

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

О. Н. РИНЕЙСКАЯ, В. В. ПИНЧУК, С. В. ГЛИННИК

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические рекомендации
к выполнению контрольной работы № 1 для студентов
заочного отделения фармацевтического факультета



Минск БГМУ 2013

УДК 547(075.8)
ББК 24.2 я73
Р51

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве
методических рекомендаций 29.05.2013 г., протокол № 9

Р е ц е н з е н т ы: д-р мед. наук, проф. Е. В. Барковский; д-р мед. наук, проф.
А. Д. Таганович

Ринейская, О. Н.

Р51 Органическая химия : метод. рекомендации к выполнению контрольной работы № 1 для студ. заочного отделения фарм. ф-та / О. Н. Ринейская, В. В. Пинчук, С. В. Глинник. – Минск : БГМУ, 2013. – 36 с.

ISBN 978-985-528-803-0.

Приведены учебная программа дисциплины «Органическая химия», задания контрольной работы № 1, даны методические указания по выполнению и оформлению контрольной работы. Предназначено для студентов 2-го курса заочного отделения фармацевтического факультета.

УДК 574(075.8)
ББК 24.2 я73

Учебное издание

Ринейская Ольга Николаевна
Пинчук Валентина Владимировна
Глинник Станислава Владимировна

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические рекомендации
к выполнению контрольной работы № 1 для студентов
заочного отделения фармацевтического факультета

Ответственный за выпуск О. Н. Ринейская
В авторской редакции
Компьютерная верстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 30.05.13. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,7. Тираж 112 экз. Заказ 352.

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

ISBN 978-985-528-803-0

© Оформление Белорусский государственный
медицинский университет, 2013

ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Органическая химия является одной из базовых дисциплин в системе высшего фармацевтического образования. Преподавание органической химии базируется на знаниях строения вещества и физических методов его исследования, физики явлений взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, оптической активности вещества, энергетики химических реакций, химической кинетики, физикохимии растворов.

Учебная программа дисциплины «Органическая химия» включает новейшие научные данные в области теории строения органических соединений, методах их синтеза, выделения, очистки и идентификации.

Цель преподавания и изучения дисциплины «Органическая химия»: формирование у студентов научных знаний об органическом веществе и современных методах его исследования для освоения профильных дисциплин (биологической, фармацевтической, токсикологической химии, фармакогнозии, фармакологии, фармацевтической технологии) и профессиональной деятельности провизора как специалиста с высшим образованием.

Задачи преподавания дисциплины:

- формирование у студентов современных знаний строения органических соединений, их классификации и номенклатуры, методов исследования и реакционной способности моно-, поли- и гетерофункциональных соединений, в том числе соединений, которые выполняют в организме определенные биологические функции и (или) применяются как лекарственные средства;

- освоение студентами умений и навыков, соответствующих этим знаниям;

- создание у студентов определенного опыта применения знаний, умений и навыков для решения ситуаций прогнозирования свойств, выбора методов исследования, идентификации соединений, прочтения информации, записанной в их систематических названиях;

- создание у студентов опыта планирования и выполнения научного эксперимента для получения необходимой информации об органическом веществе;

- развитие интеллектуальных способностей студентов и их навыков самостоятельной работы с источниками информации для самообразования.

Требования к подготовке студента по окончании изучения дисциплины. Студент должен знать:

- классификацию углеводов, их моно-, поли- и гетерофункциональных производных;

- особенности систематической номенклатуры пептидов, углеводов, гетероциклических соединений, липидов;

- основы стереоизомерии органических соединений;

- особенности электронного строения и закономерности распределения электронной плотности в молекуле;
- реакционную способность углеводов, моно-, поли- и гетерофункциональных соединений, липидов;
- генетическую взаимосвязь главных классов органических соединений;
- основы современных физико-химических методов определения строения соединений и их идентификации;
- значение соединений определенных классов в биохимических процессах, их применение как лекарственных средств в медицине и фармации;
- основы техники химического эксперимента, методов очистки и выделения соединений из смесей, применения физических констант органических веществ как критерия их чистоты и идентификации.

Студент должен уметь:

- классифицировать органические соединения и составлять их систематические названия;
- прогнозировать особенности электронного и пространственного строения соединений, главные типы реакций, их продукты;
- использовать данные электронной, ИК-, ЯМР-, и масс-спектрометрии для получения информации об особенностях строения соединения;
- выбирать рациональные химические и физико-химические методы идентификации соединений;
- выполнять очистку и выделение твердых и жидких органических веществ из смесей;
- выполнять качественные реакции и делать вывод о природе соединения;
- работать с литературой, пользоваться справочниками, составлять реферативные обзоры и отчеты о выполненном химическом эксперименте.

На изучение органической химии на заочном отделении выделяется следующее количество часов: лекций — 20; лабораторных занятий — 39; самостоятельная работа студентов — 240. Всего часов для изучения — 399.

В течение года студенты выполняют две контрольные работы, в 3-м семестре сдают зачет, в 4-м — экзамен.

ПЛАН ЛЕКЦИЙ

	Тема лекции	Кол-во часов
<i>3 семестр</i>		
1.	Электронное строение молекул. Химические связи в органических молекулах. Взаимное влияние атомов. Оптическая изомерия	2
2.	Гидроксипроизводные углеводов. Простые эфиры	2
3.	Углеводороды (алканы, алкены, алкины, арены)	2
4.	Спектральные методы установления строения и идентификации соединений	2
5.	Азотсодержащие органические соединения (амины, азо- и diaзосо- соединения)	2
<i>4 семестр</i>		
6.	Карбоновые кислоты и их функциональные производные. Сульфокислоты	2
7.	Гетерофункциональные соединения (гидрокси-, фенол-, оксокарбоновые кислоты, аминокислоты)	2
8.	Углеводы	2
9.	Гетероциклические соединения. Алкалоиды	2
10.	Липиды. Терпены, терпеноиды, стероиды	2

ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов
<i>3 семестр</i>		
1.	Введение в практикум. Классификация и номенклатура органических соединений. Взаимное влияние атомов в молекуле. Структурная и оптическая изомерия	4
2.	Идентификация органических соединений методами спектроскопии. Углеводороды. Реакции идентификации углеводов	4
3.	Галогенопроизводные углеводов. Спирты, фенолы, простые эфиры. Химические и спектральные методы идентификации	4
4.	Амины, азо- и diaзосо- соединения. Альдегиды и кетоны. Идентификация аминов, альдегидов, кетонов	4
5.	УИРС-1: Идентификация углеводов и их производных. Зачет	4
<i>4 семестр</i>		
6.	Карбоновые и сульфоновые кислоты, их функциональные производные. Органический синтез	4
7.	Гидрокси-, amino-, оксокарбоновые кислоты. Изучение методов очистки твердых веществ	4
8.	Углеводы. Определение температуры плавления вещества	4
9.	Гетероциклические соединения. Нуклеозиды. Нуклеотиды. Алкалоиды. Изучение методов очистки жидких веществ	4
10.	Терпеноиды. Стероиды. УИРС-2	3

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Основы строения органических соединений.

