значение.
19. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Строение, биологическое и медицинское значение.
20. Полисахариды, строение, биологическое значение.
21. Протеиногенные аминокислоты, строение, стереоизомерия, кислотно-основные свойства.
22. Биологически важные реакции аминокислот: декарбоксилирование, переаминирование, окислительное дезаминирование, гидрокселирование. Окисление цистеина.
23. Пептиды, строение, номенклатура, кислотно-основные свойства. Глутатион, биологическая роль.
24. Нуклеиновые основания, строение, таутомерные формы, кислотные и основные центры.
25. Комплементарные пары нуклеиновых оснований. Водородные связи.
26. Нуклеозиды. Нуклеотиды. Строение, номенклатура. Гидролиз нуклеотидов.
27. Нуклеозидди- и нуклеозидтрифосфаты. Макроэргическая связь.

К итоговому занятию необходимо знать формулы:

Пировиноградная кислота (ПВК)	Арахидоновая кислота
-------------------------------	----------------------

Щавелевоуксусная кислота (ЩУК)	Холин
α -Кетоглутаровая кислота	Инозитол
Молочная кислота	Этаноламин
Яблочная кислота	D-рибоза
Ацетилкоэнзим А	D-дезоксирибоза
Лимонная кислота	D-глюкоза
Фумаровая кислота	D-фруктоза
Малеиновая кислота	Нейраминавая кислота
β -Гидроксимасляная кислота	Аскорбиновая кислота
β -Кетомасляная кислота	Сахароза
γ -Аминомасляная кислота (ГАМК)	Мальтоза
Мочевая кислота	Лактоза
Гипоксантин	Лактулоза
Ксантин	Крахмал
Ацетилсалициловая кислота	Гликоген
Новокаин	Целлюлоза
Ультракаин	Декстран
Лидокаин	Гиалуроновая кислота
Пальмитиновая кислота	Урацил
Стеариновая кислота	Тимин
Олеиновая кислота	Цитозин
Линолевая кислота	Аденин
Линоленовая кислота	Протеиногенные аминокислоты: тривиальные названия и трехбуквенный код на английском языке

Образец контрольного задания

1. Напишите схемы реакций восстановления пировиноградной и щавелевоуксусной кислот. Назовите продукты реакций.
2. Напишите структурную формулу соединения, если известно, что в результате реакции гидролиза в кислой среде образуются глицерин, линолевая, стеариновая и фосфорная кислоты и серин. Назовите это соединение. Укажите гидрофильную и гидрофобные части молекулы.
3. Приведите структурную формулу сахарозы. Укажите тип гликозидной связи. Будет ли сахароза обладать восстанавливающими свойствами, образовывать гликозиды?
4. Напишите формулу трипептида Val-Asp-Thr. Обозначьте N- и C-концевые аминокислоты. Какой заряд будет иметь этот трипептид при физиологическом значении pH крови? Охарактеризуйте пространственное и электронное строение пептидной связи.
5. Может ли возникнуть комплементарное взаимодействие между 6-N-метиладенином и тиминном, урацилом и гуанином в лактимной форме? Если да, то обозначьте соответствующие водородные связи.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 17

ТЕМА: Полимерные материалы, применяемые в стоматологии

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: сформировать знания о строении и свойствах полимерных материалов, применяемых в стоматологии.

ЛИТЕРАТУРА [4].

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Общая характеристика ВМС; мономер, элементарное звено ВМС, степень полимеризации. Олиго- и полимеры, сополимеры, композиционные полимеры.
2. Классификация полимеров:
 - по химическому составу основной макромолекулярной цепи;
 - по структуре макромолекул;
 - по составу главной цепи;
 - по поведению при нагревании;
 - по способу соединения элементарных звеньев;
 - по пространственной изомерии цепи.
3. Способы получения полимеров (полимеризация, поликонденсация, химическая модификация природных полимеров).
4. Механизм свободнорадикальной полимеризации эфиров акриловых кислот.
5. Генерация свободных радикалов. Инициаторы процесса полимеризации. Активаторы. Ингибиторы свободнорадикальной реакции.
6. Современные реставрационные материалы. Композиционные материалы фото- и химического отверждения.
7. Основные компоненты композиционных материалов. Реакция образования Bis-GMA (бис-фенола-А-глицидилметакрилата), ТЭГ-ДМА (триэтиленгликолдиметакрилата), глицидилдиметакрилата, уретандиметакрилата.
8. Низкомолекулярные соединения, используемые в адгезивных системах для улучшения прилипания материала пломбы к тканям зуба.
9. Оттискные материалы на основе альгиновых кислот.

ПИСЬМЕННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Напишите схемы реакций образования метилового и этилового эфиров метакриловой кислоты (метилметакрилата и этилметакрилата) и бутилового эфира акриловой кислоты (бутилакрилата).

2. Составьте уравнения реакции полимеризации этилметакрилата. Опишите механизм радикальной полимеризации участием инициатора (перекиси дибензоила).
3. Каким образом материал пломбы связывается с дентином. Ответ поясните схемой взаимодействия соответствующих функциональных групп.

ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Инициаторы –

Активаторы –

Ингибиторы –

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Приготовление и отверждение формовочной массы, используемой для изготовления зубных протезов

В фарфоровый тигелек поместите небольшое количество порошка (АКР-7 или АКР-15) и несколько капель мономера (до полного смачивания порошка). Содержимое тигля перемешайте стеклянной палочкой, закройте картонной крышечкой и оставьте для набухания на 15-20 минут. Масса считается готовой, когда она теряет липкость и не пристает к стенкам тигля и палочке. Из полученной массы слепите предмет требуемой формы и проведите сополимеризацию (сшивку олигомеров), для чего изделие поместите в сосуд с водой, нагрейте до кипения и кипятите до полного отверждения (10-15 минут).

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции полимеризации метилметакрилата:

Вывод: _____

2. Деполимеризация полиметилметакрилата и доказательство неопределенности мономера

В пробирку поместите небольшое количество полимера (АКР-7 или АКР-15) или кусочек плексигласа, зафиксируйте пробирку держателем почти горизонтально (с небольшим наклоном в сторону отверстия) и осторожно нагревайте на спиртовке. Образующиеся пары мономера в виде белого дыма (тяжелее воздуха) осторожно перелейте во вторую пробирку с 3-5 каплями бромной воды и встряхните.

Наблюдаемые изменения: _____

Напишите схему реакции присоединения брома к метилметакрилату:

Вывод: _____

Подпись преподавателя:

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 18

ТЕМА: Дифференцированный зачет

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Системы с открытой цепью сопряжения. Энергия сопряжения.
2. Системы с замкнутой цепью сопряжения. Ароматичность. Правило ароматичности Хюккеля.
3. Конформации, факторы, влияющие на их состояние. Проекционные формулы Ньюмена. Виды напряжений. Энергетическая характеристика заслоненных, скошенных и заторможенных конформаций. Конформационное строение ацильных радикалов высших жирных кислот в липидах.
4. Энантиомерия соединений с одним центром хиральности. Относительная и абсолютная конфигурация. D, L- и R-, S-системы обозначений. Рацемические смеси.
5. Кислотность и основность органических соединений, факторы их определяющие.
6. Карбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот: сложные эфиры, амиды, их гидролиз.
7. Реакция декарбоксилирования моно- и дикарбоновых кислот.
8. Мочевина как полный амид угольной кислоты. Ее физические и химические свойства, биологическая роль.
9. Формальдегид. Формалин. Параформ. Качественные реакции на альдегидную группу.
10. Двухатомные фенолы и их производные: гидрохинон, резорцин, пирокатехин, адреналин. Реакции окисления фенолов. Фенолы как антиоксиданты и ингибиторы свободно-радикальных реакций.
11. Биологически важные гидроксикислоты. Строение и свойства молочной, яблочной, винной, лимонной кислот, их соли.
12. Отдельные представители оксокислот: пировиноградная, щавелевоуксусная, α -кетоглутаровая, их соли.

13. Анестезин и новокаин как сложные эфиры парааминобензойной кислоты. Хлорид новокаина. Современные анестезирующие средства (лидокаин, ультракаин), применение в стоматологической практике.
14. Салициловая кислота, строение, кислотные свойства, качественная реакция на фенольный гидроксил. Салицилаты, ацетилсалициловая кислота, применение в медицине.
15. Никотиновая кислота, ее амид как разновидности витамина РР. Роль в структуре и функционировании никотинамидных коферментов (НАД⁺, НАДН).
16. Высшие жирные кислоты. Классификация, отдельные представители, роль в структуре и амфифильных свойствах фосфолипидов.
17. Особенности строения и конформаций непредельных высших жирных кислот. Эссенциальные высшие жирные кислоты, ω-номенклатура. Качественные реакции на непредельность.
18. Липиды, классификация. Воски как представители простых омыляемых липидов. Строение, свойства, применение в стоматологической практике.
19. Нейтральные триацилглицеролы, строение, свойства, биологическая значимость. Реакции омыления. «Анионные» мыла — их гигиеническое применение.
20. Фосфолипиды, их физико-химические свойства, роль в формировании липидного бислоя мембран.
21. Классификация моносахаридов.
22. Стереоизомерия моносахаридов. Энантиомеры, диастереомеры, эпимеры, аномеры. Конформации циклических форм моносахаридов.
23. Цикло-оксо- таутомерия моносахаридов. Таутомерные формы глюкозы, фруктозы, рибозы, дезоксирибозы.
24. Реакции брожения углеводов (молочнокислое, спиртовое и др.). Спирт ректификат, как основа для изготовления лекарственных и дезинфицирующих средств.
25. Аскорбиновая кислота, участие в окислительно-восстановительных процессах и реакциях гидроксирования.
26. Дисахариды: мальтоза, лактоза, сахароза, О-гликозидная связь.
27. Строение гомо- и гетерополисахаридов (крахмал, гликоген, целлюлоза, декстран, альгиновая кислота). Биологическое значение.
28. Амфотерные свойства протеиногенных аминокислот. Влияние рН среды на диссоциацию аминокислот. Незаменимые аминокислоты.
29. Реакции декарбоксилирования аминокислот. Биогенные амины: гистамин, γ-аминомасляная кислота, серотонин, этаноламин их биологическая роль.
30. Реакции гидроксирования аминокислот: 5-гидроксилизин, 4-гидроксипролин и их биологическая роль.
31. Пептиды, строение, номенклатура, кислотнo-основные свойства.
32. Глутатион, строение, кислотнo-основные свойства, биологическая роль.
33. Уровни организации белковых молекул, их характеристика, домены. Типы взаимодействий, стабилизирующих вторичную и третичную структуры.
34. Кислотно-основные свойства нуклеиновых оснований. Комплементарные пары нуклеиновых оснований.
35. Нуклеотиды. Строение, типы связей, номенклатура. Гидролиз. Структура полинуклеотидной цепи.

