

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России)**



Кафедра фундаментальной и клинической биохимии

УЧЕБНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

для самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы
студентов фармацевтического факультета

**Краснодар
2019**

УДК 615:547:577.1

ББК 24.23

У 25

Составители: сотрудники кафедры фундаментальной и клинической биохимии
ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России:
профессор, д.б.н. **Е.Е. Есауленко**;
доцент, к.б.н. **Т.В. Еремина**;
доцент, к.м.н. **К.И. Мелконян**
ассистент, к.п.н. **Т.Г Юдина**

Под редакцией зав. кафедрой фундаментальной и клинической биохимии
ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, профессора И.М. Быкова

Есауленко Е.Е., Еремина Т.В., Мелконян К.И., Юдина Т.Г. Под ред. И.М. Быкова. Учебные задания по органической химии для самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы студентов фармацевтического факультета: методические указания. – Краснодар: ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, 2019. – 69 с.

Рецензенты:

- Сампиев А.М. профессор, д.ф.н., заведующий кафедрой фармации ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России
- Павлюченко И.И., профессор, д.м.н., заведующий кафедрой биологии с курсом медицинской генетики ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России,

Учебные задания для самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работы подготовлены в соответствии с рабочей программой по органической химии, составленной на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 33.05.01 Фармация, и предназначены для студентов фармацевтического факультета ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России. Вопросы и упражнения в учебных заданиях подобраны с учетом принципов фундаментализации, межпредметной интеграции, профессиональной направленности.

Учебные задания рекомендованы к изданию
ЦМС ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России

протокол № _____ от «_____» _____ 20____ г.

УДК 615:547:577.1

ББК 24.23

У 25

Есауленко Е.Е., Еремина Т.В., Мелконян К.И., Юдина Т.Г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель данного методического руководства – сформировать у студентов фармацевтического факультета представление о структуре курса органической химии, последовательности изучения модулей, межпредметной интеграции органической химии и профессиональных дисциплин, необходимых для подготовки будущего провизора в современных условиях.

Учебные задания по курсу органической химии для студентов фармацевтического факультета медицинского вуза содержат задания по 6 модулям. Каждый модуль включает в себя цели изучения, темы занятий раздела, опорные знания, перечень основной и дополнительной учебной литературы. К каждому занятию предложены учебно-целевые вопросы и упражнения для самостоятельной работы.

Учебные задания по курсу органической химии помогут студентам фармацевтического факультета эффективно готовиться к каждому занятию, развивать навыки самостоятельной работы.

ВВЕДЕНИЕ

Курс органической химии в системе фармацевтического образования имеет существенное значение, так как основная деятельность провизора – это работа с лекарственными препаратами, значительная часть которых приходится на долю органических соединений.

Органические вещества широко используются для изготовления разнообразных лекарственных форм, стоматологических композиций, протезов многих органов, изделий медицинской техники.

В планах перспективного развития фармации существенное значение придается разработке научных основ получения физиологически активных веществ для медицинских целей. Решение этой проблемы тесно связано с успехами органической химии по выявлению некоторых закономерностей во взаимосвязи строения и биологической активности органических соединений.

Велико значение для фармации органического синтеза, являющегося фундаментом для создания новых эффективных лекарственных средств со специфическим фармакологическим действием.

Для осознанной работы с лекарственным сырьем растительного или животного происхождения необходимо основательное знание органической химии.

Дисциплина «Органическая химия» в системе фармацевтического образования:

- 1) дает основу для изучения профильных дисциплин: фармацевтическая химия, токсикологическая химия, фармакогнозия и др.
- 2) является одной из базовых химических дисциплин специальности «Фармация».

На основе методов органической химии осуществляется фармацевтический анализ – определение качества лекарств и лекарственных средств, изготавливаемых промышленностью и аптеками.

Цели обучения студентов курсу органической химии

1. Изучение законов и теорий органической химии, которые являются фундаментом для освоения других естественнонаучных, специальных и профессиональных дисциплин.

2. Формирование:

– теоретических знаний в области современных представлений о строении органических веществ, основ теорий химических процессов, основ классификации, номенклатуры и изомерии органических соединений, основ стереохимии, особенностей реакционной способности органических соединений, характеристики основных классов органических соединений в фармации и в практической деятельности провизора;

– интеллектуальных умений:

а) устанавливать причинно-следственные и межпредметные связи при объяснении химических процессов, протекающих в живом организме;

б) наблюдать, формулировать и обобщать результаты опытов, интерпретировать их и делать выводы;

в) использовать сведения, полученные при изучении органической химии, при дальнейшем изучении фармацевтических дисциплин;

г) оформлять протоколы учебно-исследовательских работ, представлять результаты экспериментальной работы в виде таблиц, графиков;

д) классифицировать, систематизировать, дифференцировать химические факты, явления, объекты, системы, методы;

– практических умений постановки и выполнения учебно-исследовательской экспериментальной работы; выполнять расчеты параметров физико-химических процессов, интерпретировать и оценивать результаты расчетов, производить элементарные физико-химические измерения, интерпретировать результаты эксперимента;

– навыков изучения учебной химической литературы, информационного поиска.

3. Воспитание и развитие личности студента, его способностей к самообучению, коммуникациям, инициативности, социальной активности, мотивированности к профессиональной деятельности, ценностного отношения к знаниям и умениям, приобретаемым в процессе изучения органической химии, как профессионально значимым.

Структура и содержание курса органической химии фармацевтического факультета

Модуль 1. Основы строения органических соединений.

Модуль 2. Углеводы. Взаимосвязь строения и реакционной способности углеводов.

**Модуль 3. Важнейшие классы органических соединений:
монофункциональные производные углеводов.**

**Модуль 4. Гетерофункциональные органические соединения. Белки.
Углеводы.**

Модуль 5. Гетероциклические соединения.

Модуль 6. Нуклеиновые кислоты. Омыляемые и неомыляемые липиды.

Учебно-исследовательская работа студента (УИРС)

1. Выполнение учебно-исследовательских экспериментальных работ.
2. Подготовка мультимедийных презентаций.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.scopus.com/> Библиографическая и реферативная база данных
2. <http://www.hij.ru> Химия и жизнь—XXI век: научно-популярный журнал
3. <http://www.alhimik.ru> Alhimik
4. <http://www.informika.ru/text/database/chemy/START.html> Химия для всех.
Электронный справочник за полный курс химии
5. <http://chemlib.ru/> Chemlib.ru: Химия
6. <https://chemistry.ru/> Chemist.ru. Репетитор по химии
7. <http://www.chemlabs.ru/> ACD Labs

ПОЛОЖЕНИЕ о рейтинговом контроле знаний студентов кафедры фундаментальной и клинической биохимии

Рейтинговый контроль знаний студентов является важнейшим элементом в системе обеспечения качества образовательного процесса на кафедре фундаментальной и клинической биохимии. Положение по рейтинговому контролю кафедры фундаментальной и клинической биохимии вводится согласно Положению о рейтинговой системе оценки успеваемости в КубГМУ от 18 января 2018 года. В положении о рейтинговом контроле отражается специфика формирования рейтинга студентов по дисциплине «Органическая химия» для студентов фармацевтического факультета.

Для оценки успеваемости студентов фармацевтического факультета по дисциплине «Органическая химия» используется накопительная модель успеваемости студентов в семестре. Рейтинг по дисциплине в семестре (**Рдс**) складывается из баллов, набранных в результате текущего (посещения, текущая успеваемость), промежуточного (итоговые контрольные работы, защиты модулей) и рубежного (экзамен) видов контроля, а также из заработанных студентами бонусов.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент по дисциплине «Органическая химия» в семестре – **100**

В качестве характеристики *текущей* работы студента в семестре используется **средний балл**. Результат работы студента на *каждом* практическом занятии оценивается по **самостоятельной** работе студента и **теоретическим** знаниям с помощью *устного опроса, тестового контроля и других видов опроса*, а также по степени освоения **практических** навыков и умений. В конце семестра высчитывается **средний балл** каждого студента, складывающийся из среднего балла по **теоретическим** знаниям (оцениваемым, в т.ч., и за самостоятельную работу) и **практическим** навыкам и умениям, который переводится в **100-балльную** шкалу (**Ртек**) (табл. 1).

Таблица 1

Перевод среднего балла в 100-балльную систему

средний балл по 5-балльной системе	балл по 100-балльной системе	средний балл по 5-балльной системе	балл по 100-балльной системе	средний балл по 5-балльной системе	балл по 100-балльной системе
5.0	90-100	4.00-4.09	70-71	2.90-2.99	40-49
4.90-4.99	88-89	3.90-3.99	68-69	2.80-2.89	31-39
4.80-4.89	86-87	3.80-3.89	66-67	2.70-2.79	23-30
4.70-4.79	84-85	3.70-3.79	64-65	2.60-2.69	16-22
4.60-4.69	82-83	3.60-3.69	62-63	2.50-2.59	10-15
4.50-4.59	80-81	3.50-3.59	60-61	2.00-2.49	0
4.40-4.49	78-79	3.40-3.49	58-59		
4.30-4.39	76-77	3.30-3.39	56-57		
4.20-4.29	74-75	3.20-3.29	54-55		
4.10-4.19	72-73	3.10-3.19	52-53		
		3.00-3.09	50-51		

В качестве характеристики промежуточного контроля (защита темы, контрольная работа) используется средний балл, который также переводится в 100-балльную шкалу (**Рит**).

Оценки, полученные на экзамене, переводятся в 100-балльную шкалу (**Рэ**).

Помимо среднего балла учитываются **штрафы**. Студент, пропустивший занятия, **обязан** отработать пропущенные занятия. Отработка занятия, пропущенного по **неуважительной** причине, в срок не позднее 2-х недель после пропуска занятия оценивается в **2 балла**, если позже 2 недель, то – **1 балл** за каждую неделю сверх 2 недель.

Отработка занятия, пропущенного по **уважительной** причине в срок (2 недели после пропуска занятия) оценивается до **+5 баллов**. Сдача за пределами данного срока приводит к начислению **–1 балла** за каждую просроченную неделю.

Студент, пропустивший итоговое занятие по **уважительной** причине, должен в течение **недели** ликвидировать задолженность. Сдача за пределами данного срока приводит к начислению **–1 балла** за каждую просроченную неделю.

Студент, получивший **неудовлетворительную** оценку или пропустивший итоговое занятие по **неуважительной** причине, обязан в течение **недели** ликвидировать задолженность. Сдача за пределами данного срока приводит к начислению **–1 балла** за каждую просроченную неделю.

За **дополнительную** работу по дисциплине «Органическая химия» начисляются **бонусы** (до **10** баллов в семестровый рейтинг по дисциплине), за участие студента в УИРС, НИРС.

Рейтинг по дисциплине в семестре определяется по формуле:

$$Рдс = (Ртек) + (Рит) / 2 + \text{бонусы} - \text{штрафы}$$

Органическая химия изучается на фармацевтическом факультете в 3-ем (**Рдс(III)**) и 4-ом (**Рдс(IV)**) семестрах.

Курс «Органическая химия» заканчивается экзаменом, и рейтинг по дисциплине (**Рд**) определяется по формуле:

$$Рд = (Рдс(III) + Рдс(IV)) / 2 + (Рэ),$$

где **Рэ** – балл, полученный на экзамене, переводится в 100-балльную шкалу (табл. 1)

Если студент получает на экзамене **неудовлетворительную** оценку, то рейтинг по дисциплине равен: **Рд = Рэ**.

Оценка при повторной сдаче экзамена – от **3** до **5** переводится в балльную шкалу в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Оценка по дисциплине на экзамене при пересдаче

оценка по 5-балльной системе		оценка по 75-балльной системе	
5.0	Отлично	74-75	
4.0	хорошо	70-73	
3.0	удовлетворительно	61-69	
2.0	неудовлетворительно	0	

Правила работы студентов на кафедре фундаментальной и клинической биохимии

1. Запрещается находиться в помещениях кафедры в верхней одежде.
2. К началу занятий студенты должны находиться на рабочих местах в халатах.
3. Пропущенные лабораторные работы отрабатываются у дежурного преподавателя при наличии допуска к отработке, полученного у преподавателя группы.
4. Студенты, пропустившие теоретические занятия или получившие неудовлетворительные оценки по итоговым контрольным работам, отрабатывают теорию по графику отработок кафедры.
5. Результаты лабораторных работ оформляются в виде протокола и визируются преподавателем.
6. При выполнении лабораторных работ студенты должны четко выполнять требования техники безопасности.
7. Для подготовки к занятиям студенты должны пользоваться методическими разработками, указанной литературой кафедры.
8. Во время занятий дежурные студенты следят за порядком и чистотой в учебной аудитории, по окончании занятий ее сдают преподавателю.
9. Работа на практических занятиях, успешное усвоение лекционного курса учитываются рейтинговой системой.
10. Студенты, испытывающие затруднения в усвоении материала, могут посещать консультации (1 раз в неделю).

Правила работы в лаборатории

Соблюдайте следующие основные правила работы:

1. Перед выполнением любого опыта внимательно ознакомьтесь с его описанием. Обратите внимание на те пункты, в которых указано: **ОСТОРОЖНО!**
2. Употребляя реактивы общего пользования, поддерживайте на столе порядок расположения склянок с растворами и веществами: не перемещайте их на другое место, ставьте на столе так, чтобы надпись на склянке была хорошо видна всем работающим за столом. Склянки с летучими веществами после использования немедленно закрывайте пробками. Не переносите пробки из одних склянок в другие.
3. Нагревая пробирку, не направляйте ее отверстие на себя и на других работающих. Нагревайте пробирку снизу вверх, а не на границе жидкость–воздух (т. е. у мениска), во избежание растрескивания стекла.
4. Зажженные спиртовки располагайте по возможности дальше от места работы и от склянок с горючими и легковоспламеняющимися веществами.
5. Особо осторожно работайте с летучими ядовитыми веществами, пользуйтесь для этого вытяжными шкафами. В описании опыта эти условия всегда указываются.

6. Воспламенившиеся горючие вещества немедленно накройте негорючим предметом, засыпьте песком. Если создается большой очаг пожара, пользуйтесь огнетушителем.
7. Пользуясь концентрированными кислотами и щелочами, не допускайте попадания их на руки, одежду и лицо. Во всех несчастных случаях пользуйтесь аптечкой.
8. В учебной комнате студенты работают самостоятельно, пользуясь руководством к лабораторным занятиям, в случае необходимости обращаются за консультацией к преподавателю.
9. При выполнении лабораторной работы точно соблюдайте порядок и последовательность операций, указанных в руководстве.
10. К выполнению следующего опыта приступают только после того, как в лабораторном журнале будут оформлены в записи результаты предыдущего опыта.
11. Каждый студент ведет лабораторный журнал, в котором кратко и точно отмечаются все наблюдения, сделанные при выполнении опытов, уравнения реакций, расчеты и т. д. Ведение лабораторного журнала контролируется и оценивается преподавателем.
12. По окончании работы уберите рабочее место и приведите в порядок склянки общего пользования. Вымойте пробирки. Качество уборки рабочих мест проверяет дежурный, который уходит из учебной комнаты последним.

**ЭКОНОМЬТЕ РЕАКТИВЫ!
СОБЛЮДАЙТЕ ЧИСТОТУ!
БЕРЕГИТЕ ИМУЩЕСТВО!
НЕ НАРУШАЙТЕ ПРАВИЛ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ!**

Модуль 1

ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Цели модуля: сформировать знания основных правил заместительной номенклатуры ИЮПАК и умение классифицировать органические соединения по строению углеродного скелета и природе функциональных групп, умение составлять структурные формулы органических соединений, знания о молекулах с сопряженными связями, представление о строении, конфигурации и конформации органических молекул, знания о кислотности и основности органических соединений.

На каждом занятии всех модулей формируются навыки:

- работы с литературой, справочным материалом, формулами;
- информационного поиска, в том числе использования интернет ресурсов;
- экспериментальной работы, использования химической посуды и реактивов;
- расчета и анализа результатов.

Темы занятий модуля

Занятие № 1. Введение в практикум. Правила техники безопасности. Основные принципы классификации и номенклатуры органических соединений. Электронное строение атома углерода. Изомерия.

Занятие № 2. Сопряжение. Взаимное влияние атомов в органических молекулах. Электронные эффекты заместителей. Ознакомление с лабораторным оборудованием и посудой.

Занятие № 3. Пространственное строение органических соединений. Энантиомеры и диастереомеры. Стереохимическая номенклатура.

Занятие № 4. Кислотные и основные свойства органических соединений. Лабораторная работа.

Занятие № 5. Защита модуля «Основы строения органических соединений».

Опорные знания. При изучении основ строения органических соединений студенты опираются на знания, полученные при изучении дисциплин:

1. Общей и неорганической химии:

- современная модель атома, периодический закон, периодическая система Д.И.Менделеева;
- химическая связь;
- номенклатура неорганических соединений;
- важнейшие химические понятия: вещество, химический элемент, атом, молекула, масса атомов и молекул, ион, радикал, аллотропия, нуклиды и изотопы, атомные *s*-, *p*-, *d*-орбитали, химическая связь, электроотрицательность, валентность, степень окисления, гибридизация орбиталей, пространственное строение молекул;
- строение комплексных соединений и их свойства;
- основные теории химии: строение атома, химическая связь, электролитическая диссоциация, кислоты и основания;

- теория строения органических соединений, классификация, номенклатура и изомерия органических соединений, основы стереохимии;
- правила техники безопасности работы в химической лаборатории и с физической аппаратурой.

2. Биологии:

- химический состав клетки, роль отдельных химических элементов, воды и неорганических солей в жизнедеятельности клетки, строение и функции наиболее важных органических соединений.