1.1. Введение. Классификации и номенклатура.

Органическая химия как одна из базовых дисциплин в системе фармацевтического образования.

Классификация органических соединений. Функциональная группа и строение углеродного скелета как классификационные признаки органических соединений. Главные классы органических соединений.

Номенклатура органических соединений. Тривиальная номенклатура. Основные принципы номенклатуры IUPAC (IUPAC — Международный союз теоретической и прикладной химии): заместительная и радикалофункциональная номенклатуры.

1.2. Электронное строение молекул. Взаимное влияние атомов в молекуле.

Электронное строение атома углерода и гетероатомов в составе молекул органических соединений. Метод гибридизации атомных орбиталей и электронная конфигурация атомов. Типы химических связей в органических соединениях. Ковалентные σ - и π -связи, τ - («банановые») углерод-углеродные связи малых циклов. Строение двойных ($C=C$, $C=O$, $C=N$) и тройных ($C\equiv C$, $C\equiv N$) связей; их основные характеристики (длина, энергия, полярность, поляризуемость).

Делокализованная химическая связь. Сопряжение (π, π - и ρ, π -сопряжение). Сопряженные системы с открытой и замкнутой цепью. Энергия сопряжения (энергия резонанса, энергия стабилизации). Метод молекулярных орбиталей и теория резонанса как способы описания делокализации электронной плотности. Понятие о σ - π и σ - ρ сопряжении.

Ароматическое строение карбо- и гетероциклических соединений. Термодинамическая устойчивость ароматических соединений. Теоретические критерии ароматического строения (правило Хюккеля). Понятие об антиароматических и неароматических циклических соединениях с максимальным числом чередующихся двойных и простых связей.

Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений и способы его передачи. Электронные эффекты: индуктивный и мезомерный эффекты. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Понятие о пространственных эффектах.

Распределение электронной плотности в функциональных группах и углеводородной основе молекулы.

1.3. Пространственное строение молекул. Стереизомерия.

Пространственное строение органических соединений. Конфигурация и конформация, как способы описания пространственного строения молекулы. Изображение и запись пространственного строения: молеку-

лярные модели, стереохимические формулы, проекционные формулы Фишера и Ньюмена. Связь пространственного строения с биологической активностью соединения.

Хиральные и ахиральные молекулы. Элементы симметрии молекулы (центр, плоскость и ось симметрии). Центр хиральности молекул (асимметрический атом углерода). Оптическая активность. Поляриметрия как метод исследования оптически активных соединений, удельное вращение, лево- и правовращающее вещества.

Конфигурационная стереоизомерия: энантиомерия, диастереомерия (σ -, π -). π -Диастереомерия, E,Z-стереохимическая номенклатура. Стереоиomerия молекул с одним центром хиральности. R,S- и D,L-системы стереохимической номенклатуры. Оптическая активность энантиомеров. Рацемические смеси (рацематы). Стереоиomerия молекул с двумя и более центрами хиральности. Физические и химические свойства энантиомеров и диастереомеров. Методы разделения рацематов.

Основы конформационного анализа. Виды напряжений в молекуле. Конформации алканов (этан, бутан), их энергетическая характеристика. Понятие о конформационном строении более сложных алканов.

Конформации циклоалканов. Напряженность малых циклов. Неплоское строение обычных циклов. Конформации циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи. Инверсия цикла.

1,3-Диаксиальное взаимодействие у производных циклогексана. Влияние заместителя на положение аксиально-экваториального равновесия.

1.4. Кислотно-основные свойства органических соединений. Нуклеофилы и электрофилы. Классификация реакций.

Кислоты и основания Бренстеда. Типы органических кислот (ОН, SH, NH и СН кислоты) и оснований (π -основания, n -основания). Факторы, определяющие кислотность и основность: электроотрицательность и поляризуемость атома кислотного и основного центров, электронные эффекты заместителей, сольватационный эффект.

Нуклеофилы и электрофилы, основания и кислоты Льюиса. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).

Классификация органических реакций по результату (присоединение, замещение, отщепление, перегруппировки, реакции окисления и восстановления, образование солей). Реакции ионные, свободно-радикальные, согласованные. Строение и устойчивость промежуточных активных частиц (карбокатионов, карбоанионов, свободных радикалов). Классификация ионных реакций по типу реагента (электрофильные и нуклеофильные).

Понятие о механизме реакции. Термодинамический и кинетический контроль реакции. Реакции региоселективные и стереоселективные.

2. Важнейшие классы моно- и полифункциональных органических соединений: особенности строения и номенклатуры, реакционная способность, идентификация.

2.1. Спектральные методы установления строения и идентификации соединений.

Электронная спектроскопия, ультрафиолетовая (УФ) и видимая области, природа и область измерения спектра; типы электронных переходов и их энергия; основные параметры поглощения, bathochromный и hypsochromный сдвиги, гипер- и гипохромные эффекты, их причины.

Инфракрасная (ИК) спектроскопия: природа и область измерения спектра; типы колебаний атомов в молекуле; характеристические группы и частоты, диапазоны характеристических частот.

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР), природа спектра. Протонный магнитный резонанс (ПМР): эффект экранирования, главные характеристики резонансного сигнала (химический сдвиг, мультиплетность, интегральная интенсивность, константа спин-спинового взаимодействия).

Масс-спектрометрия, природа спектра. Основные типы фрагментации молекулы. Определение молекулярной массы и молекулярной формулы. Представление о спектроскопии комбинационного рассеяния, рентгенографии, электронографии.

2.2. Углеводороды.

Алканы. Номенклатура. Физические свойства. Реакции радикального замещения, их механизм. Способы образования свободных радикалов. Региоселективность радикального замещения. Окисление алканов.

Вазелиновое масло, парафин.

Циклоалканы. Классификация. Номенклатура. Особенности строения и химических свойств малых циклов. Понятие о полициклических системах.

Циклопропан, циклопентан, циклогексан. Идентификация алканов и циклоалканов. Спектральные характеристики.