36. Аденозинтрифосфат, строение, типы связей, биологическая роль.
37. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. РНК и ДНК, различие в нуклеотидном составе и их биологической роли.
38. Высокомолекулярные соединения. Мономер, элементарное звено, степень полимеризации. Основные способы получения высокомолекулярных соединений.
39. Классификация высокомолекулярных соединений.
40. Свободно-радикальная полимеризация. Инициаторы, активаторы, ингибиторы свободно-радикальных реакций.
41. Полимеры на основе эфиров акриловой и метакриловой кислот. Механизм химически инициированной полимеризации. Применение полимеров на основе акриловых мономеров.
42. Стоматологические материалы на основе эпоксидных смол, их применение.
43. Композиционные полимерные материалы и их компоненты.
44. Классификация композиционных материалов. Общие свойства композитов.
45. Адгезивные системы.
46. Оттисковые стоматологические материалы на основе альгиновых кислот. Свойства калиевых и кальциевых солей альгиновых кислот.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ

1. Строение и уровни организации белков, особенности белков эмали зуба.
2. Перекисное окисление липидов и его роль в повреждении биологических мембран при действии ионизирующих излучений.
3. Высшие жирные кислоты как компоненты липидов, формирующих липидный бислой биологических мембран.
4. Холестерол, стереохимическое строение, роль в структуре и функционировании биологических мембран и процессах жизнедеятельности.
5. Аскорбиновая кислота как водорастворимый антиоксидант, роль в синтезе коллагена.
6. Жирорастворимые витамины А и Е, роль в процессах жизнедеятельности.
7. Адреналин и норадреналин – строение, свойства, биологическая роль.
8. ГАМК (γ -аминомасляная кислота) – медиатор ЦНС.
9. Трипептид глутатион – строение, свойства, роль в окислительно-восстановительных процессах.
10. Биохимические механизмы действия этанола на поведение человека.
11. Опиатные пептиды – эндорфины и энкефалины, их биологическая роль.
12. Алкалоиды опиумного мака, их строение и применение в медицинской практике.
13. Никотин – строение, свойства, действие на ткани ротовой полости и организм человека.
14. Молекулярные основы бактериостатического действия сульфаниламидных препаратов.
15. Декстран и продукты его частичного гидролиза, их применение в медицинской практике.
16. Строение и свойства витаминов группы Д, роль в кальциевом обмене.
17. Гликированный гемоглобин и значимость его определения в диагностике сахарного диабета.

18. Гормоны щитовидной железы, строение, свойства, роль в процессах жизнедеятельности.
19. Антиоксидантные системы клетки, их роль в адаптации организма к действию повреждающих факторов.
20. Молекулярные основы действия дезинфектантов и антисептиков.
21. Биополимеры оболочек бактериальной стенки.
22. Современные анестезирующие средства, используемые в стоматологии.
23. Молекулярные основы использования адгезивных систем в стоматологии.
24. Стеклоиономерные композиты в стоматологии.
25. Фотоотверждаемые реставрационные материалы, применяемые в стоматологии.
26. Композиционные материалы химического отверждения.
27. Применение восков в стоматологии.
28. Оттисковые материалы.
29. Применение акрилатов в стоматологии.
30. Современные наноматериалы и их применение в стоматологической практике.

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-х 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-х 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.* Современные полимерные материалы, применяемые в стоматологии : учеб.-метод. пособие / И. В. Романовский, Н. И. Губкина, А. В. Губкина. Минск : 2001. 47 с.

Учебное издание

Ринейская Ольга Николаевна
Романовский Иосиф Витольдович
Пинчук Валентина Владимировна

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая тетрадь
для студентов стоматологического факультета

3-е издание, исправленное

Ответственная за выпуск О. Н. Ринейская
В авторской редакции

Подписано в печать 04.05.11. Формат 60×84/8. Бумага писчая «Снегурочка».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 1,96. Тираж 80 экз. Заказ 414.

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.