Литература

Основная:

1. Оганесян, Э.Т. Органическая химия / Э.Т. Оганесян. – М.: Академия. 2017. – 432 с.
2. Солдатенков, А.Т. Основы органической химии лекарственных веществ / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, И.В. Шендрих. – Лаборатория знаний. 2014. – 191 с.
3. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для высшего профессионального образования по специальности "Фармация" по дисциплине "Органическая химия" / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под редакцией Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 639 с.
4. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для вузов / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 639 с.

Дополнительная:

1. Бабков, А.В. Общая, неорганическая и органическая химия / А.В. Бабков, В.А. Попков. – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2014. – 576 с.
2. Кузнецова, Д.Г. Органическая химия; учебное пособие / Д.Г. Кузнецова. – Лань. 2016. – 556 с.
3. Ливанцов, М.В. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями / М.В. Ливанцов, Г.С. Зайцева, Л.И. Ливанцова. – Лаборатория знаний. 2019. – 969 с.
4. Лучинская, М.Г. Органическая химия / М.Г. Лучинская, А.М. Жидкова, Т.Д. Дроздова. – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2010.–274 с.
5. Травень, В.Ф. Органическая химия: в 3 т. / В.Ф. Травень. – Лаборатория знаний. 2019.– 368 с. – 1 т.

ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Введение в практикум. Правила техники безопасности. Основные принципы классификации и номенклатуры органических соединений. Электронное строение атома углерода. Изомерия

Цели занятия: сформировать знания основных правил заместительной номенклатуры ИЮПАК и умения классифицировать органические соединения по строению углеродного скелета и природе функциональных групп, умения

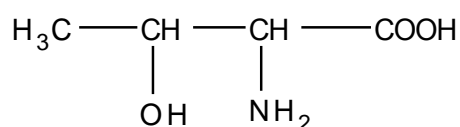
пользоваться правилами химической номенклатуры, составлять структурную формулу представителей биологически важных классов органических соединений.

Учебно-целевые вопросы

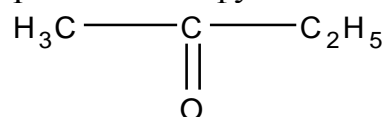
1. Общие принципы классификации органических соединений. Строение углеродного скелета. Функциональные группы, характерные для биологически активных соединений. Структурные формулы.
2. Заместительная и радикально-функциональная номенклатура. Основные правила систематической номенклатуры ИЮПАК отдельных классов органических соединений: углеводов, спиртов, тиолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот, аминов, аминокислот.
3. Виды изомерии органических соединений. Структурная изомерия.

Упражнения для самостоятельного решения

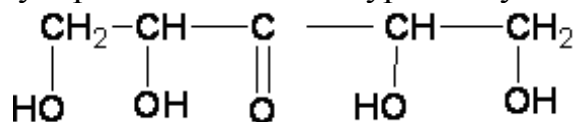
1. Дайте определение терминам: родоначальная структура, характеристические группы, заместители.
2. Назовите по заместительной номенклатуре и укажите функциональные группы в молекуле незаменимой аминокислоты треонина:



3. Напишите структурную формулу 2-амино-3-пара-оксифенилпропановой кислоты. Укажите ее тривиальное название.
4. Назовите соединение по радикально-функциональной номенклатуре:



5. Ментол (2-изопропил-5-метилциклогексанол-1) оказывает сосудорасширяющее действие на коронарные сосуды. Напишите его структурную формулу.
6. Назовите по международной номенклатуре следующее соединение:



К какому классу органических веществ оно относится?

7. Приведите строение изомеров пентанола. Назовите их по международной номенклатуре.
8. Приведите строение структурных изомеров гидроксibenзойной кислоты. Назовите их.

ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: Сопряжение. Взаимное влияние атомов в органических молекулах. Электронные эффекты заместителей.

Ознакомление с лабораторным оборудованием и посудой

Цели занятия: сформировать знания о молекулах с сопряженными связями как термодинамически устойчивых системах; знания о взаимном влиянии атомов в молекулах.

Учебно-целевые вопросы

1. Электронное строение атома углерода. Типы гибридизации атомных орбиталей. Тетраэдрический и тригональный атомы углерода.
2. Строение σ - и π -связей, их основные характеристики: длина связи, энергия, полярность, поляризуемость. Электронное строение и характеристики связей C–C, C=C, C=O, C–H.
3. Водородные связи. Донорно-акцепторные связи.
4. Электронное строение систем с открытой (бутадиен-1,3) и замкнутой системой сопряжения (бензол и его производные).
5. Электронные эффекты заместителей и их влияние на распределение электронной плотности в молекулах.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Укажите, какой тип гибридизации характерен для каждого атома углерода в молекулах молочной кислоты (2-гидроксипропановая кислота) и этиленгликоля (этандиол-1,2).
2. Дайте определение понятию «сопряжение». Виды сопряжения. Энергия сопряжения. Сопряженные системы, их виды. Приведите электронное строение бутадиена-1,3 и бензола. Дайте определение понятию «ароматичность». Назовите критерии ароматичности.
3. Приведите строение и объясните, являются ли ароматическими соединения: нафталин, антрацен, фенантрен, пиррол, тиофен, фуран, пиридин, пиримидин, тиазол, имидазол, пурин, индол. Приведите электронное строение пиррольного и пиримидинового атомов азота.
4. Индуктивный эффект, его свойства. Отрицательный и положительный индуктивные эффекты, графическое изображение в молекуле изопропилового спирта.
5. Мезомерный эффект, его свойства, виды, графическое изображение в молекуле орто-оксибензойной кислоты.
6. Что понимают под электронодонорными (ЭД) и электроноакцепторными (ЭА) заместителями?
7. Обозначьте графически, укажите вид и знак электронных эффектов и определите характер заместителей в следующих соединениях: этанолаmine, этеноле, орто-оксифеноле, пара-аминобензойной кислоте, 2-метилбутадиене-1,3.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Пространственное строение органических соединений. Энантиомеры и диастереомеры. Стереохимическая номенклатура

Цели занятия: сформировать представление о строении, конфигурации и конформации органических молекул, как основе для понимания единства строения и функций биологических молекул.

Учебно-целевые вопросы

1. Понятие о строении, конфигурации и конформации органических соединений.
2. Пространственное строение открытых углеродных цепей. Стереохимические формулы, проекционные формулы Ньюмена. Энергетическая характеристика конформационных состояний.
3. Конформации (кресло, ванна) циклических соединений (циклогексан, пиран). Аксиальные и экваториальные связи.
5. Хиральные молекулы. Что понимают под асимметрическим атомом углерода? Оптическая активность органических молекул.
6. Стереои́зомерия, ее виды. Понятие об энантиомерах и диастереомерах. Номенклатура энантиомеров.
7. Рацематы, способы их разделения.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Изобразите в проекции Ньюмена заслоненную и заторможенную конформации хлорэтана и этанола. Какому положению на энергетической кривой (максимуму или минимуму) соответствуют эти конформации?
2. Изобразите строение, конфигурацию и наиболее предпочтительную конформацию в проекции Ньюмена этаноламина.
3. Изобразите наиболее выгодную конформацию и конфигурацию замещенных атомов углерода в молекуле циклогександиола-1,3.
4. Напишите проекционные формулы *D*- и *L*-молочной, яблочной, 2-аминопропионовой, винной, мезовинной кислот.
5. Напишите проекционную формулу *D*-винной кислоты, ее энантиомера и диастереомера. Укажите ключевое вещество, определяющее принадлежность к *D*-ряду.
6. Обладают ли оптической активностью виноградная кислота и *D*-мезовинная кислота? Ответ поясните.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 4**Тема: Кислотные и основные свойства органических соединений**

Цели занятия: сформировать знания о кислотности и основности органических соединений и их отношении к окислению, как важнейших свойствах, обуславливающих протекание ряда химических реакций в живых организмах; выработать умение прогнозировать протекание реакций нуклеофильного замещения и элиминирования в ряду спиртов и галогеналканов.

Учебно-целевые вопросы

1. Кислотность и основность органических соединений (теории Бренстеда и Льюиса). Факторы, определяющие силу кислот и оснований. Сравнительная характеристика кислотных свойств спиртов, аминов, тиолов, фенолов, карбоновых кислот.
2. Роль неподеленной пары электронов гетероатомов в проявлении основных свойств аминов, тиоэфиров, спиртов. Кислотно-основные свойства азотсодержащих гетероциклических соединений (пиррол, пиридин, имидазол, тиазол, пиримидин).
3. Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств.
4. Реакции нуклеофильного замещения у тетрагонального атома углерода. Конкурентные реакции отщепления (элиминирования).
5. Окисление органических соединений. Значение этих реакций в химических превращениях у живых организмов.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Дайте определение кислотам и основаниям по теории Бренстеда. Расположите в ряд по убыванию кислотности соединения: трихлоруксусная, молочная, уксусная, масляная кислоты. Ответ поясните.
2. Расположите в ряд по возрастанию кислотности: пропионовая, бензойная кислоты, фенол, анилин, этантиол. Ответ поясните.
3. Дайте определение кислотам и основаниям по теории Льюиса. Расположите в ряд по убыванию основности соединения: этиламин, аминофенол, фенол, пара-нитрофенол.
4. Расположите в ряд по убыванию основности: диэтиловый эфир, пропанол, диметиламин, диметилсульфид.
5. Какие амины – алифатические или ароматические – обладают большей основностью? Ответ поясните.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 5**Защита модуля «Основы строения органических соединений»**

Цели занятия: обобщение учебного материала и осуществление контроля его усвоения (защита модуля).

**Содержание защиты модуля
«Основы строения органических соединений»**

Органическая химия – базовая дисциплина в системе фармацевтического образования. Электронная формула и строение углеродного скелета как классификационные признаки органических соединений. Теория строения А.М. Бутлерова. Классификация органических соединений, функциональные группы и углеводородный радикал – важнейшие элементы структуры соединения, определяющие его реакционную способность. Основные принципы международно-функциональной и рациональной номенклатуры. Типы химических связей в органических соединениях. Ковалентные σ - и π - связи. Строение двойных и тройных связей: их основные характеристики (длина, энергия, полярность, поляризуемость).

Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений и способности его передачи. Сопряжение, его виды. Сопряженные системы с открытой и замкнутой цепью. Ароматичность, критерии ароматичности. Являются ли ароматическими соединения: нафталин, антрацен, фенантрен, бензол, пиррол, тиофен, пурин, индол? Обозначьте графически, укажите вид и знак электронных эффектов и характер заместителей в соединениях: этанола, этенола, орто-оксибензойной кислоты, пара-аминобензойной кислоты, йодистом метане. Электронное строение пиррольного и пиридинового атомов азота. Поляризация связей. Электронные эффекты: индуктивный и мезомерный. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

Конфигурация и конформация – важнейшие понятия стереохимии. Хиральные и ахиральные молекулы. Асимметрический атом углерода. Стереοизомерия молекул с одним центром хиральности. Проекционные формулы Фишера. Оптическая активность энантиомеров. Относительная и абсолютная конфигурация. DL– и RS– системы стереохимической номенклатуры. Рацематы. Стереοизомерия молекул с двумя и более центрами хиральности. Конформация. Проекционные формулы Ньюмена. Энергетическая характеристика конформаций.

Кислотные и основные свойства органических соединений: теория Бренстеда и Льюиса. Типы органических кислот ($-\text{OH}$, $-\text{SH}$, $-\text{NH}_2$ и CH -кислоты) и оснований. Факторы, определяющие кислотность и основность: электроотрицательность и поляризуемость атома кислотного и основного центров, электронные эффекты заместителей, сольватационный эффект. Роль неподеленной электронной пары в проявлении основных свойств аминов, тиоэфиров, спиртов. Кислотно-основные свойства азотсодержащих гетероциклических соединений (пиррол, пиридин, имидазол, тиазол, пиримидин). Расположите в ряд по убыванию кислотности – трихлоруксусная кислота, уксусная, молочная и масляная

кислоты. Расположите в ряд по убыванию основности - этиламин, аминафенол, пара-нитрофенол. Какие амины – алифатические или ароматические – обладают большей основностью и почему?

Классификация органических реакций по характеру изменения связей в реагирующих веществах: по направлению, по числу молекул, принимающих участие в стадии, определяющей скорость реакции. Реакционный центр, субстрат, реагент. Типы реагентов. Реакции присоединения, замещения, элиминирования (отщепления), перегруппировки. Перициклические и окислительно-восстановительные реакции. Представление о механизме реакций (термодинамический и кинетический аспекты реакции). Строение промежуточных активных частиц (карбокатионов, карбанионов, свободных радикалов). Переходное состояние. Снижение энергетического барьера в каталитических процессах.

Модуль 2

УГЛЕВОДОРОДЫ. ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРОЕНИЯ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Цель модуля: сформировать знания о методах выделения и очистки органических соединений, понятия о строении, способах получения, физических и химических свойствах предельных и непредельных углеводородов, о строении и свойствах ароматических соединений.

На каждом занятии всех модулей формируются навыки:

- работы с литературой, справочным материалом, формулами;
- информационного поиска, в том числе использования интернет ресурсов;
- экспериментальной работы, использования химической посуды и реактивов;
- анализа результатов.

Темы занятий модуля

Занятие № 1. Физико-химические методы исследования органических соединений: методы выделения, очистки и качественный анализ органических соединений.

Занятие № 2. Углеводороды. Реакционная способность алканов. Реакционная способность ненасыщенных углеводородов (алкенов, диенов, алкинов).

Занятие № 3. Реакционная способность ароматических углеводородов (монокядерные и конденсированные арены).

Занятие № 4. Защита модуля «Углеводороды. Взаимосвязь строения и реакционной способности углеводородов».

Опорные знания. При изучении методов исследования органических соединений студенты опираются на знания, полученные при изучении дисциплин:

1. Общей и неорганической химии:

- важнейшие химические понятия: вещество, химический элемент, атом, молекула, масса атомов и молекул, ион, радикал, вещества молекулярного и

немолекулярного строения, комплексные соединения, дисперсные системы, истинные растворы, электролитическая диссоциация, кислотно-основные реакции в водных растворах, гидролиз, окисление и восстановление, электролиз, скорость химической реакции, механизм реакции, катализ, тепловой эффект реакции, энтальпия, теплота образования, энтропия, химическое равновесие, константа равновесия;

- зависимость фармакологической активности и токсичности от положения элемента в периодической системе;

- теория строения органических соединений, классификация, номенклатура и изомерия органических соединений, основы стереохимии;

- природные источники углеводородов и способы их переработки;

- способы получения и реакционная способность углеводородов и их производных, изучение фармакологического действия органических соединений.

2. Физическая и коллоидная химия:

- влияние факторов на процессы деструкции лекарственных веществ;

- способы расчета сроков годности, периода полупревращения лекарственных веществ.

3. Физика:

- закономерности теоретических основ физических методов анализа веществ;

- метрологические требования при работе с физической аппаратурой;

- измерения значений физических величин;

- использование колориметрии, поляриметрии, спектрофотометрии и рефрактометрии.

4. Математика: - основы теории вероятности; - основы математической статистики.

5. Информатика: - работа с основными программами, установленными на электронно-вычислительных машинах, проведение простейшей обработки статистических данных средствами программных продуктов.

Литература

Основная:

1. Оганесян, Э.Т. Органическая химия / Э.Т. Оганесян. – М.: Академия. 2017. – 432 с.

2. Солдатенков, А.Т. Основы органической химии лекарственных веществ / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, И.В. Шендрих. – Лаборатория знаний. 2014. – 191 с.

3. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для высшего профессионального образования по специальности "Фармация" по дисциплине "Органическая химия" / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под редакцией Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 639 с.

Дополнительная:

1. Кузнецова, Д.Г. Органическая химия; учебное пособие / Д.Г. Кузнецова. – Лань. 2016. – 556 с.

2. Лучинская, М.Г. Органическая химия / М.Г. Лучинская, А.М. Жидкова,

Т.Д. Дроздова. – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2010.–274 с.

3. Щеголев, А.Е. Органическая химия / А.Е. Щеголев, И.П. Яковлев – Лань. 2017. – 544 с.

ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Физико-химические методы исследования органических соединений: методы выделения, очистки и качественный анализ органических соединений

Цели занятия: сформировать понятия об элементарном составе, методах выделения и очистки органических соединений.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие вещества называются органическими? Какими простыми способами можно отличить органическое вещество от минерального?
2. Назовите вещества, относящиеся к природным органическим соединениям.
3. Назовите синтетические органические вещества, применяемые в промышленности, сельском хозяйстве, быту и медицине.
4. Какими методами пользуются для выделения и очистки органических веществ?
5. Можно ли при выделении и очистке веществ применять комбинации различных методов?
6. По каким показателям можно установить чистоту полученного вещества?
7. Как обозначают степень чистоты химических препаратов, применяемых в лабораторной практике?

ЗАНЯТИЕ № 2

**Тема: Углеводороды. Реакционная способность алканов.
Реакционная способность ненасыщенных углеводородов
(алкенов, диенов, алкинов)**

Цели занятия: сформировать понятие о строении, способах получения, физических и химических свойствах предельных углеводородов (алканов) и непредельных углеводородов (алкенов, алкинов и диенов).

Учебно-целевые вопросы

1. Приведите примеры реакций, лежащих в основе получения метана и других предельных углеводородов.
2. Физические и химические свойства предельных углеводородов.
3. Напишите способы получения циклоалканов. Укажите их физические и химические свойства.
6. Объясните, почему для алканов и циклоалканов с числом атомов углерода более четырех наиболее характерны реакции радикального замещения S_R ?
7. Покажите региоселективность реакций радикального замещения на примере

бромирования пропана и 2-метилпропана при ультрафиолетовом облучении (УФО).