Алкены. Номенклатура. Физические свойства. Реакции электрофильного присоединения, механизм A_E . Присоединение галогенов, гидрогалогенирование, гидратация, роль кислотного катализа. Регио-, стереоселективность электрофильного присоединения. Правило Марковникова, его современная интерпретация. Реакции радикального присоединения, эффект Хараши. Окисление алкенов (гидроксилирование, озонирование, эпексидирование). Реакции при участии α -углеродного атома (аллильное, замещение и окисление). Гидрирование алкенов.

Алкадиены. Номенклатура. Классификация. Сопряженные диены. Реакции электрофильного присоединения (гидрогалогенирование, присоединение галогенов). 1,2- и 1,4-присоединение у сопряженных диенов. Реакции с диенофилами (диеновый синтез).

Бутадиен-1,3, изопрופן.

Алкины. Номенклатура. Физические свойства. Реакции электрофильного присоединения (гидрогалогенирование, присоединение галогенов). Реакции нуклеофильного присоединения. Гидратация алкинов (реакция Кучерова). Образование ацетиленидов как следствие СН-кислотных свойств алкинов. Реакции окисления. Гидрирование.

Идентификация алкенов и алкинов. Спектральные характеристики.

Высокомолекулярные соединения, их классификация. Синтетические полимеры. Реакции полимеризации, представление о механизмах полимеризации. Стереорегулярное строение полимеров. Полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, поливиниловый спирт, тефлон, каучуки.

Арены. Классификация, номенклатура. Моноядерные арены. Физические свойства. Реакции электрофильного замещения, механизм S_E , A_R . Галогенирование, нитрирование, сульфирование, алкилирование, ацилирование аренов. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на ориентацию и скорость реакции электрофильного замещения. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции, протекающие с потерей ароматичности: гидрирование, присоединение хлора. Окисление. Реакции боковой цепи у гомологов бензола (галогенирование, окисление).

Бензол, толуол, ксилолы, стирол, кумол, цимол.

Многоядерные арены с изолированными циклами: бифенил, дифенилметан, трифенилметан. Конденсированные арены. Нафталин: реакции электрофильного замещения (сульфирование, нитрирование), ориентация замещения; восстановление (тетралин, декалин) и окисление (нафтохиноны).

Нафталин, антрацен, фенантрен, тетрацен, 3,4-бензопирен. Углеродный скелет тетрацена как структурная основа антибиотиков тетрациклинового ряда.

Понятие о небензоидных карбоциклических ароматических соединениях.

Идентификация аренов. Спектральные характеристики.

2.3. Галогенопроизводные углеводородов.

Классификация. Номенклатура. Физические свойства.

Галогеноалканы и галогеноциклоалканы. Характеристики связей углерод–галоген (длина, энергия, полярность, поляризуемость). Реакции нуклеофильного замещения; механизмы S_{N1} и S_{N2} . Превращение галогенопроизводных углеводородов в спирты, простые и сложные эфиры, сульфиды, сульфониевые соли, амины, нитрилы, нитропроизводные. Реакции отщепления (элиминирование): дегидрогалогенирование, дегалогенирование. Механизмы элиминирования $E1$, $E2$. Правило Зайцева. Конкурентность реакций нуклеофильного замещения и элиминирования. Реакции галогеноалканов с металлами. Реактив Гриньяра.

Аллил- и бензилгалогениды. Причины повышенной реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения.

Винил- и арилгалогениды. Причина низкой подвижности галогена.

Фтороуглеводороды. Особенности физических и химических свойств.

Этилхлорид, тетрахлорометан, хлороформ, иодоформ, винилхлорид, хлорбензол, бензилхлорид, фторотан.

Идентификация галогенопроизводных углеводов. Спектральные характеристики.

2.4. Спирты, фенолы, тиолы, простые эфиры, сульфиды.

Спирты. Классификация. Номенклатура. Физические свойства. Кислотные свойства, образование алкоколятов. Основные свойства, образование оксониевых солей. Межмолекулярные водородные связи. Реакции замещения гидроксильной группы в реакциях с галогеноводородами и галогенидами фосфора, тионилхлоридом. Нуклеофильные свойства спиртов; получение простых и сложных эфиров, сложные эфиры неорганических кислот (сульфаты, фосфаты, ди- и трифосфаты). Реакции элиминирования, внутримолекулярная дегидратация спиртов. Окисление спиртов.

Метанол, этанол, пропанола, бутанола, бензиловый спирт.

Многоатомные спирты, их кислотные свойства; образование хелатных комплексов вицинальными диолами.

Этиленгликоль, глицерин.

Идентификация спиртов. Спектральные характеристики.

Фенолы. Классификация. Номенклатура. Физические свойства. Кислотные свойства, образование фенолятов. Нуклеофильные свойства фенолов, получение простых и сложных эфиров. Окисление фенолов. Фенольные антиоксиданты. Восстановление фенолов. Реакции электрофильного замещения в фенолах: галогенирование, нитрование, сульфирование, нитрозирование, карбоксилирование, формилирование, гидроксиметилирование.

Фенол, 2,4, 6-тринитрофенол (пикриновая кислота); 1- и 2-нафтолы, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, флороглюцин, пирогаллол.

Идентификация фенолов. Спектральные характеристики.

Тиолы. Номенклатура. Физические свойства. Кислотные свойства, образование тиолятов. Образование солей с катионами тяжелых металлов. Нуклеофильные свойства: алкилирование, ацилирование тиолов. Реакции окисления, образование дисульфидов, сульфоновых кислот. Восстановление тиолов.

Идентификация тиолов. Спектральные характеристики.

Простые эфиры. Номенклатура. Физические свойства. Основные свойства, образование оксониевых солей. Нуклеофильное расщепление галогеноводородными кислотами. Окисление. Представление об органических гидропероксидах и пероксидах. Оксираны (1,2-эпоксиды), особен-

ности реакционной способности, раскрытие α -оксидного цикла. Понятие о краун-эфирах.

Диэтиловый эфир, анизол, фенетол. Диоксан, тетрагидрофуран. Полиэтиленгликоль.

Идентификация простых эфиров. Спектральные характеристики.

Сульфиды. Номенклатура. Нуклеофильные свойства. Окисление: образование сульфоксидов и сульфонов. Диметилсульфоксид.

2.5. Амины. Азо-, diaзосоединения.

Амины. Классификация. Номенклатура. Физические свойства.

Основные свойства алифатических и ароматических аминов, аммониевые соли, четвертичные соли аммония. Кислотные свойства аминов, амиды щелочные металлов. Нуклеофильные свойства: алкилирование и ацилирование. Четвертичные аммониевые основания, их расщепление при нагревании. Карбиламинная реакция. Реакции первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Реакции электрофильного замещения у ариламинов: галогенирование, сульфирование, нитрование.

Этил-, диэтил-, триэтиламины, этилендиамин, гексаметилендиамин, анилин, N-метиланилин, N,N-диметиланилин, толуидины, фенетидины, дифениламин, нафтиламины.

Идентификация аминов. Спектральные характеристики аминов.

Диазо- и азосоединения. Классификация. Номенклатура. Получение ароматических солей диазония: реакция диазотирования, ее механизм, условия проведения. Строение ароматических солей диазония. Реакции ароматических солей с выделением азота; замещение диазогруппы на гидроксигруппу, алкоксигруппу, водород, галогены, цианогруппу, нитрогруппу. Реакции солей диазония без выделения азота. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Использование реакции азосочетания для идентификации фенолов и ароматических аминов. Азокрасители (метилоранжевый, метилоранжевый), их индикаторные свойства.

Алифатические diaзосоединения. Диазометан, его алкилирующие свойства.

2.6. Альдегиды и кетоны.

Номенклатура. Физические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения, механизм Ad_N . Влияние природы карбонильного соединения на его реакционную способность. Кислотный катализ реакций нуклеофильного присоединения. Присоединение воды, спиртов (образование полуацеталей и ацеталей), присоединение гидросульфита натрия, циановодорода, магнийорганических соединений (образование первичных, вторичных и третичных спиртов). Полимеризация альдегидов, параформ, паральдегид.

Реакции присоединения–отщепления; образование иминов (оснований Шиффа), оксимов, гидразонов, семикарбазонов, тиосемикарбазонов. Взаимодействие формальдегида с аммиаком (гексаметилентетрамин).

Реакции с участием СН-кислотного центра α -углеродного атома альдегидов и кетонов. Енолизация, строение енолят-иона, кето-енольная таутомерия. Конденсации альдольного и кротонового типа, перекрестные конденсации. α -Галогенирование альдегидов и кетонов, галоформные реакции; иодоформная проба.

Окисление и восстановление альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов гидроксидами серебра и меди(II). Восстановление альдегидов и кетонов гидридами и комплексными гидридами металлов. Восстановление по Кижнеру–Вольфу и Клемменсену как способы удаления оксогруппы. Диспропорционирование альдегидов (реакция Канницзаро).

Идентификация альдегидов и кетонов. Спектральные характеристики.

Формальдегид (формалин), ацетальдегид, хлораль (хлоралгидрат), акролеин, бензальдегид, ацетон, циклогексанон, ацетофенон.

Хиноны. Особенности строения бензо- и нафтохинонов, физические свойства. π -Акцепторные свойства. Окислительные свойства хинонов; реакции присоединения. Антрахинон. Убихиноны. Витамин К.

2.7. Карбоновые кислоты, функциональные производные карбоновых кислот.

Карбоновые кислоты. Классификация. Номенклатура. Физические свойства. Строение карбоксилат-иона. Кислотные свойства моно- и дикарбоновых кислот. Реакции нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридного атома углерода; их механизм, образование функциональных производных карбоновых кислот (галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры, амиды). Образование циклических ангидридов янтарной, глутаровой, малеиновой кислотами. СН-Кислотные свойства карбоновых кислот, галогенирование по Геллю–Фольгарду–Зелинскому; использование α -галогенозамещенных кислот для синтеза α -гидрокси-, α -амино- и α,β -непредельных кислот. Декарбоксилирование моно- и дикарбоновых кислот.

Муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, изовалериановая, акриловая, метакриловая, бензойная и коричная кислоты; щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, малеиновая, фталевые кислоты.

Функциональные производные карбоновых кислот. Классификация. Номенклатура. Реакции нуклеофильного замещения (ацилирования). Сравнительная характеристика ацилирующей способности.

Ангидриды и галогеноангидриды как активные ацилирующие агенты. Ацетилхлорид. Фталевый ангидрид. Фенолфталеин, индикаторные свойства.

Сложные эфиры. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров, переэтерификация, аммонолиз сложных эфиров. Сложноэфирная конден-

сация. СН-Кислотные свойства малонового эфира. Синтез карбоновых кислот на основе малонового эфира.

Амиды карбоновых кислот. Особенности строения амидной группы. Кислотно-основные свойства амидов. Кислотный и щелочной гидролиз амидов. Расщепление амидов гипобромитами и азотистой кислотой. Дегидратация в нитрилы.

Имиды, их алкилирование, гидролиз. Гидролиз, восстановление нитрилов. Гидразиды карбоновых кислот. Гидроксамовые кислоты.

Идентификация карбоновых кислот и их функциональных производных. Спектральные характеристики.

Поликонденсационные высокомолекулярные соединения. Поликонденсация дикарбоновых кислот с диаминами как способ получения полиамидов. Нейлон. Полимеризация ϵ -капролактама (капрон). Поликонденсация дикарбоновых кислот с этиленгликолем (лавсан).

Полисилоксаны. Строение силоксановой связи, свойства полисилоксанов (термическая устойчивость, гидрофобность, биологическая инертность).

2.8. Функциональные производные угольной кислоты. Сульфокислоты и их функциональные производные.

Функциональные производные угольной кислоты: фосген, хлоругольные эфиры, карбаминовая кислота и ее эфиры (уретаны). Карбамид (мочевина): гидролиз, основные и нуклеофильные свойства мочевины. Ацилмочевины (уреиды), уреидокислоты. Взаимодействие мочевины с азотистой кислотой и гипобромитами. Образование биурета; биуретовая реакция. Гуанидин, его основные свойства.

Сульфокислоты. Классификация. Номенклатура. Особенности строения. Кислотные свойства, образование солей. Десульфирование ароматических сульфокислот. Нуклеофильное замещение в аренсульфокислотах (реакция щелочного плавления). Функциональные производные сульфокислот: эфиры, амиды, хлорангидриды.

3. Гетерофункциональные органические соединения. Пептиды и белки.

3.1. Гидрокси-, фенол- и оксокарбоновые кислоты.

Гидроксикарбоновые кислоты. Классификация. Номенклатура. Химические свойства как гетерофункциональных соединений. Специфические реакции α -, β -, γ -, δ -гидроксикислот. Лактоны, лактиды. Одноосновные (молочная), двухосновные (винные, яблочная) и трехосновные (лимонная) кислоты.

Фенолкарбоновые кислоты. Салициловая кислота: химические свойства как гетерофункционального соединения; эфиры салициловой кислоты (метилсалицилат, фенолсалицилат, ацетилсалициловая кислота). *n*-Аминосалициловая кислота (ПАСК). Кумаровая, галловая кислоты. Представление о дубильных веществах.