6. Реакции окисления алканов.
8. Приведите природные источники и способы получения алкенов.
9. Реакции электрофильного присоединения A_E для алкенов и алкадиенов: реакции галогенирования, гидрогалогенирования, гидрирования, гидратации. Сформулируйте правило Марковникова для реакций A_E .
10. Реакции окисления алкенов в мягких и жестких условиях: под действием Ag_2O , $KMnO_4$, t° , H^+ .
11. Реакции озонлиза гомологов этилена.
12. Способы получения и химические свойства диеновых углеводородов.
13. Способы получения ацетилен и его гомологов.
14. Химические свойства алкинов: реакции гидратации, взаимодействия со спиртами, карбонильными соединениями и кислотами.
15. Реакции окисления и полимеризации алкинов.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Приведите природные источники и способы получения метана.
2. Напишите стадии реакции бромирования этана, 2-метилпропана и хлорирования бутана, циклопентана. Назовите продукты реакции.
3. Напишите и укажите условия реакций нитрования и сульфирования пентана.
4. Напишите реакцию бромирования циклопропана и циклогексана. Назовите полученные продукты. Объясните особенности протекания реакций галогенирования в малых циклах.
5. Приведите природные источники и способы получения этилена.
6. Какие продукты получают при взаимодействии пропена и 2-метилпропена с соляной кислотой? Какой из этих алкенов более активен в реакциях электрофильного присоединения? Дайте обоснование правилу Марковникова с учетом статического и динамического факторов.
7. Напишите реакцию взаимодействия изопрена (2-метилбутадиена-1,3) с одним молекул брома. Объясните причину образования продукта 1,4-присоединения.
8. Сравните реакционную способность винилхлорида (хлорэтена), этилена и пропена в реакциях электрофильного присоединения. Для более активного из них напишите реакцию гидробромирования.
9. Какой продукт получается в результате бромирования циклопентена? Рассмотрите механизм и пространственную направленность реакции.
10. Напишите реакцию гидратации 2-метилпентена-2. Обоснуйте региоселективность этой реакции (с учетом статического и динамического факторов).
11. Проведите последовательное присоединение двух молекул бромоводорода к пропену. Назовите конечный продукт реакции.
12. Напишите реакцию присоединения хлороводорода к пропену и акриловой (пропеновой) кислоте. Какими факторами обусловлено присоединение хлороводорода против правила Марковникова?

13. Какие продукты получаются в результате реакции гидрирования пропена и бутена-1?
14. Напишите реакцию окисления 2-метилбутена-2 в жестких условиях и реакцию окисления пропена водным раствором перманганата калия (реакция Вагнера).
16. Приведите реакции получения ацетилена.
17. Напишите реакции полимеризации, характерные для этена и этина.
18. Приведите реакции получения из ацетилена уксусной кислоты и ацетиленидов.
19. Напишите реакции гидратации для ацетилена и пропина.

ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Реакционная способность ароматических углеводородов

Цели занятия: сформировать понятие о строении и свойствах ароматических углеводородов (аренов).

Учебно-целевые вопросы

1. Какие углеводороды называются ароматическими и каковы особенности их строения?
2. Укажите природные источники и способы получения ароматических углеводородов.
3. Напишите схемы реакций, лежащих в основе получения ароматических углеводородов.
4. Физические свойства ароматических углеводородов.
5. Опишите механизм реакций электрофильного замещения: галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования и ацилирования бензола.
6. Покажите ориентирующее действие заместителей в реакциях электрофильного замещения.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Приведите способы получения бензола. Опишите физические свойства бензола и его гомологов.
2. Опишите механизм реакций электрофильного замещения S_E на примере бромирования бензола и пиридина.
3. Опишите механизм реакций нитрования и сульфирования толуола и пиррола.
4. Напишите реакцию алкилирования анилина пропиленом.
5. Напишите реакцию алкилирования фенола вторичным изопропиловым спиртом.
6. Напишите реакцию ацилирования бензола.
7. Напишите реакцию нитрования и сульфирования нафталина при температурах 80°C и 160°C .
8. Покажите ориентирующее действие заместителей в реакциях электрофильного замещения у бензальдегида и анилина.

9. Напишите реакции присоединения: гидрирование бензола и его галогенирование под действием УФО.
10. Приведите примеры многоядерных аренов.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 4

Защита модуля «Углеводороды. Взаимосвязь строения и реакционной способности углеводородов»

Цели занятия: обобщение учебного материала модуля и осуществление контроля его усвоения (защита модуля).

Содержание защиты модуля по теме «Углеводороды. Взаимосвязь строения и реакционной способности углеводородов»

Алканы. Получение. Номенклатура. Физические свойства. Реакция радикального замещения. Способы образования свободных радикалов. Региоселективность радикального замещения. Понятие о цепных процессах. Циклоалканы. Малые циклы. Особенности химических свойств малых циклов. Понятие о полициклических системах. Вазелиновое масло. Парафин.

Алкены. Номенклатура, физические свойства, получение, реакция электрофильного присоединения, механизм. Реакции электрофильного присоединения галогенов, гидрогалогенирования, гидратации и роль кислотного катализа. Правило Марковникова, его современная интерпретация. Окисление алкенов (гидроксилирование, озонирование, эпоксилирование). Каталитическое гидрирование.

Диены. Номенклатура. Сопряженные диены. Особенности присоединения в ряду сопряженных диенов. Понятие о высокомолекулярных соединениях.

Алкины. Номенклатура. Физические свойства. Спектральные характеристики алкинов, способы получения. Реакции электрофильного присоединения (гидрогалогенирование, присоединение галогенов, гидратация ацетилена - реакция Кучерова). Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов в реакциях электрофильного присоединения. Реакция замещения (образование ацетанилидов) как следствие СН-кислотных свойств алкинов. Циклотримеризация ацетилена. Идентификация алканов, алкенов и алкинов.

Арены. Получение. Номенклатура. Ароматические свойства. Реакционная способность ароматических углеводородов (моноядерные и конденсированные арены). Реакции электрофильного замещения, механизм. Галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование аренов. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на направление и скорость реакций электрофильного замещения. Ориентанты 1 и 2 рода. Реакции, протекающие с потерей ароматичности: гидрирование, присоединение хлора. Окисление. Бензол, толуол, ксилолы. Конденсированные арены. Нафталин. Ароматические свойства. Реакция электрофильного замещения (сульфирование, нитрование). Восстановление (тетралин, декалин) и окисление (нафтохиноны). Антрацен. Фенантрен. Идентификация аренов.

Модуль 3

ВАЖНЕЙШИЕ КЛАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ: МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Цели модуля: сформировать понятия о строении, способах получения, физических и химических свойствах галагенопроизводных углеводов, гидроксилсодержащих соединений, тиолов и простых эфиров и их метаболизме, о химических свойствах карбонильных соединений, закономерностях и особенностях химических свойств карбоновых кислот и их производных, о принципах структурного строения и свойствах аминов, о строения диазосоединений и их широком использовании в химическом анализе.

На каждом занятии всех модулей формируются навыки:

- работы с литературой, справочным материалом, формулами;
- информационного поиска, в том числе использования интернет ресурсов;
- экспериментальной работы, использования химической посуды и реактивов;
- расчета и анализа результатов.

Темы занятий модуля

Занятие № 1. Реакционная способность галогеноуглеводородов.

Занятие № 2. Спирты, фенолы, тиолы.

Занятие № 3. Простые эфиры, сульфиды.

Занятие № 4. Итоговая контрольная работа «Монофункциональные производные углеводов: спирты, фенолы, простые эфиры и их тиоаналоги».

Занятие № 5. Реакционная способность альдегидов и кетонов.

Занятие № 6. Реакционная способность карбоновых кислот.

Занятие № 7. Функциональные производные карбоновых кислот. Производные угольной кислоты. Сульфокислоты.

Занятие № 8. Реакционная способность аминов и диазосоединений. Азокрасители.

Занятие № 9. Защита модуля «Монофункциональные производные углеводов: альдегиды и кетоны. Карбоновые кислоты и их производные, диазосоединения».

Опорные знания. При изучении важнейших классов органических соединений студенты опираются на знания и умения, приобретенные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Биология», модулей «Основы строения органических соединений»: «Углеводороды. Взаимосвязь строения и реакционной способности углеводов»:

- основные теории химии: строение атома, химическая связь, электролитическая диссоциация, кислоты и основания;
- теория строения органических соединений, классификация, номенклатура и изомерия органических соединений, основы стереохимии;
- природные источники углеводов и способы их переработки;
- способы получения и реакционная способность углеводов и их производных, изучение фармакологического действия органических соединений;

- безопасная работа с веществами в лаборатории, быту и на производстве;
- определение возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценка их последствий;
- проведение научных исследований для установления взаимосвязи физико-химических свойств и фармакологической активности органических веществ, изучение учебной химической литературы.

Литература

Основная:

1. Оганесян, Э.Т. Органическая химия / Э.Т. Оганесян. – М.: Академия. 2017. – 432 с.
2. Солдатенков, А.Т. Основы органической химии лекарственных веществ / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, И.В. Шендрих. – Лаборатория знаний. 2014. – 191 с.
3. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для высшего профессионального образования по специальности "Фармация" по дисциплине "Органическая химия" / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под редакцией Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 639 с.
4. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для вузов / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 639 с.

Дополнительная:

1. Бабков, А.В. Общая, неорганическая и органическая химия / А.В. Бабков, В.А. Попков. – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2014. – 576 с.
2. Кузнецова, Д.Г. Органическая химия; учебное пособие / Д.Г. Кузнецова. – Лань. 2016. – 556 с.
3. Ливанцов, М.В. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями / М.В. Ливанцов, Г.С. Зайцева, Л.И. Ливанцова. – Лаборатория знаний. 2019. – 969 с.
4. Травень, В.Ф. Органическая химия: в 3 т. / В.Ф. Травень – Лаборатория знаний. 2019. – 1 т. – 368 с.

ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Реакционная способность галогенопроизводных углеводов

Цели занятия: сформировать знания о строении галогенопроизводных углеводов и химических реакциях, характерных для этой группы соединений.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие соединения называются галогеноуглеводородами?
2. Напишите реакции получения галогенопроизводных углеводов.
3. Напишите реакции получения йодоформа из этилового спирта и ацетона.
4. Физические свойства галогенопроизводных.
5. Напишите реакции получения предельных углеводов из галогенопро-

изводных.

6. Напишите реакции получения олефинов из галогенопроизводных.
7. Напишите реакцию взаимодействия галогеноалканов с магнием (реакция Гриньяра). Укажите биологическую роль этой реакции.
8. Характеристика связей углерод-галоген (энергия связи, длина, полярность, поляризуемость).
9. Химические свойства галогенопроизводных углеводов.
10. Представители галогенопроизводных, которые используются как средства при наркозе.
11. Напишите схемы реакции получения из галогеноуглеводородов соединений других классов.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите реакции получения хлороформа из метана, этанола, этанала и пропанона. Укажите физические свойства хлороформа и его использование в медицине.
2. Фторотан – способы получения и свойства.
3. Напишите реакции превращения хлорпропана в спирты, простые и сложные эфиры, сульфиды, амины, нитрилы, нитропроизводные.
4. Напишите реакцию образования пропантиола-1 из бромпропана.
5. Реакции отщепления (элиминирования): дегидрогалогенирование 2-хлорбутана, дегалогенирование 2, 3-дибромбутана.
6. Приведите реакции взаимодействия йодистого метила с металлами: Mg и Na.
7. Напишите реакцию взаимодействия хлорвинила с хлороводородом.
8. Хлорбензол. Нуклеофильное замещение галогена в ядре. Объясните различие подвижности галогена в ароматическом ядре и боковой цепи. Деактивирующее и ориентирующее влияние галогена в реакциях электрофильного замещения.

ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: Спирты, фенолы

Цели занятия: сформировать понятие о строении и свойствах соединений, содержащих гидроксильную группу.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие соединения называются спиртами и фенолами?
2. Классификация спиртов по количеству ОН–групп и по месту их расположения.
3. Приведите источники и способы получения одноатомных спиртов. Кислотные и основные свойства, характерные для спиртов.
4. Химические свойства, характерные для водорода гидроксильной группы.
5. Химические свойства, характерные для гидроксильной группы.
6. Окисление спиртов.
7. Получение двух- и трехатомных спиртов. Свойства, характерные для двух-

и трехатомных спиртов.

8. Классификация фенолов.
9. Природные источники и способы получения фенолов.
10. Химические свойства одно-, двух- и трехатомных фенолов.
11. Реакции галогенирования, нитрования и сульфирования фенолов.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите способы получения и укажите физические свойства этанола и глицерина.
2. Напишите реакцию спиртового брожения глюкозы с образованием этилового спирта.
3. Приведите реакции образования алкоголятов при взаимодействии спиртов с металлами и их гидридами.
4. Напишите реакции этерификации этанола с уксусной и серной кислотой. Назовите продукты реакций.
5. Опишите механизм реакции взаимодействия пентанола-2 с бромоводородом. Назовите продукты реакции.
6. Напишите реакцию дегидратации (элиминирования) бутанола-2. Назовите полученный продукт и обоснуйте необходимость кислотного катализа. Сформулируйте правило Зайцева для реакций элиминирования.
7. Приведите реакции окисления пропанола-1 и пропанола-2. Назовите полученные продукты.
8. Напишите реакцию нитрования глицерина и укажите, где используется продукт реакции.
9. Приведите реакции дегидратации для этиленгликоля и глицерина, назовите полученные продукты.
10. Напишите реакции окисления глицерина до диоксиацетона и глицеринового альдегида, укажите роль этих продуктов.
11. Напишите способы получения и физические свойства, характерные для фенола.
12. Приведите природные источники и способы получения двух- и трехатомных фенолов.
13. Опишите механизм реакций нитрования и сульфирования фенола. Назовите полученные продукты.
14. Напишите реакцию ацилирования резорцина.
15. Приведите реакцию карбоксилирования фенола, лежащую в основе синтеза салициловой кислоты (реакция Кольбе-Шмитта).
16. Напишите реакции получения фенолформальдегидных смол – карболита и бакелита.
17. Приведите строение двух- и трехатомных фенолов, назовите их и укажите применение в медицине.
18. Приведите строение парацетамола и укажите его биологическое действие.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 3**Тема: Простые эфиры, тиолы, сульфиды**

Цели занятия: сформировать понятия о строении и свойствах тиолов, простых эфиров и сульфидов.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие соединения называются простыми эфирами?
2. Способы получения простых эфиров.
3. Как превратить простые эфиры в сложные?
4. Как получить алкоголяты (реакцией Шорыгина) из простых эфиров?
5. Напишите механизм реакции получения простых эфиров протонированием спиртов.
6. Окисление простых эфиров.
7. Определение качества простых эфиров.
8. Что такое меркаптаны и сульфиды?
9. Какое свойство меркаптанов позволяет им вступать в реакцию со щелочью?
10. Способы получения меркаптанов и сульфидов.
11. Химические свойства меркаптанов и сульфидов.
12. Реакции мягкого и жесткого окисления тиолов.
13. Реакции жесткого окисления тиоэфиров.
14. Реакция получения иприта.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите способы получения диэтилового эфира. Укажите его физические свойства и применение в медицине.
2. Напишите реакции образования оксониевых солей.
3. Приведите реакции разложения простых эфиров под действием HCl и H₂SO₄ (конц.).
4. α-Галогенирование: реакционная способность α-галогеноэфиров.
5. Напишите реакцию окисления диэтилового эфира. Дайте представление об органических пероксидах и гидропероксидах.
6. Оксираны (1,2-эпоксиды), представители, способы получения.
7. Опишите особенности химического поведения эпоксидов: реакции с раскрытием цикла, приводящие к образованию различных классов органических соединений.
8. Напишите способы получения этантиола и диметилсульфида.
9. Приведите реакции образования тиолятов (с NaOH, с Hg²⁺).
10. Проведите реакции алкилирования и ацилирования метантиола.
11. Напишите реакции окисления этантиола в мягких условиях и под действием более сильных окислителей.
12. Проведите реакции восстановления этантиола и диэтилдисульфида. Назовите продукты реакций.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 4**Итоговая контрольная работа «Монофункциональные производные углеводов: спирты, фенолы, простые эфиры и их тиоаналоги»**

Цели занятия: обобщение учебного материала и осуществление контроля его усвоения по теме контрольной работы.

**Содержание итоговой контрольной работы
по теме «Монофункциональные производные углеводов: спирты,
фенолы, простые эфиры и их тиоаналоги»**

Галогенопроизводные углеводов. Классификация в зависимости от числа и расположения атомов галогена, природы углеводородного радикала. Номенклатура. Физические свойства. Галогеналканы и галогенциклоалканы. Способы получения. Характеристика связей углерод – галоген (длина, энергия, полярность, поляризуемость). Реакция нуклеофильного замещения: механизм моно- и бимолекулярных реакций, их стереохимическая направленность. Превращение галогенопроизводных углеводов в спирты, простые и сложные эфиры, сульфиды, амины, нитрилы, нитропроизводные. Реакции отщепления (элиминирования): дегидрогалогенирование, дегалогенирование. Правило Зайцева. Конкурентность реакции нуклеофильного замещения и элиминирования. Галогеналкены: аллил- и винилгалогениды, причины различной реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения. Галогенарены. Нуклеофильное замещение галогена в ядре. Различие в подвижности галогена в ароматическом ядре и боковой цепи. Дезактивирующее и ориентирующее влияние галогена в реакциях электрофильного замещения. Этилхлорид, тетрахлорметан, хлороформ, йодоформ, 1,2-дихлорбензол, бензилхлорид. Идентификация галогенопроизводных углеводов.

Спирты. Классификация по числу и расположению гидроксильных групп. Номенклатура. Физические свойства. Спектральные характеристики спиртов. Способы получения. Кислотные свойства: образование алкоколятов. Основные свойства: образование оксониевых солей. Межмолекулярные водородные связи как следствие амфотерного характера спиртов. Влияние межмолекулярной ассоциации на физические свойства и спектральные характеристики. Нуклеофильные и основные свойства спиртов: получение галогеналканов, простых и сложных эфиров. Межмолекулярная и внутримолекулярная дегидратация спиртов. Окисление спиртов. Многоатомные спирты, особенности их химического поведения. Непредельные спирты: таутомерия фенолов (виниловый спирт). Правило Эльтекова.

Фенолы. Классификация по числу гидроксильных групп. Номенклатура. Физические свойства. Способы получения. Кислотные свойства, получения фенолятов. Нуклеофильные свойства фенола: получение простых и сложных эфиров. Окисление фенолов. Реакция электрофильного замещения в фенолах: галогенирование, нитрование, сульфирование, карбоксилирование, гидроксиметилирование.

Простые эфиры. Классификация. Номенклатура. Физические свойства.

Способы получения простых эфиров, основные способы образования оксониевых солей. Расщепление галогенпроизводных углеводородов кислотами. Окисление. Представление об органических пероксидах и гидропероксидах.

Тиолы и сульфиды. Классификация. Номенклатура. Физические свойства. Способы получения. Мягкое и жесткое окисление тиолов и сульфидов: дисульфиды, сульфоны, сульфоновые кислоты, получение иприта.

ЗАНЯТИЕ № 5

Тема: Реакционная способность альдегидов и кетонов

Цели занятия: сформировать знания о строении и химических свойствах карбонильных соединений для понимания их реакционной способности в биологических системах.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие соединения называются альдегидами и кетонами?
2. Принципы номенклатуры альдегидов и кетонов.
3. Природные источники и способы получения альдегидов.
4. Цветные реакции на альдегиды и кетоны.
5. Реакции восстановления альдегидов и кетонов.
6. Реакции получения и гидролиза полуацеталей и ацеталей.
7. Реакции присоединения с образованием связи C–C, C=O, C–H.
8. Полярзация альдегидов.
9. Реакции альдольной конденсации.
10. Реакции окисления альдегидов.
11. Реакции взаимодействия альдегидов с гидроксиламином, гидразином и фенилгидразином.
12. Реакции, характерные для радикала альдегидов.
13. Реакции получения йодоформа из кетонов.
14. Реакции получения ацетона из ацетата кальция.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Приведите строение карбонильной группы и покажите ее влияние на образование других реакционных центров в молекуле. Опишите в общем виде механизм реакции нуклеофильного присоединения A_N .
2. Напишите способы получения уксусного альдегида.
3. Приведите способы получения ацетона.
4. Опишите механизм реакций восстановления пропаналя и пропанона.
5. Проведите реакцию гидратации хлорала, укажите фармакологическое действие образующегося хлоралгидрата.
6. Напишите реакцию ацетализации для бутанала и этанола. Проведите гидролиз образующихся полуацеталей и ацеталей. Укажите необходимость кислотного катализа.
7. Покажите реакцию образования имиона (*основания Шиффа*) из ацетальдегида и анилина. Назовите полученный продукт.

8. Какие из приведенных ниже соединений вступают в реакцию альдольной конденсации: формальдегид, бензальдегид, ацетальдегид? Объясните, почему. Опишите механизм этой реакции и назовите полученные продукты.
9. Проведите реакцию диспропорционирования (*реакция С. Канницаро*) с бензальдегидом, назовите полученные продукты.
10. Напишите реакцию присоединения синильной кислоты к этаналу, назовите продукт реакции и обоснуйте необходимость щелочного катализа.
11. Проведите реакцию образования уротропина из формальдегида, укажите его фармакологическое действие.
12. Напишите йодоформную реакцию для ацетона. Укажите, какие соединения могут также вступать в эту реакцию.
13. Приведите реакцию взаимодействия фенилгидразина с пропаналем. Назовите полученный продукт.
14. Напишите реакцию тримеризации формальдегида.
15. Проведите реакции окисления ацетальдегида *реактивом Толленса* ($\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$) и *реактивом Фелинга* ($\text{Cu}(\text{OH})_2$).

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 6

Тема: Реакционная способность карбоновых кислот

Цели занятия: сформировать знания о закономерностях и особенностях химических свойств карбоновых кислот и их производных, обуславливающих протекание ряда биологических процессов.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие соединения называются карбоновыми кислотами? Какую функциональную группу содержит молекула кислоты?
2. По какому признаку определяется основность органических кислот?
3. Как изменяется сила кислот в гомологических рядах в зависимости от основности и строения углеводородного радикала?
4. Какие соединения называют солями карбоновых кислот? Какие принципы лежат в основе построения названия солей кислот?
5. Напишите реакции диссоциации кислот.
6. Напишите реакции этерификации и реакции получения солей кислот.
7. Приведите реакцию и укажите условия декарбоксилирования кислот.
8. Напишите реакцию окисления карбоновых кислот.
9. Приведите реакцию галогенирования карбоновых кислот.
10. Напишите реакцию амидирования карбоновых кислот.
11. Приведите реакцию получения ангидридов кислот.
12. Напишите способы получения карбоновых кислот.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Какие реакционные центры формируются в молекулах карбоновых кислот? Приведите строение карбоксилат-аниона.
2. Приведите строение одно-, двух- и трехосновных кислот. Сравните их реакционную способность.
3. Напишите способы получения уксусной кислоты.
4. Опишите механизм реакции нуклеофильного замещения S_N , характерный для карбоновых кислот.
5. Напишите реакцию этерификации масляной кислоты и этанола. Опишите механизм и укажите необходимость кислотного катализа.
6. Проведите реакции декарбоксилирования уксусной кислоты путем пиролиза и электролиза. Назовите полученные продукты.
7. Напишите реакции образования солей карбоновых кислот.
8. Приведите реакцию получения хлорангидрида пропионовой кислоты.
9. Напишите реакцию галогенирования уксусной кислоты. По какому реакционному центру идет эта реакция?
10. Напишите реакцию образования полного амида малоновой кислоты через ее хлорангидрид.
11. Напишите реакции окисления муравьиной и щавелевой кислот. Укажите условия реакций.
12. Приведите реакцию получения ангидрида уксусной кислоты.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 7

**Тема: Функциональные производные карбоновых кислот.
Производные угольной кислоты. Сульфокислоты**

Цели занятия: сформировать знания об особенностях строения и химических свойствах производных карбоновых кислот, обуславливающих протекание ряда биологических процессов.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие соединения называются производными карбоновых кислот?
2. Какие соединения называют сложными эфирами? Чем они отличаются от простых?
3. Какие закономерности наблюдаются в реакциях этерификации в зависимости от строения кислот, спиртов, фенолов?
4. Какие соединения называют амидами кислот?
5. Назовите амиды угольной кислоты, чем они отличаются по составу и свойствам?
6. Чем отличаются молекулы карбамида, гуанидина, тиомочевины?
7. Какие соединения называют гидрамидами кислот?

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите реакцию получения сложного эфира – этилацетата. Проведите его кислотный и щелочной гидролиз.
2. Проведите реакции переэтерификации и восстановления пропилбутирата.
3. Напишите реакцию образования амида пропионовой кислоты.
4. Проведите реакции восстановления, дегидратации ацетамида.
5. Напишите реакцию взаимодействия ацетамида с азотистой кислотой.
6. Проведите реакции О- и N-алкилирования амида масляной кислоты.
7. Напишите реакцию разложения неполного амида угольной кислоты (карбаминовой кислоты).
8. Приведите способы получения сложных эфиров карбаминовой кислоты - уретанов.
9. Напишите способы получения мочевины и укажите ее роль.
10. Напишите реакцию разложения мочевины.
11. Приведите строение уреида α -бромизовалериановой кислоты и гуанидина. Укажите их биологическую роль.
12. Напишите в какие реакции могут вступать хлорангидрид и ангидрид уксусной кислоты?

ЗАНЯТИЕ № 8

Тема: Реакционная способность нитросоединений и аминов. Дiazosоединения. Азокрасители

Цели занятия: сформировать знания о принципах структурного строения и свойствах аминов, как составных компонентах многих биологически активных веществ, сформировать знания о принципах строения diazosоединений и их широком использовании в химическом анализе.

Учебно-целевые вопросы

1. Способы получения и химические свойства нитросоединений.
2. Какие соединения называются аминами? Классификация и номенклатура аминов.
3. Получение аминов из аммиака. Гофмановское расщепление, восстановление азотистых оснований.
4. Амфотерность аминов.
5. Реакции ацилирования аминов. Реакции взаимодействия аминов с HNO_2 .
6. Реакции образования изонитрилов.
7. Химические свойства аминов (реакции с образованием аммонийных оснований и солей).
8. Реакции разложения солей аммония щелочью.
9. Какие соединения называются diazosоединениями? На какие группы делятся diazosоединения?
10. Реакции получения diazosоединений и солянокислого фенилдиазония.
11. Реакции превращения солей diaзония, идущие с выделением N_2 .
12. Реакции, идущие без выделения азота.

13. Реакции азосочетания соли диазония с: а) диметиланилином; б) фенолом; в) β -нафтолом.
14. Реакции получения азокрасителей (метилового оранжевого, конго красного) и опишите их индикаторные свойства.
15. Основные положения электронной теории цветности.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите способы получения нитросоединений.
2. Проведите реакции нитрозирования и галогенирования нитропропана.
3. Напишите реакции восстановления нитробензола.
4. Напишите способы получения аминов восстановлением нитросоединений, амидов карбоновых кислот, оксимов, нитрилов.
5. Проведите реакции алкилирования и ацилирования диметиламина.
6. Напишите реакцию образования имина (основания Шиффа).
7. Напишите реакцию взаимодействия анилина с азотистой кислотой с образованием солей диазония.
8. Проведите реакции сульфирования и нитрования анилина.
9. Приведите строение белого и красного стрептоцида и укажите их биологическое действие.
10. Напишите строение холина и ацетилхолина. Укажите их биологическое действие.
11. Приведите реакции получения солянокислого фенилдиазония.
12. Напишите реакции превращения солей диазония, идущие с выделением N_2 : а) с H_2SO_4 ; б) с KI ; в) с CH_3OH ; г) с $HgCl_2$.
13. Приведите реакции, идущие без выделения азота.
14. Напишите реакции азосочетания соли диазония с: а) диметиланилином; б) фенолом; в) β -нафтолом.
15. Приведите реакции получения азокрасителей (метилового оранжевого, конго красного) и опишите их индикаторные свойства.

ЗАНЯТИЕ № 9

Защита модуля «Монофункциональные производные углеводов: альдегиды и кетоны. Карбоновые кислоты и их производные. Диазосоединения»

Цели занятия: обобщение учебного материала модуля и осуществление его усвоения (защита модуля).

Содержание защиты модуля по теме

«Монофункциональные производные углеводов: альдегиды и кетоны. Карбоновые кислоты и их производные. Диазосоединения»

Альдегиды и кетоны. Номенклатура. Физические свойства. Спектральные характеристики. Способы получения алифатических и ароматических альдегидов и кетонов. Реакция нуклеофильного присоединения, механизм. Влия-

ние радикалов на реакционную способность карбонильной группы. Присоединение воды. Факторы, определяющие устойчивость гидратных форм. Присоединение спиртов. Роль кислотного катализатора в образовании полуацеталей и ацеталей. Присоединение гидросульфита натрия, циановодорода. Присоединение металлоорганических соединений (образование первичных, вторичных и третичных спиртов). Полимеризация альдегидов: параформ, паральдегид.

Карбоновые кислоты. Получение. Номенклатура. Физические свойства. Идентификация. Классификация. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона как p - π -сопряженных систем. Кислотные свойства карбоновых кислот: реакция ацилирования. Ангидриды и галогенангидриды как активные ацилирующие агенты. Сложные эфиры. Получение. Реакция этерификации, необходимость кислотного катализа. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров. Переэтерификация. Аммонолиз сложных эфиров.

Амиды карбоновых кислот. Получение. Строение амидной группы. Кислотно-основные свойства амидов. Гидролиз амидов гипобромитами и азотистой кислотой. Дегидратация в нитрилы.

Нитрилы. Получение. Свойства (гидролиз, восстановление). Ацетонитрилы. Гидразиды карбоновых кислот. Галогенирование по Геллю-Фольгарду-Зелинскому. Использование галогензамещенных кислот.

Амины и нитросоединения. Классификация. Номенклатура. Физические свойства. Способы получения алифатических и ароматических аминов. Нуклеофильные свойства. Алкилирование аммиака и аминов, образование аминоспиртов. Реакции взаимодействия первичных, вторичных, третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Активизирующее влияние на реакционную способность ароматического ядра. Галогенирование, сульфирование, нитрование ароматических аминов. Аминоспирты и аминофенолы: этаноламин, холин, ацетилхолин, адреналин, норадреналин.

Диазосоединения. Классификация. Представители. Способы получения диазосоединений. Строение солей арилдиазония. Реакции, сопровождающиеся выделением азота. Реакции, идущие без выделения азота. Свойства азоаренов. Азокрасители. Понятие «хромофоры» и «ауксохромы». Метилоранж (метилоранж) и конго красный, их индикаторные свойства.

Модуль 4

ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. БЕЛКИ. УГЛЕВОДЫ

Цели модуля: сформировать понятия об элементарном составе, методах выделения и очистки органических соединений, знания о строении и свойствах гетерофункциональных соединений, о структуре и свойствах аминокислот как мономеров пептидов и белков, умения обнаруживать аминокислоты с помощью цветных реакций, знания о принципах строения белков как важнейших биополимеров. Сформировать знания о принципах строения,

структурной организации и основных химических превращениях важнейших моносахаридов, олигосахаридов и полисахаридов, об их биологических функциях и принципах качественного обнаружения в биологических жидкостях.

На каждом занятии всех модулей формируются навыки:

- работы с литературой, справочным материалом, формулами;
- информационного поиска, в том числе использования интернет ресурсов;
- экспериментальной работы, использования химической посуды и реактивов;
- расчета и анализа результатов.

Темы занятий модуля

Занятие № 1. Лабораторные методы выделения, очистки и идентификации органических соединений.

Занятие № 2. Гетерофункциональные соединения, проявление специфических свойств. Галогено-, гидроксо-, оксокислоты.

Занятие № 3. Аминокислоты.

Занятие № 4. Пептиды и белки.

Занятие № 5. Моносахариды. Строение, химические свойства.

Занятие № 6. Олигосахариды. Строение, химические свойства.

Занятие № 7. Полисахариды. Строение, химические свойства.

Занятие № 8. Защита модуля «Гетерофункциональные соединения: галогено-, гидроксо-, оксо-, аминокислоты. Белки. Углеводы».

Опорные знания. При изучении гетерофункциональных органических соединений студенты опираются на знания и умения, приобретенные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Биология», модулей «Основы строения органических соединений» и «Важнейшие классы органических соединений: монофункциональные производные углеводов»:

- основные теории химии: строение атома, химическая связь, электролитическая диссоциация, кислоты и основания;
- теория строения органических соединений, классификация, номенклатура и изомерия органических соединений, основы стереохимии;
- природные источники гетерофункциональных соединений и способы их переработки;
- способы получения и проявление специфических свойств гетерофункциональных производных углеводов и изучение их фармакологических эффектов;
- уровни структурной организации белков и методы их изучения;
- проведение научных исследований для установления взаимосвязи физико-химических свойств и фармакологической активности гетерофункциональных производных органических веществ, изучение учебной химической литературы;
- природные источники, структурная организация и химические превращения важнейших классов углеводов.

Литература

Основная:

1. Оганесян, Э.Т. Органическая химия / Э.Т. Оганесян. – М.: Академия. 2017. – 432 с.
2. Солдатенков, А.Т. Основы органической химии лекарственных веществ / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, И.В. Шендрих. – Лаборатория знаний. 2014. – 191 с.
3. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для высшего профессионального образования по специальности "Фармация" по дисциплине "Органическая химия" / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под редакцией Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 639 с.
4. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для вузов / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 639 с.

Дополнительная:

1. Кузнецова, Д.Г. Органическая химия: учебное пособие / Д.Г. Кузнецова. – Лань. 2016. – 556 с.
2. Ливанцов, М.В. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями / М.В. Ливанцов, Г.С. Зайцева, Л.И. Ливанцова. – Лаборатория знаний. 2019. – 969 с.
3. Лучинская, М.Г. Органическая химия / М.Г. Лучинская, А.М. Жидкова, Т.Д. Дроздова – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2010. – 274 с.
4. Травень, В.Ф. Органическая химия: в 3 т. / В.Ф. Травень – Лаборатория знаний. 2019. – 1 т. – 368 с.

ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Лабораторные методы выделения, очистки и идентификации органических соединений

Цели занятия: сформировать понятия об элементарном составе, методах выделения и очистки органических соединений.

Учебно-целевые вопросы

1. Физико-химические методы анализа, понятие, классификация.
2. Особенности физико-химических методов анализа.
3. Характеристика оптических (спектральных) методов анализа, классификация.
4. Хроматографические методы анализа, принципы их классификации.
5. Принцип электрохимического метода анализа. Виды электрохимических методов.
6. Масс-спектрометрические методы, их характеристика.
7. Принцип радиометрических методов анализа, классификация.
8. Применение физико-химических методов в фармации.