Оксокарбоновые кислоты. Классификация. Номенклатура. Химические свойства как гетерофункциональных соединений. Специфические свойства. Кето-енольная таутомерия β -дикарбонильных соединений (ацетилацетон, ацетоуксусный эфир). Синтез карбоновых кислот и кетонов на основе ацетоуксусного эфира. Глиоксиловая, пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная, α -кетоглутаровая кислоты.

3.2. Аминокислоты. Аминоспирты и аминокислоты.

Классификация. Аминокислоты и аминокислоты. Химические свойства как гетерофункциональных соединений. Специфические реакции α -, β -, γ -, δ -аминокислот. Лактамы, дикетопиперазины. Понятие о строении β -лактамных антибиотиков.

α -Аминокислоты. Строение и классификация α -аминокислот, входящих в состав белков. Стереоизомерия. Физические свойства. Амфотерность, изоэлектрическая точка. Образование хелатных соединений. Идентификация α -аминокислот.

Пептиды и белки. Амидная природа пептидной связи. Строение макромолекулы белков и пептидов. Первичная структура пептидов и белков. Частичный и полный гидролиз. Амфотерность пептидов и белков. Качественные реакции.

Пептидная природа некоторых гормонов (окситоцин, вазопрессин, инсулин) и лекарственных средств (эналаприл).

γ -Аминомасляная кислота. Аминалон. Пирацетам.

n-Аминобензойная кислота. Анестезин, новокаин, новокаиамид. *o*-Аминобензойная (антраниловая) кислота.

Сульфаниловая кислота. Сульфаниламид (стрептоцид). Общий принцип строения сульфаниламидных лекарственных средств.

n-Аминофенол, его производные, применяемые в медицине (парацетамол). Катехоламины. Адреналин, норадреналин. Синтетические аналоги катехоламинов.

Биогенные амины; 2-аминоэтанол (коламин), холин, ацетилхолин.

4. Углеводы.

4.1. Моносахариды.

Классификация (альдозы и кетозы, пентозы и гексозы); дезокси- и аминсахара. Стереоизомерия; D- и L-стереохимические ряды, эпимеры. Открытые и циклические формы (фуранозы, пиранозы). α - и β -Аномеры. Формулы Хеуорса. Конформации циклических форм. Цикло-оксо- (кольчато-цепная) таутомерия. Мутаротация растворов.

Химические свойства моносахаридов. Образование простых и сложных эфиров. Реакции полуацетальной группы: образование гликозидов. O-, N- и S-гликозиды; их отношение к гидролизу. Понятие о C-гликозидах. Изомеризация в щелочной среде (реакция эпимеризации). Окисление

моносахаридов. Гликоновые, гликаровые и гликуроновые кислоты. Восстановление моносахаридов в полиолы (альдиты).

Пентозы: D-ксилоза, D-рибоза. Гексозы: D-глюкоза, D-галактоза, D-манноза, D-фруктоза. 2-Дезокси-D-рибоза. D-глюкозамин, D-сорбит, ксилит. D-гликуроновая, D-галактуроновая, D-глюконовая кислоты. Аскорбиновая кислота (витамин С).

4.2. Олигосахариды и полисахариды.

Строение восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Таутомерия восстанавливающих дисахаридов. Гидролиз, метанолиз. Сложные и простые эфиры. Отношение к окислению.

Мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза.

Классификация, принцип строения гомополисахаридов. Сложные и простые эфиры полисахаридов: ацетаты, нитраты, метил-, карбоксиметил- и диэтиламиноэтилцеллюлоза.

Крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстраны, инулин, пектиновые вещества. Гидролиз полисахаридов и их производных.

Понятие о строении аминогликозидных антибиотиков и гликопептидов.

5. Гетероциклические соединения. Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты.

5.1. Особенности номенклатуры, строения гетероциклических соединений. Пятичленные гетероциклические соединения.

Классификация гетероциклических соединений. Основы систематической номенклатуры. Строение пяти- и шестичленных ароматических гетероциклических соединений, электроноизбыточные и электронодефицитные гетероциклы. Характеристика термодинамической устойчивости ароматических гетероциклов.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Ароматические представители. Кислотно-основные свойства пиррола. Ацидофобность пиррола и тиофена. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Особенности реакций нитрования, сульфирования и бромирования ацидофобных гетероциклов. Реакции восстановления и окисления.

Пиррол, тиофен, фуран, пирролидин, тетрагидрофуран.

Фурфурол, семикарбазон 5-нитрофурфурола (фурацилин), цианокобаламин — витамин В₁₂. Бензопиррол (индол), β-индолилуксусная кислота. Понятие о строении хлорофилла и гемоглобина.

Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Ароматические представители: пиразол, имидазол, тиазол, оксазол. Кислотно-основные свойства, образование ассоциатов. Реакции электрофильного замещения в пиразоле и имидазоле.

Пиразолон и его таутомерия. Лекарственные средства на основе пиразолона-5 (анальгин, бутадиион).

Производные имидазола: гистидин, гистамин, бензимидазол.

Тиазолидин. Представление о структуре пенициллиновых антибиотиков.

5.2. Шестичленные гетероциклические соединения.

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Ароматические представители: пиридин, хинолин, изохинолин. Основные свойства. Реакции электрофильного замещения. Реакции нуклеофильного замещения (аминирование, гидроксирование). Таутомерия гидроксипроизводных и аминопроизводных пиридина. Нуклеофильные свойства пиридина. Алкилпиридиновый ион и его взаимодействие с гидрид-ионом как химическая основа окислительно-восстановительного действия кофермента НАД⁺ (никотинамидадениндинуклеотид).

Гомологи пиридина: α -, β - и γ -пиколины; их окисление. Никотиновая и изоникотиновая кислоты. Амид никотиновой кислоты (витамин РР), гидразид изоникотиновой кислоты (изониазид). Пиперидин. Хинуклидин.

Пиридоксаль. Общие представления о строении и свойствах соединений группы витамина В₆.

8-Гидроксихинолин (оксин) и его производные, применяемые в медицине. Понятие о строении фторхинолонов.

Группа пирана. Неустойчивость α - и γ -пиранов. α - и γ -Пироны. Соли пирилия, их ароматичность. Цианидиновая проба. Бензопироны: хромон, кумарин, флаван и их гидроксипроизводные. Флавоноиды: лютеолин, кверцетин, рутин. Флаван и его гидроксипроизводные (катехины). Токоферол (витамин Е).

Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Ароматические представители диазинов: пиримидин, пиразин, пиридазин. Пиримидин, его гидрокси- и аминопроизводные: урацил, тимин, цитозин как компоненты нуклеозидов, их таутомерия. Барбитуровая кислота: лактим-лактимная и кето-енольная таутомерия, кислотные свойства. Производные барбитуровой кислоты: барбитал, фенобарбитал. Тиамин (витамин В₁). Оксазин, феноксазин. Тиазин, фенотиазин.