ЗАНЯТИЕ № 2**Тема: Гетерофункциональные соединения, проявление специфических свойств. Галогено-, гидрокси-, оксокислоты**

Цели занятия: сформировать знания о строении гетерофункциональных соединений и проявлении ими специфических свойств.

Учебно-целевые вопросы

1. Представители и способы получения галогеносодержащих кислот. Их химические свойства.
2. Представители и способы получения α -, β -, γ - и δ -гидроксикислот.
3. Реакции, характерные для α -гидроксикислот: разложение при нагревании и образование лактидов.
4. Специфические реакции, характерные для β -гидроксикислот.
5. Реакции, характерные для γ - и δ -гидроксикислот. Гидролиз соответствующих лактонов.
6. Фенолкарбоновые кислоты. Представители, способы получения и химические свойства.
7. Представители и способы получения оксокислот.
8. Химические свойства оксокислот.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите способы получения α -хлоруксусной кислоты.
2. Проведите реакцию гидролиза дихлоруксусной кислоты. Назовите продукт реакции.
3. Напишите формулы гликолевой, молочной, винной, яблочной и лимонной кислот. Дайте краткую характеристику этим кислотам.
4. Напишите способы получения молочной кислоты (α -гидроксипропановой).
5. Проведите реакцию термического разложения молочной кислоты и напишите способ образования соответствующего лактида.
6. Напишите способы получения β -гидроксимасляной кислоты. Специфические реакции, характерные для нее.
7. Проведите реакцию разложения лимонной кислоты. Назовите промежуточные и конечные продукты реакции.
8. Напишите специфические реакции, характерные для γ -аминомасляной и γ -оксивалериановой кислот.
9. Напишите способы получения салициловой кислоты.
10. Приведите структурные формулы салициловой кислоты и ее эфиров: метилсалицилата, фенилсалицилата. Ацетилсалициловая кислота и пара-аминосалициловая кислота (ПАСК). Укажите их фармакологическое действие.
11. Напишите строение следующих оксокислот: глиоксильной, пировиноградной, ацетоуксусной, леулиновой.
12. Приведите способы получения оксокислот.
13. Напишите реакцию диспропорционирования для глиоксильной (глиоксальной) кислоты.

14. Проведите реакции декарбоксилирования пировиноградной и ацетоуксусной кислот.
15. Напишите кето-енольную таутомерию, характерную для ацетоуксусного эфира.
16. Приведите структурные формулы кетоновых тел и укажите, при каких заболеваниях они обнаруживаются в крови и моче.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Аминокислоты

Цели занятия: сформировать знания об аминокислотах как о мономерах пептидов и белков, принципах их структурного строения; о свойствах аминокислот как бифункциональных соединений; выработать умение обнаруживать аминокислоты в белковых растворах и их гидролизатах с помощью качественных реакций.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие соединения называются аминокислотами?
2. Оптическая активность аминокислот.
3. Изоэлектрическая точка и изоэлектрическое состояние.
4. Способы получения аминокислот.
5. Классификация аминокислот.
6. Номенклатура и представители протеиногенных аминокислот.
7. Химические свойства аминокислот: а) реакции, характерные для группы –COOH; б) реакции, характерные для группы –NH₂; г) реакции, характерные для радикала.
8. Реакции поликонденсации.
9. Качественные реакции на аминокислоты и белки.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Какие аминокислоты называют протеиногенными?
2. Приведите способы классификации аминокислот.
3. Дайте определение понятиям изоэлектрического состояния (ИЭС) и изоэлектрической точки (ИЭТ).
4. Обозначьте реакционные центры в молекуле аминокислоты.
5. Напишите способы получения аминокислот *in vitro* по методу Штреккера, реакцией Радионова и *in vivo*.
6. Приведите реакцию декарбоксилирования гистидина, укажите биологическую роль образующегося амина.
7. Назовите биогенные амины и укажите их действие на организм человека.
8. Напишите реакцию активации треонина PCl₅.
9. Проведите защиту карбоксильной группы этанолом у лизина.
10. Напишите реакцию амидирования аспартата и укажите роль этой реакции.

11. Что такое дезаминирование, его виды? Напишите окислительное дезаминирование глутамата.
12. Напишите восстановительное, гидролитическое и внутримолекулярное дезаминирование аланина.
13. Приведите реакцию трансаминирования глутамата и оксалоацетата (ЩУК), укажите биологическую роль этой реакции.
14. Напишите реакции внутри- и межмолекулярного окисления цистеина. Назовите полученные продукты.
15. Проведите реакции защиты аминогруппы лизина формальдегидом и хлорангидридом уксусной кислоты. Назовите продукты реакций.
16. Напишите строение пара-аминобензойной кислоты, анестезина и новокана и укажите их фармакологическое действие.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 4

Тема: Пептиды и белки

Цели занятия: сформировать знания о принципах строения белков как о важнейших биополимерах, закрепить знания об электронном и химическом строении пептидной связи в первичной структуре белковых молекул и уровнях структурной организации белков.

Учебно-целевые вопросы

1. Понятие о белках. Классификация белков (химическая и биологическая). Функции белков и пептидов.
2. Строение и свойства пептидной связи.
3. Гидролиз белков, виды гидролиза.
4. Установление аминокислотного состава пептидов и белков с помощью современных физико-химических методов.
5. Пространственная конформация белковых молекул.
6. Понятие о сложных белках. Гликопротеины, липопротеины, нуклеопротеины, фосфопротеины, хромопротеины, металлопротеины.
7. Методы синтеза белков и определение характера пептидов. С помощью каких качественных реакций можно доказать наличие аминокислот в составе пептидов?
8. Способы защиты и активации карбоксильной группы.
9. Способы защиты аминогруппы.
10. Определение N-концевой аминокислоты. Методы Сенгера, Эдмана и дансильный.
11. Характеристика первичной, вторичной, третичной и четвертичной структур белков.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Назовите признаки, характерные для пептидов.

2. Приведите виды классификации белков. Назовите функции белков.
3. Укажите особенности строения пептидной связи.
4. Дайте определение понятию первичной структуры белка.
5. Напишите строение трипептида ала-фен-асп. Обозначьте пептидную связь и определите характер пептида.
6. Вторичная структура белка, виды, типы связей.
7. Третичная структура белка, виды, типы связей.
8. Характеристика четвертичной структуры белков.
9. Гидролиз белков, виды гидролиза. Приведите схему гидролиза простого белка.
10. Охарактеризуйте физико-химические свойства белков: ионизацию, гидратацию, растворимость.
11. Напишите реакцию активации карбоксильной группы валина PCl_5 .
12. Проведите защиту карбоксильной группы метанолом у лейцина.
13. Проведите реакцию защиты аминогруппы тирозина уксусным ангидридом.
14. Проведите реакцию определения N-концевой аминокислоты методом Сенгера в трипептиде фен-гли-асп.
15. Проведите реакцию определения N-концевой аминокислоты методом Эдмана в трипептиде гис-лиз-ала.
16. Проведите реакцию определения N-концевой аминокислоты дансильным методом в трипептиде глу-тре-три.
17. Дайте краткую характеристику подклассам простых белков.
18. Понятие о сложных белках. Гликопротеины, липопротеины, нуклеопротеины, фосфопротеины, хромопротеины, металлопротеины. Их представители и выполняемые функции.
19. Назовите качественные реакции на аминокислоты, пептиды, белки.

ЗАНЯТИЕ № 5

Тема: Моносахариды. Строение, химические свойства

Цели занятия: сформировать представления о зависимости важнейших химических свойств моносахаридов от их стереохимического строения и таутомерии как основе для понимания метаболических превращений моносахаров в организме; выработать умения определять наличие глюкозы в биологических жидкостях с помощью качественных реакций.

Учебно-целевые вопросы

1. Углеводы. Классификация, функции. Классификация моносахаров.
2. Таутомерные формы моносахаридов.
3. Биологическая роль моносахаридов.
4. Представители альдоз и кетоз-пентоз.
5. Представители альдоз и кетоз-гексоз.
6. Что такое мутаротация?
7. Реакции окисления моносахаридов.
8. Реакции восстановления моносахаридов.

20. Качественные реакции на моносахариды.
21. Реакции эпимеризации.
22. Реакции получения озазонов.
23. Реакции взаимодействия спиртов с моносахарами.
24. Реакции взаимодействия моносахаров с избытком $R-SO_2$, $R-I$.
25. Реакция получения нейраминовой кислоты и сиаловых кислот.
26. Реакция получения фурфурола.
27. Реакция Селиванова и ее биологическая роль.
28. Реакция взаимодействия моносахаридов с кислотами и ангидридами кислот.
29. Аминосахариды и их биологическая роль.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Приведите классификацию углеводов с примерами каждого подкласса.
2. Напишите строение и таутомерные формы рибозы, ксилозы, дезоксирибозы и рибулозы формулами *Фишера* и *Хеуорса*. Назовите их источники в живой природе. Укажите атом углерода, конфигурация которого определяет принадлежность моносахаридов к *D*-ряду.
3. Приведите строение и напишите таутомерные формы глюкозы, галактозы, маннозы и фруктозы формулами *Фишера* и *Хеуорса*. Их источники для человека. Укажите атом углерода, конфигурация которого определяет принадлежность моносахаридов к *D*-ряду.
4. Дайте определение понятиям аномеры и эпимеры. Приведите примеры.
5. Напишите реакции окисления *D*-галактозы в мягких и жестких условиях, назовите полученные продукты.
6. Приведите реакцию восстановления *D*-ксилозы. Где используется продукт этой реакции?
7. Напишите реакции алкилирования и ацилирования *D*-маннозы. Назовите продукты реакций.
8. Приведите реакции фосфорилирования *D*-глюкозы для цепной и циклической форм моносахарида. Назовите продукты реакции и их укажите роль.
9. Напишите реакцию образования озазона.
10. Проведите реакцию образования *O*-метил- α -*D*-глюкопиранозида.
11. Напишите реакцию образования *N*-этил- β -*D*-дезоксирибофуранозида.
12. Приведите примеры *O*-, *N*-, и *S*-гликозидов растений.
13. Напишите реакцию алкилирования β -*D*-ксилофуранозы с избытком CH_3I . Назовите продукт реакции.
14. Проведите реакцию ацилирования α -*D*-фруктофуранозы уксусным ангидридом. Назовите полученный продукт.
15. Напишите реакцию образования нейраминовой кислоты.
16. Приведите формулы глюкозамина и галактозамина и укажите их роль.
17. Назовите, какими качественными реакциями можно обнаружить моносахариды?

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 6**Тема: Олигосахариды. Строение, химические свойства**

Цели занятия: сформировать знание принципов строения, структурной организации и основных химических превращений важнейших олигосахаридов.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие вещества называются олигосахаридами? Какие вещества называются дисахаридами?
2. Каковы особенности строения дисахаридов и причины их деления на две подгруппы?
3. Приведите реакции синтеза и гидролиза и дайте название (тривиальное, полное и сокращенное) мальтозы.
4. Напишите реакции синтеза и гидролиза и дайте название (тривиальное, полное и сокращенное) целлобиозы.
5. Приведите реакции синтеза и гидролиза и дайте название (тривиальное, полное и сокращенное) лактозы.
6. Напишите реакции синтеза и гидролиза и дайте название (тривиальное, полное и сокращенное) трегалозы.
7. Приведите реакции синтеза и гидролиза и дайте название (тривиальное, полное и сокращенное) сахарозы.
8. Напишите химические свойства олигосахаридов: восстановление, окисление, таутомерные формы, реакции взаимодействия со спиртами, кислотами, ангидридами кислот. Проведите гидролиз полученных соединений.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Скажите, какие соединения называют олигосахаридами?
2. Приведите примеры дисахаридов с ози́до-ози́дным и ози́до-озным типом связей.
3. Поясните, почему дисахариды с ози́до-озным типом связей относятся к восстанавливающим.
4. Приведите строение сахарозы и трегалозы, укажите тип связей в молекулах и источники этих углеводов.
5. Напишите цикло-цепную таутомерию для лактозы, назовите моносахариды, входящие в ее состав и тип связи между ними. Укажите роль лактозы.
6. Приведите реакции синтеза и гидролиза и дайте название (тривиальное, полное и сокращенное) целлобиозы.
7. Напишите реакцию образования сложного эфира мальтозы. Проведите гидролиз этого продукта.
8. Напишите реакцию образования сахарозы. Обладает ли она восстанавливающими свойствами, ответ поясните.
9. Назовите, какими качественными реакциями можно обнаружить восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды в растворах?
10. Проведите реакцию гидролиза О-этил-β-лактозида. Обладает ли он восстанавливающими свойствами? Ответ поясните.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 7**Тема: Полисахариды. Строение, химические свойства**

Цели занятия: сформировать знание о принципах строения, структурной организации и основных химических превращениях важнейших полисахаридов и их биологических функций.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие соединения называются полисахаридами?
2. Какие вещества относятся к полисахаридам? Приведите примеры.
3. Крахмал. Строение, свойства. Применение декстранов в медицине.
4. Напишите схему строения молекулы целлюлозы.
5. Гликоген, строение и свойства. Биологическая роль.
6. Какая качественная реакция позволяет обнаружить амилозу?
7. Пектин, его нахождение в природе и применение в медицине и фармации.
8. Роль гиалуроновой кислоты.
9. Какие соединения относятся к гетерополисахаридам? Укажите их биологическую роль.
10. Биологическая роль хондроитин-4-сульфата, дерматансульфата, гепарина.
11. Что собой представляют альгиновые кислоты? Их применение в фармации и пищевой промышленности.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите схему гидролиза крахмала. Какие фракции содержит крахмал?
2. Приведите строение фрагмента амилозы и амилопектина. Укажите гликозидные связи в их молекулах.
3. Напишите схему строения молекулы декстрана.
4. Напишите строение фрагмента молекулы гликогена, укажите функциональные связи.
5. Приведите строение фрагмента хитина. Что собой представляет хитозан?
6. Напишите строение фрагмента агар-агара и укажите его применение. Какие гликозидные связи присутствуют в молекуле?
7. Приведите строение пектина.
8. Напишите строение фрагмента гиалуроновой кислоты. Укажите, из каких мономерных остатков она состоит и обозначьте гликозидные связи.
9. Приведите строение фрагмента молекулы хондроитин-4-сульфата.
10. Напишите строение дерматансульфата.
11. Приведите строение фрагмента молекулы гепарина.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 8**Защита модуля «Гетерофункциональные соединения. Белки. Углеводы»**

Цели занятия: обобщение учебного материала модуля и осуществление контроля его усвоения (защита модуля).

**Содержание защиты модуля по теме
«Гетерофункциональные соединения. Белки. Углеводы»**

Представители и способы получения галогеносодержащих кислот. Их химические свойства. Представители и способы получения α -, β -, γ - и δ -гидроксикислот. Реакции, характерные для α -гидроксикислот: разложение при нагревании и образование лактидов. Специфические реакции, характерные для β -гидроксикислот. Реакции, характерные для γ - и δ -гидроксикислот. Гидролиз соответствующих лактонов. Фенолкарбоновые кислоты. Представители, способы получения и химические свойства. Представители и способы получения оксокислот. Химические свойства оксокислот.

Какие соединения называются аминокислотами? Оптическая активность аминокислот. Изоэлектрическая точка и изоэлектрическое состояние. Получение аминокислот. Классификация аминокислот. Номенклатура и представители протеиногенных аминокислот. Химические свойства аминокислот: а) реакции, характерные для группы $-\text{COOH}$; б) реакции, характерные для групп $-\text{NH}_2$; г) реакции, характерные для радикала. Реакции поликонденсации. Качественные реакции на аминокислоты и белки.

Классификация белков (химическая и биологическая). Функции белков и пептидов. Строение и свойства пептидной связи. Гидролиз белков, виды гидролиза. Установление аминокислотного состава пептидов и белков с помощью современных физико-химических методов. Пространственная конфигурация белков. Понятие о сложных белках. Гликопротеины, липопротеины, нуклеопротеины, фосфопротеины, хромопротеины, металлопротеины. Методы синтеза белков. Определение характера пептидов. С помощью каких качественных реакций можно доказать, какие аминокислоты входят в состав пептида? Способы защиты и активации карбоксильной группы. Способы защиты аминогруппы. Определение N-концевой аминокислоты методами Сенгера, Эдмана и дансильным. Характеристика первичной, вторичной, третичной и четвертичной структур белков.

Углеводы. Классификация, функции. Классификация моносахаров. Таутомерные формы моносахаридов. Биологическая роль моносахаридов. Представители альдоз и кетоз-пентоз. Представители альдоз и кетоз-гексоз. Что такое мутаротация? Реакции окисления моносахаридов. Реакции восстановления моносахаридов. Качественные реакции на моносахариды. Реакции эимеризации. Реакции получения озазонов. Реакции взаимодействия спиртов с моносахаридами. Реакции взаимодействия моносахаридов с избытком $\text{R}-\text{SO}_2$, $\text{R}-\text{I}$. Реакция получения нейраминовой кислоты и сиаловых кислот. Реакция получения фурфурола. Реакция Селиванова и ее биологическая роль. Реакция взаимодей-

ствия моносахаридов с кислотами и ангидридами кислот. Аминосахариды и их биологическая роль.

Какие вещества называются олигосахаридами и какие из них называются дисахаридами? Каковы особенности строения дисахаридов и причины их деления на две подгруппы? Приведите реакции синтеза и гидролиза и дайте название (тривиальное, полное и сокращенное) мальтозы, целлобиозы, лактозы, трегалозы, сахарозы. Напишите химические свойства олигосахаридов - восстановление, окисление, таутомерные формы, реакции взаимодействия со спиртами, кислотами, ангидридами кислот. Проведите гидролиз полученных соединений.

Какие соединения называются полисахаридами? Напишите схему строения молекулы крахмала: а) амилозы; б) амилопектина. Напишите схему строения молекулы целлюлозы. Напишите схему строения молекулы декстрана, пектина, хитина. Напишите схему строения молекулы гликогена. Напишите схему строения биозного фрагмента молекул гиалуроновой кислоты, хондроитинсульфата А, В, С, гепарина и укажите их функции в организме человека.

Модуль 5

ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Цели модуля: сформировать знания об особенностях строения и реакционной способности пятичленных, шестичленных, конденсированных гетероциклических соединений, о строении и физиологических функциях алкалоидов и их использовании в медицинской практике.

На каждом занятии всех модулей формируются навыки:

- работы с литературой, справочным материалом, формулами;
- информационного поиска, в том числе использования интернет ресурсов;
- экспериментальной работы, использования химической посуды и реактивов;
- расчета и анализа результатов.

Темы занятий модуля

Занятие № 1. Пятичленные гетероциклические соединения.

Занятие № 2. Шестичленные гетероциклические соединения.

Занятие № 3. Конденсированные гетероциклические соединения.

Занятие № 4. Алкалоиды.

Занятие № 5. Защита модуля «Гетероциклические соединения».

Опорные знания. При изучении гетероциклических органических соединений студенты опираются на знания и умения, приобретенные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Биология», модулей «Основы строения органических соединений» и «Важнейшие классы органических соединений: монофункциональные производные углеводов»:

- основные теории химии: строение атома, химическая связь, электролитическая диссоциация, кислоты и основания;
- теория строения органических соединений, классификация, номенклатура и изомерия органических соединений, основы стереохимии;
- природные источники гетероциклических соединений, способы их получения, переработки и изучение их фармакологических эффектов;
- проведение научных исследований для установления взаимосвязи физико-химических свойств и фармакологической активности гетероциклических органических веществ, изучение учебной химической литературы;
- природные источники, способы получения и фармакологическое действие алкалоидов.

Литература

Основная:

1. Оганесян, Э.Т. Органическая химия / Э.Т. Оганесян. – М.: Академия. 2017. – 432 с.
2. Солдатенков, А.Т. Основы органической химии лекарственных веществ / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, И.В. Шендрих. – Лаборатория знаний. 2014. – 191 с.
3. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для высшего профессионального образования по специальности "Фармация" по дисциплине "Органическая химия" / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под редакцией Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 639 с.
4. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для вузов / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 639 с.

Дополнительная:

1. Кузнецова, Д.Г. Органическая химия: учебное пособие / Д.Г. Кузнецова. – Лань. 2016. – 556 с.
2. Лучинская, М.Г. Органическая химия / М.Г. Лучинская, А.М. Жидкова, Т.Д. Дроздова. – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2010. – 274 с.
3. Травень, В.Ф. Органическая химия: в 3 т. / В.Ф. Травень. – Лаборатория знаний. 2019. – 3 т. – 388 с.
4. Щеголев А.Е. Органическая химия / А.Е. Щеголев, И.П. Яковлев. – Лань. 2017. – 544 с.

ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Пятичленные гетероциклические соединения

Цели занятия: сформировать знания об особенностях строения и реакционной способности пятичленных гетероциклических соединений.

Учебно-целевые вопросы

1. Принципы классификации гетероциклических соединений.
2. Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом. Способы получения, свойства.

3. Пятичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Способы получения, свойства.
4. Какие соединения называются азолами? Приведите примеры.
5. Какие соединения получают при восстановлении пиразола?
6. Какие производные азолов проявляют фармакологическое или биологическое действие?
7. Напишите схемы реакций, положенных в основу синтеза антипирин и амидопирин.
8. Качественные реакции на антипирин и амидопирин.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Классификация гетероциклических соединений.
2. Приведите строение пиррола, тиофена, фурана. Являются ли они ароматическими соединениями?
3. Напишите способы получения фурана.
4. Приведите строение производных фурана: фурацилина, фурадонина, фуразолидона. Каким фармакологическим действием они обладают?
5. Напишите реакцию восстановления пиррола. Назовите продукт.
6. Приведите реакции нитрования и галогенирования тиофена.
7. Напишите способы получения пиррола.
8. Приведите строение азолов: пиразола, имидазола, оксазола, тиазола.
9. Разберите электронное строение пиридинового и пиррольного атомов азота в молекулах диазолов – пиразола и имидазола. Покажите их участие в образовании π, π - и p, π - сопряженных систем.
10. Напишите реакцию сульфирования имидазола.
11. Приведите реакцию алкилирования пиразола.
12. Напишите строение лекарственных препаратов пиразолонового ряда и укажите их фармакологическое действие.
13. Приведите строение гистамина и дибазола – производных имидазола и укажите биогенное действие на организм.
14. Напишите строение производных тиазола – тиамина и норсульфазола. Укажите их фармакологическое действие.

ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: Шестичленные гетероциклические соединения

Цели занятия: сформировать знания об особенностях строения и реакционной способности шестичленных гетероциклических соединений, участвующих в метаболических процессах.

Учебно-целевые вопросы

1. Приведите строение шестичленных гетероциклических соединений с атомом кислорода.
2. Приведите примеры производных α -пирона и γ -пирона.
3. Приведите строение и свойства пиридина.

4. Напишите схемы реакций получения пиридина.
5. Химические свойства пиридина.
6. Напишите формулы гомологов пиридина, из которых получают никотиновую кислоту.
7. Приведите схемы реакций, используемых для получения производных пиридина, проявляющих фармакологическое и биологическое действие.
8. Какие соединения относятся к оксазинам, тиазинам, диазинам. Приведите примеры этих соединений.
9. Приведите способы получения пиримидина.
10. Напишите химические свойства пиримидина.
11. Приведите производные пиримидина и укажите их биологическое действие.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Пиридин, строение, основные свойства пиридина: образование гидрохлорида и гидроксида пиридиния.
2. Напишите реакции электрофильного присоединения к пиридину йодистого метила и хлорангидрида уксусной кислоты. Назовите продукты реакций.
3. Приведите реакции электрофильного замещения пиридина – реакции галогенирования, нитрования, сульфирования. Назовите продукты реакций.
4. Напишите реакции нуклеофильного замещения пиридина с KOH и NaNH₂ (реакция Чичибабина). Назовите образующиеся продукты.
5. Проведите реакции окисления α -, β -, γ -пиколинов. Укажите биологическую роль продуктов реакций.
6. Напишите реакцию получения гидразида изоникотиновой кислоты. Где используется данное соединение?
7. Приведите строение фтивазида, кордиамина и промедола. Укажите их фармакологическое действие.
8. Витамин B₆, его биологическая роль.
9. Пиримидин, строение, реакция образования хлорида пиридиния как проявление основных свойств.
10. Напишите реакции гидрирования пиримидина и пиразина. Назовите продукты реакций.
11. Проведите реакцию получения барбитуровой кислоты и укажите фармакологическое действие ее солей.
12. Напишите строение оксопроизводных пиримидина – пиримидиновых азотистых оснований.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Конденсированные гетероциклические соединения

Цели занятия: сформировать знания о строении и особенностях реакционной способности конденсированных гетероциклических соединений.

Учебно-целевые вопросы

1. Дайте определение понятию конденсированные гетероциклические соединения. По каким признакам они классифицируются?
2. Методы получения хинолина синтетическим путем.
3. Химические и физические свойства хинолина.
4. Производные хинолина, проявляющие фармакологическое действие.
5. Какие соединения входят в состав акредина?
6. Производные акредина, применяемые в медицине.
7. Из каких гетероциклов синтезируется пурин?
8. Оксипроизводные пурина, их действие на организм.
9. Производные пурина, применяемые в медицине.
10. Какие соединения конденсированы в индол?
11. Производные индола, проявляющие биологическое действие.
12. Пути метаболизма триптофана (окислительное и неокислительное декарбоксилирование триптофана).

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите получение хинолина по *Скраупу*.
2. Напишите реакции электрофильного присоединения к хинолину йодистого метила и хлорангидрида уксусной кислоты. Назовите продукты реакций.
3. Напишите реакцию нитрования хинолина. Назовите полученный продукт реакции.
4. Проведите реакцию окисления изохинолина.
5. Напишите строение хинозола и нитроксолина (5-НОК). Укажите их фармакологическое действие.
6. Приведите строение кумарина и его производных – эскулина и фраксина. Укажите их биологическое действие.
7. Напишите строение флавона и флавонола и укажите их действие на организм. В каких продуктах содержатся биофлавоноиды?
8. Напишите схему реакций гниения триптофана в кишечнике. Какие продукты при этом образуются?
9. Проведите реакцию окислительного декарбоксилирования триптофана и укажите роль образующегося амина.
10. Напишите строение пурина и пуриновых азотистых оснований.
11. Приведите схему лактим-лактаминной таутомерии мочевой кислоты. К каким патологическим состояниям приводит накопление ее в организме?
12. Напишите формулы лекарственных препаратов ксантинового ряда и укажите фармакологическое действие.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 4

Тема: Алкалоиды

Цели занятия: сформировать знания об особенностях строения и реакционной способности алкалоидов как веществ, обладающих выраженным физиологическим действием и использующихся в медицинской практике.

Учебно-целевые вопросы

1. Дайте определение понятию «алкалоиды».
2. Распространение алкалоидов в природе.
3. Методы получения алкалоидов.
4. Общие свойства алкалоидов.
5. Какие реакции характерны для осаждения алкалоидов?
6. Классификация алкалоидов:
 - а) алкалоиды группы пиридина и пиперидина;
 - б) алкалоиды группы хинона;
 - в) алкалоиды группы изохинона;
 - г) алкалоиды группы изохинолинфенантрена;
 - д) алкалоиды группы тропана.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Дайте определение понятию «алкалоиды». Назовите свойства, характерные для алкалоидов и укажите их распространение в природе.
2. Напишите реакции осаждения алкалоидов:
 - а) образование нерастворимых простых солей: реакции с танином, с пикриновой кислотой, реакции с фосфорномолибденовой и фосфорновольфрамовой кислотами;
 - б) образование двойных (комплексных) солей;
 - в) реакции окрашивания.
3. Приведите строение кофеина и теофиллина и опишите их фармакологические свойства.
4. Атропин, строение, нахождение в природе, биологическое действие на организм.
5. Напишите строение никотина, укажите нахождение в природе и эффекты воздействия на человека.
6. История открытия и изучения морфина, спектр его действия.
7. Приведите строение кокаина и опишите его действие на организм.

ЗАНЯТИЕ № 5

Защита модуля «Гетероциклические соединения»

Цели занятия: обобщение учебного материала модуля и осуществление контроля его усвоения (защита модуля).

Содержание защиты модуля по теме «Гетероциклические соединения»

Принципы классификации гетероциклических соединений. Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом. Способы получения, свойства. Пятичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Способы получения, свойства. Какие соединения называются азолами? Приведите их формулы. Какие соединения получают при восстановлении пиразола? Какие производные азолов проявляют фармакологическое или биологическое действие? Напишите схемы реакций, положенных в основу синтеза антипирин и амидопирин. Качественные реакции на антипирин и амидопирин.

Приведите строение шестичленных гетероциклов с атомом кислорода. Приведите примеры производных α -пирона и γ -пирона. Приведите строение и свойства пиридина. Напишите схемы реакций получения пиридина. Химические свойства пиридина. Гомологи пиридина, из которых получают никотиновую кислоту. Приведите схемы реакций, используемых для получения производных пиридина, проявляющих фармакологическое и биологическое действие. Какие соединения относятся к оксазинам, тиазинам, диазинам. Приведите примеры этих соединений. Способы получения пиримидина. Химические свойства пиримидина. Производные пиримидина и их биологическое действие.

Дайте определение понятию конденсированные гетероциклические соединения. По каким признакам они классифицируются? Методы получения хинолина синтетическим путем. Химические и физические свойства хинолина. Производные хинолина, проявляющие фармакологическое действие. Какие соединения входят в состав акрецина? Производные акрецина, применяемые в медицине. Из каких гетероциклов синтезируется пурин? Оксипроизводные пурина. Производные пурина, применяемые в медицине. Какие соединения конденсированы в индол? Производные индола, проявляющие биологическое действие. Пути метаболизма триптофана (окислительное и неокислительное декарбоксилирование триптофана).

Дайте определение понятию «алкалоиды». Распространение алкалоидов в природе. Методы получения алкалоидов. Общие свойства алкалоидов. Реакции осаждения алкалоидов:

а) образование нерастворимых простых солей: реакции с танином, с пикриновой кислотой, реакции с фосфорномолибденовой и фосфорновольфрамовой кислотами; б) образование двойных (комплексных) солей; в) реакции окрашивания.

Классификация алкалоидов: а) алкалоиды группы пиридина и пиперидина; б) алкалоиды группы хинона; в) алкалоиды группы изохинона; г) алкалоиды группы изохинолинфенантрена; д) алкалоиды группы тропана.

Модуль 6

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ.

ОМЫЛЯЕМЫЕ И НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

Цели модуля: сформировать знания о строении нуклеозидов и нуклеотидов и их фармакологических свойствах, о структуре и химических свойствах нуклеозидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот, о строении и химических свойствах омыляемых и неомыляемых липидов.

На каждом занятии всех модулей формируются навыки:

- работы с литературой, справочным материалом, формулами;
- информационного поиска, в том числе использования интернет ресурсов;
- экспериментальной работы, использования химической посуды и реактивов;
- расчета и анализа результатов.

Темы занятий модуля

Занятие № 1. Нуклеозиды, нуклеотиды.

Занятие № 2. Нуклеиновые кислоты.

Занятие № 3. Омыляемые липиды.

Занятие № 4. Неомыляемые липиды.

Занятие № 5. Защита модуля «Нуклеиновые кислоты. Омыляемые и неомыляемые липиды»

Опорные знания. При изучении модуля студенты опираются на знания и умения, приобретенные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Биология», модулей «Основы строения органических соединений», «Важнейшие классы органических соединений» и «Гетероциклические соединения»:

- основные теории химии: строение атома, химическая связь, электролитическая диссоциация, кислоты и основания;
- теория строения органических соединений, классификация, номенклатура и изомерия органических соединений, основы стереохимии;
- природные источники, способы получения, свойства и фармакологические эффекты нуклеозидов и нуклеотидов;
- уровни структурной организации нуклеиновых кислот;
- проведение научных исследований для установления взаимосвязи физико-химических свойств и фармакологической активности нуклеотидов и нуклеиновых кислот, изучение учебной химической литературы;
- природные источники, классификация и биологические свойства омыляемых и неомыляемых липидов.

Литература

Основная:

1. Оганесян, Э.Т. Органическая химия / Э.Т. Оганесян. – М.: Академия. 2017. – 432 с.
2. Солдатенков, А.Т. Основы органической химии лекарственных веществ / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, И.В. Шендрих. – Лаборатория знаний.

2014. – 191 с.

3. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для высшего профессионального образования по специальности "Фармация" по дисциплине "Органическая химия" / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под редакцией Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 639 с.
4. Тюкавкина, Н.А. Органическая химия: учебник для вузов / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; под ред. Н. А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 639 с.

Дополнительная:

1. Кузнецова, Д.Г. Органическая химия: учебное пособие / Д.Г. Кузнецова. – Лань. 2016. – 556 с.
2. Лучинская, М.Г. Органическая химия / М.Г. Лучинская, А.М. Жидкова, Т.Д. Дроздова. – М.: ГЭОТАР-Медиа. 2010. – 274 с.
3. Травень, В.Ф. Органическая химия: в 3 т. / В.Ф. Травень. – Лаборатория знаний. 2019. – 3 т. – 388 с.
4. Щеголев, А.Е. Органическая химия / А.Е. Щеголев, И.П. Яковлев. – Лань. 2017. – 544 с.

ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Нуклеозиды, нуклеотиды

Цели занятия: Сформировать знания о строении нуклеозидов и нуклеотидов и их фармакологических свойствах.

Учебно-целевые вопросы

1. Пуриновые и пиримидиновые основания нуклеиновых кислот. Таутомерные формы.
2. Минорные азотистые основания пуринового ряда.
3. Пиримидиновые минорные азотистые основания.
4. Состав и строение пиримидиновых нуклеозидов.
5. Состав и строение пуриновых нуклеозидов.
6. Состав и строение пиримидиновых нуклеотидов.
7. Состав и строение пуриновых нуклеотидов.
8. Состав и строение пиримидиновых нуклеотидов.
9. Состав и строение АМФ, АДФ, АТФ.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите лактим-лактаминую таутомерию урацила и цитозина. В состав какой нуклеиновой кислоты они входят?
2. Напишите строение пуриновых оснований ДНК и РНК.
3. Назовите, какие пиримидиновые основания входят в состав РНК? Приведите их лактамные формы.
4. Что такое минорные азотистые основания? Напишите строение пуриновых минорных азотистых оснований.
5. Приведите строение пиримидиновых минорных азотистых оснований.

6. Покажите образование водородной связи между комплементарными азотистыми основаниями.
7. Напишите образование уридила. Обозначьте *N*-гликозидную связь в его молекуле.
8. Напишите строение пуриновых нуклеозидов и назовите их.
9. Приведите строение пиримидиновых нуклеозидов ДНК.
10. Напишите строение гуаниловой кислоты для ДНК и РНК. В чем заключается различие этих мононуклеотидов?
11. Проведите гидролиз молекул АМФ и ЦМФ.
12. Приведите строение УМФ и ТМФ. Укажите функциональные связи в молекулах мононуклеотидов.
13. Напишите формулы 5-фторурацила и 6-меркаптопурина и укажите их фармакологическое действие.
14. Приведите примеры нуклеозидов-антибиотиков.

ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: Нуклеиновые кислоты

Цели занятия: сформировать знания о строении и химических свойствах нуклеиновых кислот и их мономерах – нуклеотидах для понимания механизма действия нуклеотидных коферментов и уровней структурной организации макромолекул нуклеиновых кислот.

Учебно-целевые вопросы

1. Какие соединения называются нуклеиновыми кислотами? История открытия и изучения ДНК и РНК.
2. Первичная и вторичная структуры нуклеиновых кислот.
3. Роль водородной связи в формировании вторичной структуры нуклеиновых кислот. Покажите образование водородной связи между комплементарными основаниями.
4. Биологическая роль РНК и ДНК.
5. Типы РНК, их локализация в клетке и функции.
6. Приведите строение производных нуклеотидов, являющихся небелковой частью ферментов – НАД⁺ и НАДФ⁺, ФАД и ФМН.
7. Напишите примеры производных нуклеотидов, принимающих участие в синтезе биологически важных соединений: УДФ-глюкоза, ЦДФ-холин.
8. Приведите примеры производных нуклеотидов, содержащих два и три остатка Н₃Р₄ и являющихся важными биологическими соединениями.
9. Напишите примеры производных нуклеотидов, принимающих участие в обезвреживании токсических веществ: ФАФС, УДФГК.
10. Приведите примеры соединений, являющихся посредниками между гормонами и ферментами.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Какие соединения называются нуклеиновыми кислотами?

2. Понятие о первичной структуре ДНК и РНК. Функциональные связи.
3. Вторичная структура РНК, связи.
4. Типы РНК, их локализация в клетке и функции.
5. Вторичная структура ДНК, связи. Роль ДНК.
6. Назовите закономерности вторичной структуры ДНК (правило *Чаргаффа*).
7. Покажите образование водородной связи между комплементарными азотистыми основаниями.
8. Дайте общую характеристику и приведите отличительные признаки ДНК и РНК.
9. Напишите фрагмент молекулы РНК – А-Ц-У.
10. Напишите фрагмент молекулы ДНК, комплементарный Ц-Г-А.
11. Приведите строение НАД⁺ и укажите биологическую роль.
12. Напишите структурные формулы УДФ-глюкозы и ЦДФ-холина и укажите их роль в синтезе биологически важных соединений.
11. Приведите строение ФАФС и УДФГК, принимающих участие в обезвреживании токсических веществ.
13. Напишите строение АТФ, обозначьте функциональные связи и проведите гидролиз молекулы.
14. Приведите строение ц-3,5-АМФ и укажите ее функцию.

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Омыляемые липиды

Цели занятия: сформировать знания о строении и химических свойствах омыляемых липидов.

Учебно-целевые вопросы

1. Понятие о липидах.
2. Классификация липидов: химическая, функциональная. Биологическая роль липидов.
3. Важнейшие представители нейтральных липидов. Физико-химические свойства.
4. Формулы жирных кислот, входящих в состав липидов.
5. Стереоизомерия жирных кислот.
6. Какие вещества называют мылами? Чем отличаются мыла от синтетических моющих средств?
7. Получение фосфатидной кислоты, фосфатидилэтаноламина, фосфатидилсерина, фосфатидилхолина, инозитфосфатида, плазмалогенов.
8. Сфинголипиды: сфингомиелины, цереброзиды, сульфатиды, ганглиозиды.

Упражнения для самостоятельного решения

1. Назовите основные функции липидов.
2. Приведите классификацию липидов по химическому строению.

3. Напишите строение жирных кислот, характерных для организма человека. Особенности строения, стереоизомерия, физические свойства жирных кислот. Укажите, какие из них относятся к ω -3 и ω -6 и ω -9 кислотам.
4. Триацилглицерины (триглицериды), строение, биологическая роль.
5. Дайте определение понятиям: кислотное число, число омыления, йодное число. Как от этих параметров зависит качество жиров?
6. Проведите реакцию окисления жира. Какие продукты при этом образуются?
7. Напишите реакцию образования 1,2-дистеарил-3-олеилглицерина.
8. Проведите кислотный гидролиз 1-леолеил-2-пальмитоил-3-стеарилглицерина.
9. Приведите строение и выберите, какой из триглицеридов имеет жидкую консистенцию, то есть относится к маслам: 1,2-дипальмитоил-3-олеилглицерин; 1,2-дистеарил-3-пальмитоилглицерин, 1,2-дилинолеил-3-олеилглицерин? Ответ поясните.
10. Напишите реакцию щелочного гидролиза фосфатидилэтаноламина, содержащего линоленовую и олеиновую кислоты. Укажите биологическую роль.
11. Приведите строение фосфатидальсерина и назовите основные функции плазмалогенов.
12. Напишите строение и укажите применение в медицине пчелиного и спермиевого восков.
13. Приведите строение и укажите биологическую роль сфингомиелина.
14. Напишите гидролиз цереброзида и назовите полученные продукты.

ЗАНЯТИЕ № 4

Тема: Неомыляемые липиды

Цели занятия: сформировать знания о строении, химических свойствах неомыляемых липидов.

Учебно-целевые вопросы

1. Классификация терпеноидов по числу изопреновых звеньев и по числу циклов.
2. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен), бициклические (α -пинен, борнан, каран).
3. Ментол и его производные, применяемые в медицине (ментол, терпин, терпингидрат).
4. Дитерпены: ретинол (витамин А), ретиналь, тетратерпены (каротиноиды: α -, β -, γ -каротины - провитамины А).
5. Строение гонана, строение цис-транс сочленения циклогексановых колец.
6. Родоначальные углеводороды стероидов: эстран, андростан, прегнан, холан, холестан, карденалиды.
7. Производные холестана (стераны): холестерин, эргостерин, витамин D₂.
8. Производные холана (желчные кислоты): холевая, дезоксихолевая, гликохолевая, гликодезоксихолевая, тауродезоксихолевая.

9. Производные андростана: тестостерон, андростерон.
10. Производные эстрана: эстрон, эстрадиол, эстриол.
11. Производные прегнана (кортикостероиды): дезоксикортикостерон, кортизол, гидрокортизон, преднизолон.
12. Агликоны сердечных гликозидов (дигитоксигенин, строфантин).

Упражнения для самостоятельного решения

1. Напишите структурные формулы оцимена, гераниола, мирцена и укажите, где в природе встречаются эти терпены?
2. Приведите реакцию получения ментола и опишите его действие на организм человека.
3. Напишите строение α -, β -пиненов и камфоры. Укажите их фармакологические эффекты.
4. Приведите строение витамина А. Укажите его биологическую роль.
5. Напишите структурную формулу β -каротина. Назовите природные источники каротинов.
6. Приведите строение глицирризиновой кислоты и укажите ее фармакологическое действие.
7. Напишите строение и проведите нумерацию углеродного скелета стерана.
8. Приведите формулы ядра холестана, холестерина, витамина D₂. Укажите роль этих соединений.
9. Напишите формулы ядра холана и желчных кислот: холевой, гликохолевая, тауродезоксихолева. Укажите биологическую роль желчных кислот.
10. Какой гормон относится к минералокортикоидам? Приведите строение и укажите его действие.
11. Напишите формулу кортизола и укажите, какой обмен веществ он контролирует.
12. Приведите строение женских половых гормонов. Укажите место их синтеза и влияние на организм.
13. Напишите формулы производных андростана и укажите их действие на организм человека.
14. Приведите строение дигитоксигенина, строфантина. Укажите, какое вещество является в их молекулах агликоном?

На занятии проводится тестовый контроль.

ЗАНЯТИЕ № 5

Защита модуля «Нуклеиновые кислоты. Омыляемые и неомыляемые липиды»

Цели занятия: обобщение учебного материала модуля и осуществление контроля его усвоения (защита модуля).

Содержание защиты модуля по теме

«Нуклеиновые кислоты. Омыляемые и неомыляемые липиды»

Пуриновые и пиримидиновые основания нуклеиновых кислот. Таутомерные формы. Минорные азотистые основания. Состав и строение пиримидиновых нуклеозидов. Состав и строение пуриновых нуклеозидов. Состав и строение пиримидиновых нуклеотидов. Состав и строение пуриновых нуклеотидов. Состав и строение АМФ, АДФ, АТФ.

Какие соединения называются нуклеиновыми кислотами? История открытия и изучения ДНК и РНК. Первичная и вторичная структуры нуклеиновых кислот. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры нуклеиновых кислот. Покажите образование водородных связей между комплементарными основаниями. Биологическая роль РНК и ДНК. Типы РНК, их локализация в клетке и функции. Приведите строение производных нуклеотидов, являющихся небелковой частью ферментов – НАД⁺ и НАДФ⁺, ФМН и ФАД. Напишите примеры производных нуклеотидов, принимающих участие в синтезе биологически важных соединений: УДФ-глюкоза, ЦДФ-холин. Приведите примеры производных нуклеотидов, содержащих два и три остатка Н₃Р₄ и являющихся важными биологическими соединениями. Напишите примеры производных нуклеотидов, принимающих участие в обезвреживании токсических веществ: ФАФС и УДФГК. Приведите примеры соединений, являющихся посредниками между гормонами и ферментами: ц-3,5 АМФ.

Понятие о липидах. Классификация липидов: химическая, функциональная. Биологическая роль липидов. Важнейшие представители нейтральных жиров, физико-химические свойства. Формулы жирных кислот, входящих в состав липидов. Стереоизомерия жирных кислот. Какие вещества называют мылами? Чем отличаются мыла от синтетических моющих средств? Получение фосфатидной кислоты, фосфатидилэтаноламина, фосфатидилсерина, фосфатидилхолина, инозитфосфатида, плазмалогенов. Сфинголипиды: сфингомиелины, сульфатиды, цереброзиды, ганглиозиды, их строение и биологическая роль.

Классификация терпеноидов по числу изопреновых звеньев и по числу циклов. Монотерпены: ациклические (цитраль), моноциклические (лимонен), бициклические (α -пинен, борнан, каран). Ментол и его производные, применяемые в медицине (ментол, терпин, терпингидрат). Дитерпены: ретинол (витамин А), ретиналь, тетратерпены (каротиноиды: β -каротин - провитамин А). Строение гонана, строение цис-транс сочленения циклогексановых колец. Родоначальные углеводороды стероидов: эстран, андростан, прегнан, холан, холестан, карденалиды. Производные холестерина (стераны), холестерин, эргостерин, витамин Д₂. Производные холана (желчные кислоты): холевая, дезоксихолевая, гликохолевая, гликодезоксихолевая, тауродезоксихолевая. Производные андростана: тестостерон, андростерон. Производные эстрана: эстрон, эстрадиол, эстриол. Производные прегнана (кортикостероиды): дезоксикортикостерон, кортизол, гидрокортизон, преднизолон, альдостерон. Агликоны сердечных гликозидов (дигитоксигенин, строфантин).

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ
по дисциплине «Органическая химия»
специалитет по специальности 33.05.01 Фармация

1. Органическая химия – химия соединений углерода. Роль органических соединений в жизни организмов, их значение в промышленности, медицине.
2. Основные этапы становления и развития органической химии. Роль отечественных ученых в развитии органической химии.
3. Элементарный состав и качественный анализ органических веществ (принципы определения элементов). Понятие о количественном анализе. Значение качественного и количественного анализа в изучении органической химии.
4. Молекулярные, структурные и электронные формулы строения. Современные способы их определения. Основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова и их значение в органической химии.
5. Стационарные и возбужденные состояния электронов в атомах углерода. Гибридизация. Ковалентные химические связи. σ - и π -связи. Межатомные расстояния и валентные углы. Энергия связей. Электронные механизмы химических реакций.
6. Основные принципы реакционной способности и типы реакций. Гомолитические и гетеролитические реакции. Карбокатионы, карбанионы и свободные радикалы. Электрофильные, нуклеофильные и радикальные реакции. Индуктивный эффект, поляризация молекул.
7. Общая классификация органических соединений (с характеристикой отдельных групп соединений и примерами к ним).
8. Углеводороды как основа строения всех органических соединений. Примеры превращения углеводородов в соединения других классов.
9. Предельные ациклические углеводороды (парафины, алканы). Электронное строение и химические связи в них. Гомологи. Изомерия и номенклатура. Понятие о конформациях.
10. Химические свойства парафинов (галогенирование, нитрование, сульфирование).
11. Двойная связь и ее электронное строение. Главнейшие представители, изомерия и номенклатура алкенов (олефинов). Цис- и транс-изомерия.
12. Химические свойства алкенов. Правило Марковникова. Реакции электрофильного присоединения, механизм реакций гидрогалогенирования, галогенирования, гидратации, особенности протекания реакций.
13. Тройная связь и ее электронное строение. Представители, изомерия, номенклатура и основные химические свойства алкинов (галогенирование, реакция Кучерова).
14. Условия образования циклических соединений. Классификация циклических соединений (с примерами). Циклопарафины. Циклопропан.

15. Арены – электронные представления об ароматической связи. Главнейшие представители ароматических соединений, их изомерия и номенклатура. Резонансные структуры бензола.
16. Химические свойства ароматических углеводородов. Реакции электрофильного замещения в ароматических соединениях. Правила замещения в бензольном ядре.
17. Стереои́зомерия. Ассиметрический атом углерода. Энан́тиомеры и диастереомеры, их свойства. Проекционные формулы Фишера. D и L-система. Рацематы. Стереои́зомерия в ряду соединений с двойной связью. Цис- и транс-изомеры.
18. Сопряжение и его виды. Сопряженные системы с открытой и замкнутой цепью. Критерии ароматичности. Ароматичность бензоидных и гетероциклических соединений, энергия сопряженных систем с открытой и замкнутой цепью.
19. Взаимное влияние атомов в органических молекулах и способы его передачи, поляризация связи и электронные эффекты (индуктивный и мезомерный), ЭД и ЭА заместители.
20. Кислотность и основность органических соединений. Теории Бренстеда-Лоури и Льюиса. Факторы, влияющие на силу кислот.
21. Кислотные свойства органических соединений с водородсодержащими функциональными группами (спирты, простые эфиры, тиоспирты, амины).
22. Основные свойства нейтральных молекул, содержащих гетероатом с неподеленной парой электронов (спирты, простые эфиры, тиоспирты, амины).
23. Кислотные свойства и основные свойства азотсодержащих гетероциклов (пиррол, имидазол, пиридин). Общие закономерности в изменении кислотных и основных свойств в зависимости от природы гетероатома в кислотном и основном центре.
24. Реакции нуклеофильного замещения usp^3 -гибридизованного атома углерода (спирты, галогенпроизводные). Реакции гидролиза галогенпроизводных, алкилирование спиртов. Роль кислотного катализа в реакции нуклеофильного замещения гидроксильной группы.
25. Реакции элиминирования спиртов (окисление, дегидратация). Повышенная СН-кислотность как причина реакций элиминирования usp^3 -гибридизованного атома углерода.
26. Полициклические соединения. Типы соединения циклов. Конденсированные ароматические углеводороды.
27. Основные классы органических соединений. Общие формулы и примеры реакций.
28. Галогенпроизводные. Их классификация, изомерия и номенклатура. Галогенирование как пример цепной реакции. Галогенирование бензола и его гомологов.
29. Главнейшие представители галогенпроизводных, их строение, номенклатура, свойства и применение (хлороформ, йодоформ, тетрахлорметан, фторотан, хлористый этил, хлорвинил и полихлорвинил, тетрафторэтилен, тефлон, гексахлоран).

30. Химические свойства галогенпроизводных. Применение их в реакциях синтеза веществ других классов соединений (реакции с металлами, растворами щелочей).
31. Спирты. Функциональные группы спиртов. Классификация и номенклатура одно- и многоатомных спиртов. Представители, свойства.
32. Метиловый спирт. Получение, физические и химические свойства, применение.
33. Этиловый спирт. Получение, физические и химические свойства, применение. Спирт-сырец, спирт-ректификат, спирт абсолютный, спирт денатурированный. Сивушные масла.
34. Глицерин. Получение, физические и химические свойства (глицераты, продукты неполного окисления, азотные и фосфорные эфиры глицерина).
35. Многоатомные спирты. Гликоли, глицерин, пентиты, и гекситы. Ароматические спирты, их отличия от фенолов.
36. Химические свойства спиртов. Образование алкоголятов. Реакции окисления спиртов, этерификации с образованием простых и сложных эфиров.
37. Простые эфиры. Способы их получения. Получение, физические и химические свойства, применение диэтилового эфира.
38. Фенолы. Атомность фенолов. Одно-, двух-, трехатомные фенолы. Изомерия и номенклатура фенолов. Фенолформальдегидные смолы. Ионообменные смолы. Фенопласты.
39. Физические и химические свойства фенолов. Реакции окисления и галогенирования, образование эфиров и фенолятов.
40. Альдегиды и кетоны. Функциональная группа. Главнейшие представители предельных, непредельных и ароматических соединений этого ряда.
41. Качественные цветные реакции на альдегиды и ацетон. Реакции окисления, галогенирования альдегидов и кетонов.
42. Дикарбонильные соединения. Глиоксаль, метилглиоксаль, диацетил. Хиноны, их строение, номенклатура, свойства.
43. Реакции полимеризации и поликонденсации альдегидов и кетонов. Гексаметилен-тетрамин (уротропин).
44. Реакции нуклеофильного присоединения, характерные для альдегидов и кетонов. Реакции взаимодействия карбонильных соединений с водой, спиртами, цианидами, первичными аминами. Влияние электронных и стерических факторов. Роль кислотного катализа.
45. Реакции альдольного присоединения в ряду карбонильных соединений. Роль основного катализа.
46. Карбоновые кислоты. Реакционные центры в молекулах кислот. Строение карбоксилат-аниона. Основность кислот. Влияние строения углеводородных радикалов на свойства кислот. Ацильные радикалы.
47. Одноосновные карбоновые кислоты. Строение, номенклатура предельных, непредельных и ароматических кислот, их химические свойства.
48. Двухосновные карбоновые кислоты. Строение, номенклатура предельных и непредельных кислот, их химические свойства.