Понятие о семичленных гетероциклах. Диазепин, бензодиазепин. Представление о строении лекарственных средств бензодиазепинового ряда.

5.3. Конденсированные гетероциклические соединения. Алкалоиды.

Пурин. Гидрокси- и аминопроизводные пурина: гипоксантин, ксантин, мочевая кислота. Аденин, гуанин как компоненты нуклеозидов, их таутомерия. Кислотные свойства мочевой кислоты, ее соли (ураты). Метилированные ксантины: кофеин, теofilлин, теобромин. Качественные реакции метилированных ксантинов.

Птеридин и изоаллоксазин. Фолиевая кислота. Рибофлавин.

Алкалоиды. Химическая классификация. Основные свойства; образование солей. Качественные реакции алкалоидов. Алкалоиды группы пи-

ридина: никотин, анабазин. Алкалоиды группы хинолина: хинин. Алкалоиды групп изохинолина и изохинолинофенантрена: папаверин, морфин, кодеин.

Алкалоиды группы тропана: атропин, кокаин.

5.4. Нуклеозиды, нуклеотиды. Понятие о нуклеиновых кислотах.

Состав и строение нуклеозидов. Азотистые основания. Пуриновые и пиримидиновые нуклеозиды. Гидролиз нуклеозидов. 5-Фторурацил, 3-азидотимидин как лекарственные средства.

Состав и строение нуклеотидов. Отношение к гидролизу. Свободные нуклеотиды.

Рибонуклеиновые (РНК) и дезоксирибонуклеиновые (ДНК) кислоты. Первичная структура нуклеиновых кислот. Понятие о вторичной структуре. Комплементарные пары азотистых оснований.

6. Липиды.

6.1. Классификация липидов. Омыляемые липиды. Изопреноиды. Терпены и терпеноиды.

Классификация липидов по отношению к гидролизу: омыляемые (простые и сложные), неомыляемые (изопреноиды). Физические свойства. Омыляемые простые липиды. Триацилглицерины (жиры, масла). Высшие жирные кислоты как структурные компоненты триацилглицеринов (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая). Гидролиз, гидрогенизация, представление об окислении жиров и масел.

Воски. Высшие одноатомные спирты (цетиловый, мирициловый). Пчелиный воск. Спермацет. Ланолин. Твины.

Омыляемые сложные липиды. Фосфатидная кислота. Фосфолипиды (фосфатидилколамины, фосфатидилхолины). Дифильное строение. Гидролиз.

6.2. Изопреноиды. Терпены и терпеноиды.

Изопреноиды. Изопреновое правило. Терпены и терпеноиды. Классификация. Монотерпены и монотерпеноиды: циклические (цитраль и его изомеры), моноциклические (лимонен), бициклические (α -пинен, борнеол, камфора). Ментан и его производные, применяемые в медицине: ментол, терпин. Дитерпеноиды; ретинол (витамин А), ретиналь. Тритерпены, сквален. Тетратерпены (каротиноиды); β -каротин как провитамин А.

6.3. Стероиды.

Строение гонана (циклопентанпергидрофенантрен) как структурной основы стероидов. Номенклатура. Stereoизомерия, цис-транс-сочленение циклогексановых колец (цис- и транс-декалин). α, β -Stereoхимическая номенклатура, 5α - и 5β -Stereoхимические ряды. Родоначальные углеводороды стероидов: эстран, андростан, прегнан, холан, холестеран.

Производные холестерана (стерины): холестерин, эргостерин. Превращение эргостерина и холестерина в соединения витаминов группы D (ви-

тамины D₂ и D₃). Производные холана (желчные кислоты): холевая и дезоксихолевая кислоты. Гликохолевая и таурохолевая кислоты, их дифильный характер. Производные андростана (андрогенные вещества): тестостерон, андростерон. Производные эстрана (эстрогенные вещества): эстрон, эстрадиол, эстриол. Производные прегнана (кортикостероиды): дезоксикортикостерон, гидрокортизон, преднизолон. Агликоны сердечных гликозидов: дигитоксигенин, строфантин. Общий принцип строения сердечных гликозидов.

Химические свойства стероидов, обусловленные функциональными группами: производные по гидроксильной, карбонильной, карбоксильной группам.

7. Синтез. Методы выделения и очистки. Физические константы вещества как критерии чистоты и идентификации.

Понятие о планировании синтеза. Условия реакции и их обеспечение. Методы выделения и очистки: экстракция, перегонка, перекристаллизация, возгонка, хроматография.

Физические константы как критерии чистоты и идентификации: температура плавления, температура кипения, показатель преломления.

Представление об измерении и использовании плотности, удельного вращения, хроматографических характеристик.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольная работа выполняется на основе настоящих методических рекомендаций. К выполнению контрольной работы следует приступать только после изучения теоретического материала. Контрольная работа № 1 охватывает материал следующих разделов:

1. Классификация и номенклатура органических соединений
2. Пространственное строение органических соединений
3. Углеводороды
4. Галогенопроизводные углеводородов
5. Спирты, фенолы, простые эфиры
6. Амины. Азо-, диазосоединения
7. Альдегиды и кетоны
8. Взаимосвязь между органическими соединениями различных классов.

Номер варианта соответствует двум последним цифрам номера зачетной книжки. Контрольная работа выполняется в ученической тетради (12–18 л.)

На обложке тетради указываются следующие данные:

Органическая химия

Контрольная работа №

Вариант №

Студента 2 курса заочного отделения фармацевтического факультета
БГМУ

№ группы

Фамилия, имя, отчество

Зачетная книжка №

Домашний адрес

Дата отправления работы

Подпись

Работа должна выполняться следующим образом: вопрос – ответ. Ответы пишите кратко, но разборчиво, без сокращения слов. В конце работы указывается список использованной литературы.

Страницы тетради должны иметь поля не менее 4 см для замечаний рецензента.

Если контрольная работа не зачтена, то она возвращается студенту с замечаниями рецензента. В рецензии указывается, какой из вопросов контрольной работы необходимо выполнить заново. Исправление ошибок следует проводить в той же тетради, где написана работа, и представить работу на повторную проверку.

Студенты, не выполнившие в установленные сроки контрольные работы № 1 и № 2, к экзамену не допускаются.

ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1

Последние цифры номера зачетной книжки	№ варианта	Задания к контрольной работе № 1
01 или 51	1	1, 21, 41, 61, 81, 101, 121, 141
02 или 52	2	2, 22, 42, 62, 82, 102, 122, 142
03 или 53	3	3, 23, 43, 63, 83, 103, 123, 143
04 или 54	4	4, 24, 44, 64, 84, 104, 124, 144
05 или 55	5	5, 25, 45, 65, 85, 105, 125, 145
06 или 56	6	6, 26, 46, 66, 86, 106, 126, 146
07 или 57	7	7, 27, 47, 67, 87, 107, 127, 147
08 или 58	8	8, 28, 48, 68, 88, 108, 128, 148
09 или 59	9	9, 29, 49, 69, 89, 109, 129, 149
10 или 60	10	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160
11 или 61	11	19, 39, 59, 79, 99, 119, 139, 159
12 или 62	12	18, 38, 58, 78, 98, 118, 138, 158
13 или 63	13	17, 37, 57, 77, 97, 117, 137, 157
14 или 64	14	16, 36, 56, 76, 96, 116, 136, 156
15 или 65	15	15, 35, 55, 75, 95, 115, 135, 155
16 или 66	16	14, 34, 54, 74, 94, 114, 134, 154
17 или 67	17	13, 33, 53, 73, 93, 113, 133, 153
18 или 68	18	12, 32, 52, 72, 92, 112, 132, 152
19 или 69	19	11, 31, 51, 71, 91, 111, 131, 151
20 или 70	20	10, 30, 50, 70, 90, 110, 130, 150
21 или 71	21	1, 22, 43, 64, 85, 106, 127, 148
22 или 72	22	2, 21, 42, 63, 84, 105, 126, 147
23 или 73	23	3, 22, 41, 62, 83, 104, 125, 146
24 или 74	24	4, 23, 43, 61, 82, 103, 124, 145
25 или 75	25	5, 24, 44, 62, 81, 102, 123, 144
26 или 76	26	6, 25, 45, 63, 83, 101, 122, 143
27 или 77	27	2, 23, 44, 65, 86, 101, 121, 141
28 или 78	28	3, 24, 45, 66, 87, 108, 129, 160
29 или 79	29	4, 25, 46, 67, 88, 109, 140, 149
30 или 80	30	5, 26, 47, 68, 89, 120, 128, 159
31 или 81	31	6, 27, 48, 69, 99, 118, 137, 160
32 или 82	32	7, 28, 49, 80, 100, 119, 138, 158
33 или 83	33	8, 29, 60, 79, 98, 117, 136, 156
34 или 84	34	9, 40, 59, 78, 97, 116, 135, 155
35 или 85	35	20, 39, 58, 77, 96, 115, 134, 154
36 или 86	36	19, 38, 57, 76, 95, 114, 133, 153
37 или 87	37	18, 37, 56, 75, 94, 113, 132, 152

Последние цифры номера зачетной книжки	№ варианта	Задания к контрольной работе № 1
38 или 88	38	17, 36, 55, 74, 93, 112, 131, 150
39 или 89	39	16, 35, 54, 73, 92, 111, 137, 151
40 или 90	40	15, 34, 53, 72, 91, 110, 130, 145
41 или 91	41	14, 33, 52, 71, 90, 116, 134, 152
42 или 92	42	13, 32, 51, 70, 90, 104, 138, 146
43 или 93	43	12, 31, 50, 66, 83, 107, 139, 141
44 или 94	44	11, 30, 41, 61, 84, 103, 122, 154
45 или 95	45	10, 32, 53, 74, 95, 116, 137, 158
46 или 96	46	11, 22, 44, 66, 88, 111, 122, 144
47 или 97	47	18, 31, 52, 73, 94, 115, 136, 157
48 или 98	48	8, 40, 58, 76, 94, 112, 137, 145
49 или 99	49	13, 31, 55, 73, 91, 116, 138, 159
50 или 100	50	19, 23, 44, 63, 86, 108, 139, 156

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

I. КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Приведите структурные формулы соединений:

- а) 2,3-диметилгексен-1;
- б) 1,3-дихлор-4-этилгептин-1;
- в) 3-этилпентен-2-овая кислота;
- г) фенилацетилен.

2. Приведите структурные формулы соединений:

- а) 3,4-диэтилгексен-1;
- б) 1,4-дибром-3-этилгексин-1;
- в) 1-метоксипентанол-1;
- г) метилгидрохинон.

3. Приведите структурные формулы соединений:

- а) 3,4-диметилгептин-1;
- б) 2-метилтиобутан;
- в) аллилбромид;
- г) 3-нитробензойная кислота.

4. Приведите структурные формулы соединений:

- а) N,N-диметиланилин;
- б) 2,4-диметил-4-изопропилоктен-2;
- в) 3-гидрокси-3-метилпентановая кислота;
- г) метилэтилизопропилкарбинол.

5. Приведите структурные формулы соединений:

- а) 2,5-дибром-3-этилгептен-3;
- б) 2-гидроксибутандиовая кислота;
- в) *o*-бромтолуол;
- г) N,N-диметил-3-нитроанилин.

6. Приведите структурные формулы соединений:

- а) 2-метил-5-метокси-1,4-бензохинон;
- б) 5,6-диметил-5-этил-4-изопропилнонин-1;
- в) тетрахлорэтилен;
- г) диаллилсульфид.

7. Приведите структурные формулы соединений:

- а) диизопропиламин;
- б) 2,4-диметил-4-пропилоктен-2;
- в) 4,6-диметилгептен-1-ол-4;
- г) пропеналь.

- 8.** Приведите структурные формулы соединений:
- а) 2,5-дибром-3-этилоктен-3;
 - б) бензил-2,4-динитрофенилсульфид;
 - в) нафталин-2-сульфоная кислота;
 - г) N-метил-N-этил-3-нитроанилин.
- 9.** Приведите структурные формулы соединений:
- а) N-ацетил-*n*-толуидин;
 - б) метилфенилтрихлорметилметан;
 - в) N-бензил-*n*-нитроанилин;
 - г) 2-метоксифенол.
- 10.** Приведите структурные формулы соединений:
- а) 2,5-диметилгептен-2-ол-4;
 - б) диизобутил;
 - в) 4-хлоронафтол-1;
 - г) метилролпиловый эфир;
 - д) N-ацетил-*n*-броманилин.
- 11.** Приведите структурные формулы соединений:
- а) 2,3,4,4-тетраметилпентен-2;
 - б) *цис-транс*-нонадиен-2,4;
 - в) 2,3-диметил-3,5-диизопропилоктандиол-1,7;
 - г) 3-гидроксифенилметанол.
- 12.** Приведите структурные формулы соединений:
- а) 2,2-триметилпентанон-3;
 - б) *n*-аминоазобензол;
 - в) 1,3-диамино-2,3-диметилбутан;
 - г) 3-метоксибутановая кислота.
- 13.** Приведите структурные формулы соединений:
- а) 1-хлор-2-бром-3-метил-4-этилгептен-3;
 - б) 2-метилпентен-1-ин-3;
 - в) 4,4-диэтилгептен-1-ол-3;
 - г) N-изопропилбензамид.
- 14.** Приведите структурные формулы соединений:
- а) 3-метил-4-этилгексанон-2;
 - б) ацетоанилид;
 - в) 2-метилтиоэтанол;
 - г) 3,4-диэтилоктадиен-1,3.
- 15.** Приведите структурные формулы соединений:
- а) N,N-диметил-*n*-аминобензальдегид;
 - б) 3-метил-4-пропилциклогексен;
 - в) 3,5-диоксогексановая кислота;
 - г) 3,6-диизопропилоктадиен-4,6-ин-1.