49. Химические свойства карбоновых кислот. Реакции замещения водорода в карбоксильной группе и радикале кислот, реакции декарбоксилирования, галогенирования, окисления кислот.
50. Реакции нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридизованного атома углерода. Реакции ацилирования, ацилирующие реагенты (ангидриды, карбоновые кислоты, сложные эфиры). Сравнительная активность реагентов.
51. Реакции окисления и восстановления органических соединений. Реакции окисления спиртов, тиолов, карбонильных соединений. Реакции восстановления карбонильных соединений, дисульфидов, аминов.
52. Галогенокислоты. Ангидриды галогенангидриды кислот. Способы их получения, строение, номенклатура и свойства.
53. Сложные эфиры. Способы получения сложных эфиров. Эфиры неорганических и органических кислот. Гидролиз эфиров.
54. Сложные эфиры (амилнитрит, винулацетат, акрилаты и метакрилаты). Их строение, свойства и применение.
55. Нейтральные жиры. Распространение липидов в природе, строение и свойства. Значение жиров в жизни организма, применение их в промышленности и медицине.
56. Зависимость свойств жиров от их строения и состава. Главнейшие кислоты жиров и масел. Гидролиз и гидрогенизация жиров.
57. Амиды кислот. Способы их получения. Амиды одноосновных и двухосновных кислот. Имиды кислот.
58. Основность и атомность оксикислот. Строение, номенклатура и химические свойства одноосновных кислот.
59. Строение, номенклатура и химические свойства ароматических оксикислот. Салицилаты. Дубильные вещества. Танин.
60. Химические свойства оксикислот. Образование солей, лактидов, лактонов. Окисление оксикислот.
61. Оксокислоты (альдегидо- и кетокислоты). Главнейшие представители оксокислот, их строение, номенклатура, свойства.
62. Гетерофункциональные соединения, особенности взаимного влияния функциональных групп в зависимости от их относительного расположения (α, β, γ расположение). Образование лактонов, лактидов, дикетопиперазинов. Реакции дегидратации, декарбоксилирования у β -кетокислот, кето-енольная таутомерия.
63. Классификация углеводов. Характеристика каждой группы углеводов (представители, примеры).
64. Оксиальдегиды и оксикислоты. Гликолевый и глицериновый альдегиды. Диоксиацетон. Альдозы и кетозы. Правые и левые изомеры моносахаридов. Оптические свойства моносахаридов.
65. Пиррол, его строение и свойства. Природные пирролсодержащие вещества. Лекарственные препараты пиразолонового ряда
66. Индол, его строение и свойства. Природные и синтетические индолсодержащие вещества.

67. Пиридин, его строение и свойства. Производные пиридина, их применение в медицине.
68. Пурин, его строение и свойства. Главнейшие представители: пуриновые азотистые основания, мочева кислота, лекарственные препараты ксантинового ряда.
69. Пиримидиновые и пуриновые основания. Минорные азотистые основания. Понятие о нуклеозидах и нуклеотидах.
70. Сера в составе органических веществ: тиоспирты, тиоэфиры, сульфокислоты, сульфоны.
71. Алкалоиды. Получение, классификация, общие свойства, реакции осаждения и реакции окрашивания алкалоидов.
72. Алкалоидные группы пиридина и пиперидина. Получение, распространение, физиологическое действие.
73. Алкалоиды группы хинолина. Получение, распространение, талейохинная проба и флюоресцеиновая проба, физиологическое действие.
74. Алкалоиды группы изохинолинфенантрена. Получение, распространение, физиологическое действие.
75. Алкалоиды группы тропана. Получение, распространение, физиологическое действие.
76. Агликоны сердечных гликозидов. Представители, роль.
77. Строение, конфигурация и конформация органических соединений. Конформация циклических и открытых цепей. Проекционные формулы Ньюмена.
78. Понятие о сложных белках. Гликопротеины, хромопротеины, липопротеины, нуклеопротеины, фосфопротеины, металлопротеины. Представители и биологическая роль.
79. Нуклеиновые кислоты. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин) азотистые основания. Лактим-лактаманная таутомерия. Комплементарность азотистых оснований. Водородные связи в комплементарных парах азотистых оснований.
80. Нуклеозиды (рибонуклеозиды, дезоксирибонуклеозиды). Гидролиз нуклеозидов.
81. Нуклеотиды. Строение моонуклеотидов, образующих нуклеиновые кислоты, характер связей. Гидролиз нуклеотидов.
82. Нуклеозидмоно- и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ, ц3,5АМФ, НАД⁺, НАДФ⁺, система НАД⁺\НАДН+Н⁺, ФАФС, УДФ-глюкоза, УДФГК, ЦДФ-холин. Биологическая роль нуклеозидмоно- и полифосфатов.
83. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Нуклеотидный состав РНК и ДНК, гидролиз нуклеиновых кислот.
84. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры ДНК.
85. Липиды. Классификация липидов (химическая, функциональная). Биологическая роль.

86. Омыляемые липиды. Нейтральные жиры (триацилглицерины) и воски, их строение и свойства. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, арахидоновая.
87. Фосфолипиды. Фосфатидная кислота. Фосфатидилэтаноламин, фосфатидилхолин, фосфатидилсерин, их строение и биологическая роль.
88. Главнейшие таутомерные формы моносахаридов и их взаимосвязь в водных растворах. Мутаротация.
89. Стереои́зомерия. Открытые и циклические формы моносахаридов. Формулы Фишера, и Хеуорса. Фуранозы и пиранозы, α и β -аномеры. Конформация пиранозных форм моносахаридов (O- и N-гликозиды). Гидролиз гликозидов.
90. Образование простых и сложных эфиров (алкилирование, ацилирование, фосфорилирование). Восстанавливающие свойства моносахаридов и их применение.
91. Олигосахариды. Дисахариды. Строение мальтозы, целлобиозы, лактозы, сахарозы и трегалозы. Цикло-цепная таутомерия. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.
92. Полисахариды, классификация. Гомополисахариды (крахмал, амилоза, амилопектин, гликоген, целлюлоза, декстраны). Схема гидролиза крахмала.
93. Гетерополисахариды (гликозаминогликаны). Классификация. Биозные фрагменты гиалуроновой кислоты, хондроитинсульфатов А, В и С, гепарина. Биологическое значение гликозаминогликанов.
94. Строение, таутомерные формы, распространение в природе и свойства рибозы, дезоксирибозы, рибулозы.
95. Строение, таутомерные формы, распространение в природе и свойства арабинозы.
96. Строение, таутомерные формы распространение в природе и свойства ксилозы.
97. Строение, таутомерные формы, распространение в природе и свойства глюкозы, маннозы.
98. Строение, таутомерные формы распространение в природе и свойства галактозы.
99. Строение, таутомерные формы, распространение в природе и свойства фруктозы.
100. Физические и химические свойства моносахаридов (восстановление, окисление, сахараты, фосфорные эфиры сахаров).
101. Качественные цветные реакции на моносахариды (состав реактивов, химические превращения веществ и внешние признаки реакций).
102. Гликозиды моносахаридов, их строение, способы получения и свойства. Аминосахара (глюкозамин, галактозамин).
103. Таутомерные формы моносахаридов, входящих в состав молекул нередуцирующих дисахаридов.
104. Таутомерные формы моносахаридов, входящих в состав молекул редуцирующих дисахаридов.
105. Дисахариды. Особенности их строения и свойства.

106. Сахароза. Распространение в природе, строение молекулы, физические и химические свойства. Синтез и гидролиз сахарозы.
107. Пептиды. Строение и свойства пептидной связи. Напишите строение трипептида, укажите его характер и цветные реакции, с помощью которых можно обнаружить данный пептид. Гидролиз пептидов, виды гидролиза.
108. Белки, классификация белков. Уровни структурной организации белков. Понятие о первичной, вторичной, третичной и четвертичной структурах.
109. Определение первичной структуры белка: методом Сенгера, Эдмана, дансильным. Цветные реакции, позволяющие обнаружить белки, протеиногенные аминокислоты.
110. Лактоза. Распространение в природе, строение молекул, физические и химические свойства. Синтез и гидролиз лактозы.
111. Мальтоза и целлобиоза. Распространение в природе, строение молекул, физические и химические свойства. Синтез и гидролиз.
112. Таутомерные формы моносахаридов, входящих в состав структур главнейших полисахаридов. Тип связи в молекулах полисахаридов.
113. Крахмал. Распространение в природе, строение молекул, физические и химические свойства. Гидролиз.
114. Гликоген. Распространение в природе, строение молекул. Гидролиз гликогена и значение фосфорных эфиров α -D-глюкопиранозы.
115. Целлюлоза или клетчатка. Распространение в природе, применение в промышленности и медицине, строение молекул. Гидролиз целлюлозы.
116. Нитроэфиры целлюлозы, ксантогенаты и ацетаты целлюлозы. Применение целлюлозы и продуктов ее переработки в медицине.
117. Нитросоединения ароматического ряда. Нитробензол, реакция восстановления.
118. Амины, классификация по строению. Моно- и диамины алифатического и ароматического ряда, их строение и номенклатура.
119. Химические свойства аминов (соли, реакции ацилирования, сульфирования, diazotирования).
120. Реакции diazotирования ароматических аминов. Реакции азосочетания. Азосоединения. Кислые и основные красители.
121. Аминоспирты. Распространение в природе, строение и свойства. Фосфатиды. Кефалин и лецитин.
122. Классификация аминокислот. Строение и номенклатура аминокислот (с примерами).
123. Моноаминомонокарбоновые кислоты. Строение молекул, номенклатура и химические свойства.
124. Диаминомонокарбоновые кислоты. Строение молекул, номенклатура и химические свойства.
125. Моноаминодикарбоновые кислоты. Строение молекул, номенклатура и химические свойства.
126. Ароматические аминокислоты. Строение молекул, номенклатура и химические свойства.

127. Гетероциклические аминокислоты. Строение молекул, номенклатура и химические свойства.
128. Химические свойства аминокислот. Реакции декарбоксилирования, деаминации, ацилирования и трансаминирования. Способы получения аминокислот.
129. Биологическое значение аминокислот. Пептиды и полипептиды, их свойства.
130. Полиамидные смолы (капрон, нейлон).
131. Классы простых белков, их краткая характеристика, представители.
132. Биогенные амины, получение и биологическая роль.
133. Классификация гетероциклических соединений. Ароматические структуры гетероциклов. Правила обозначения и нумерации в одноядерных и полициклических соединениях и их производных.
134. Главнейшие пятичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами. Их строение, номенклатура, распространение в природных соединениях. Лекарственные препараты пиразолонового ряда.
135. Главнейшие шестичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами. Их строение, номенклатура, химические свойства, роль.
136. Главнейшие конденсированные гетероциклы, их строение, номенклатура, распространение в природе, их фармакологическое действие.
137. Сфинголипиды (церамиды, сфингомиелины, цереброзиды, ганглиозиды). Биологическая роль сфингозинсодержащих липидов.
138. Неомыляемые липиды, изопреноиды. Терпены. Моно- и бициклические терпены. Лимонен, ментол, камфора. Сопряженные полиены: каротиноиды, витамин А.
139. Стероиды, их биологическая роль. Стеран, конформационное строение α - и β -стеранового скелета. Строение ядра эстрана, андростана, прегнана, холана, холестана.
140. Стероидные гормоны – эстрогены, андрогены, гестагены, кортикостероиды (кортикостерон, кортизол, альдостерон), их биологическая роль.
141. Желчные кислоты. Холевая кислота. Гликохолевая и таурохолевая кислоты, их биологическая роль.
142. Стерины. Холестерин, его биологическая роль.
143. Карбаминовая кислота и уретаны. Биурет и циануровая кислота. Уреиды, карбамоилфосфат. Барбитуровая кислота и барбитураты.
144. Строение, номенклатура и химические свойства двухосновных оксикислот. Лимонная кислота, ее роль в природе. Цитраты.
145. Алкалоиды. Распространение алкалоидов в природе. Физиологическое действие и применение в медицине. Строение важнейших алкалоидов.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
Цели обучения студентов курсу органической химии.....	5
Структура и содержание курса органической химии фармацевтического факультета	6
Учебно-исследовательская работа студента (УИРС)	6
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	6
ПОЛОЖЕНИЕ о рейтинговом контроле знаний студентов кафедры фундаментальной и клинической биохимии.....	7
Правила работы студентов на кафедре фундаментальной и клинической биохимии	9
Правила работы в лаборатории	9
Модуль 1. ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.....	11
ЗАНЯТИЕ № 1. Тема: Введение в практикум. Правила техники безопасности. Основные принципы классификации и номенклатуры органических соединений. Электронное строение атома углерода. Изомерия.....	12
ЗАНЯТИЕ № 2. Тема: Сопряжение. Взаимное влияние атомов в органических молекулах. Электронные эффекты заместителей. Ознакомление с лабораторным оборудованием и посудой.....	14
ЗАНЯТИЕ № 3. Тема: Пространственное строение органических соединений. Энантиомеры и диастереомеры. Стереохимическая номенклатура.....	15
ЗАНЯТИЕ № 4. Тема: Кислотные и основные свойства органических соединений	16
ЗАНЯТИЕ № 5. Защита модуля «Основы строения органических соединений»	17
Модуль 2. УГЛЕВОДОРОДЫ. ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРОЕНИЯ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	18
ЗАНЯТИЕ № 1. Тема: Физико-химические методы исследования органических соединений: методы выделения, очистки и качественный анализ органических соединений	20
ЗАНЯТИЕ № 2. Тема: Углеводороды. Реакционная способность алканов. Реакционная способность ненасыщенных углеводородов (алкенов, диенов, алкинов)	20
ЗАНЯТИЕ № 3. Тема: Реакционная способность ароматических углеводородов	22
ЗАНЯТИЕ № 4. Защита модуля «Углеводороды. Взаимосвязь строения и реакционной способности углеводородов».....	23
Модуль 3. ВАЖНЕЙШИЕ КЛАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ:	24
МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	24
ЗАНЯТИЕ № 1. Тема: Реакционная способность галогенопроизводных углеводородов	25
ЗАНЯТИЕ № 2. Тема: Спирты, фенолы	26
ЗАНЯТИЕ № 3. Тема: Простые эфиры, тиолы, сульфиды	28
ЗАНЯТИЕ № 4. Итоговая контрольная работа «Монофункциональные производные углеводородов: спирты, фенолы, простые эфиры и их тиоаналоги».....	29
ЗАНЯТИЕ № 5. Тема: Реакционная способность альдегидов и кетонов	30
ЗАНЯТИЕ № 6. Тема: Реакционная способность карбоновых кислот.....	31
ЗАНЯТИЕ № 7. Тема: Функциональные производные карбоновых кислот. Производные угольной кислоты. Сульфокислоты	32
ЗАНЯТИЕ № 8. Тема: Реакционная способность нитросоединений и аминов. Диазосоединения. Азокрасители	33
ЗАНЯТИЕ № 9. Защита модуля «Монофункциональные производные углеводородов: альдегиды и кетоны. Карбоновые кислоты и их производные. Диазосоединения»	34
Модуль 4. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. БЕЛКИ. УГЛЕВОДЫ.....	35
ЗАНЯТИЕ № 1. Тема: Лабораторные методы выделения, очистки и идентификации органических соединений	37
ЗАНЯТИЕ № 2. Тема: Гетерофункциональные соединения, проявление специфических	

свойств. Галогено-, гидрокси-, оксокислоты	38
ЗАНЯТИЕ № 3. Тема: Аминокислоты	39
ЗАНЯТИЕ № 4. Тема: Пептиды и белки.....	40
ЗАНЯТИЕ № 5. Тема: Моносахариды. Строение, химические свойства.....	41
ЗАНЯТИЕ № 6. Тема: Олигосахариды. Строение, химические свойства.....	43
ЗАНЯТИЕ № 7. Тема: Полисахариды. Строение, химические свойства	44
ЗАНЯТИЕ № 8. Защита модуля «Гетерофункциональные соединения. Белки. Углеводы»	45
Модуль 5. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	46
ЗАНЯТИЕ № 1. Тема: Пятичленные гетероциклические соединения	47
ЗАНЯТИЕ № 2. Тема: Шестичленные гетероциклические соединения	48
ЗАНЯТИЕ № 3. Тема: Конденсированные гетероциклические соединения	49
ЗАНЯТИЕ № 4. Тема: Алкалоиды	51
ЗАНЯТИЕ № 5. Защита модуля«Гетероциклические соединения».....	51
Модуль 6. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ. ОМЫЛЯЕМЫЕ И НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ	53
ЗАНЯТИЕ № 1. Тема: Нуклеозиды, нуклеотиды	54
ЗАНЯТИЕ № 2. Тема: Нуклеиновые кислоты	55
ЗАНЯТИЕ № 3. Тема: Омыляемые липиды	56
ЗАНЯТИЕ № 4. Тема: Неомыляемые липиды	57
ЗАНЯТИЕ № 5. Защита модуля «Нуклеиновые кислоты. Омыляемые и неомыляемые липиды»	58
Экзаменационный материал по дисциплине "Органическая химия"	60