16. Приведите структурные формулы соединений:

- а) 4-метил-4-оксипентанон-2;
- б) 4-бром-4-этилгексин-2;
- в) 4-метил-3-этилциклогексанол;
- г) 3,3-дихлор-4,4-диметилпентен-1.

17. Приведите структурные формулы соединений:

- а) N-метилформаид;
- б) 4-метилпентен-1-он-3;
- в) *цис*-пентадиен-1,3;
- г) 2,5-диметилбензальдегид.

18. Приведите структурные формулы соединений:

- а) 1,3-дихлор-3,4-диэтилоктан;
- б) *цис-цис*-гептадиен-2,4;
- в) 2-метил-3-гидроксибутаналь;
- г) изопропилбензол.

19. Приведите структурные формулы соединений:

- а) 3-хлор-3-метилпентадиен-1,4;
- б) 3,4-диэтилгептин-1;
- в) 3,6-диметилоктаналь;
- г) транс-дифенилэтилен.

20. Приведите структурные формулы соединений:

- а) хлоропрен;
- б) октадиен-1,7-ин-4;
- в) амид 3,3-диметил-4-аминогексановой кислоты;
- г) нафтохинон-1,4.

II. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

21. Напишите структурные формулы всех изомерных органических соединений состава $C_4H_7Cl_3$. Назовите эти соединения. Какие из этих соединений могут обладать оптической изомерией? Ответ поясните.

22. Напишите структурные формулы всех изомерных органических соединений состава $C_4H_8O_3$. Назовите эти соединения. Какие из этих соединений могут обладать оптической изомерией? Ответ поясните.

23. Напишите структурные формулы всех изомерных органических соединений состава $C_4H_7BrO_2$. Назовите эти соединения. Какие из этих соединений могут обладать оптической изомерией? Ответ поясните.

24. Напишите структурные формулы всех изомерных органических соединений состава $C_4H_5BrO_5$. Назовите эти соединения. Какие из этих соединений могут обладать оптической изомерией? Ответ поясните.

38. Напишите структурные формулы всех изомерных карбонильных соединений состава $C_4H_8Br_2O$. Назовите эти соединения. Какие из этих соединений могут обладать оптической изомерией? Ответ поясните.

39. Напишите структурные формулы всех изомерных альдегидов и кетонов состава C_5H_8O . Назовите эти соединения. Какие из этих соединений могут обладать оптической изомерией? Ответ поясните.

40. Напишите структурные формулы всех изомерных органических соединений состава $C_4H_8Br_2O_4$. Назовите эти соединения. Какие из этих соединений могут обладать оптической изомерией? Ответ поясните.

III. УГЛЕВОДОРОДЫ

41. Сравните химические свойства бутин-1 и бутин-2. Приведите уравнения реакций, укажите условия их протекания.

42. Какие углеводороды образуются при дегидрировании 2,2-диметилгексана? Что получится при окислении этих соединений?

43. 2-Метилбутан последовательно обработали: а) Br_2 , $h\nu$; б) спиртовым раствором KOH , t° ; в) Cl_2 , H_2O ; г) спиртовым раствором KOH , t° ; д) Al_2O_3 , $300^\circ C$. Какое соединение образовалось в результате этих превращений? Приведите уравнения указанных реакций, назовите все соединения.

44. Напишите схемы реакций, с помощью которых можно получить из ацетилен: а) ацетальдегид; б) винилацетилен; в) винилацетат ($CH_2=CHOC(=O)CH_3$); г) бутин-2-диол-1,4; д) бутадиев-1,3.

45. Для бутин-1 и 3-метилпентин-1 напишите реакции со следующими веществами: а) водородом в присутствии катализатора; б) бромом; в) металлическим натрием; г) аммиачным раствором хлорида меди (I); д) водой в присутствии катализатора. Какие соединения образуются при окислении в мягких и жестких условиях данных алкинов?

46. Напишите схему реакции Кучерова для каждого соединения: а) ацетилен; б) метилацетилен; в) диметилацетилен; г) метилэтилацетилен. Отметьте, в каких случаях образуются: альдегид, кетон, смесь кетонов.

47. Пропин и пропен введите во взаимодействие со следующими веществами: а) соляная кислота; б) бромная вода; в) перманганат калия; г) вода. Приведите уравнения реакций.

48. Напишите реакции конденсации: а) ацетилен с метилэтилкетон; б) метилацетилен с ацетоном; в) винилацетилен с ацетоном; г) этилацетилен с формальдегидом; д) 3-метил-бутин-1 с продуктом его гидратации.

49. Соединение $C_6H_{10}Br$ при нагревании со спиртовым раствором щелочи образует вещество, которое в условиях жесткого окисления пре-

вращается в ацетон и пропановую кислоту. Какое строение может иметь исходное бромпроизводное?

50. Углеводород состава C_8H_{14} присоединяет две молекулы брома, не реагирует с аммиачным раствором однохлористой меди, при окислении образует ацетон и щавелевую кислоту. Напишите формулу углеводорода и указанные реакции.

51. Сравните отношение бензола, циклогексана и циклогексена к действию брома и окислителей. Какие углеводороды могут быть получены при каталитическом гидрировании указанных соединений?

52. Сравните свойства бензола и 1,3-циклогексадиена и покажите, что бензолу присущ ароматический характер. В чем причина имеющихся различий?

53. Напишите реакции бромирования и нитрования: а) бензола; б) бензойной кислоты; в) толуола.

54. Приведите механизм реакций толуола с хлористым этилом и хлористым ацетилом в присутствии $AlCl_3$. Объясните, почему в первом случае в продукте реакции содержится значительное количество ди- и триэтилзамещенных толуолов, а во втором — реакция заканчивается на стадии образования моноацетилтолуола.

55. Основываясь на общем механизме электрофильного замещения в ароматическом ряду, объясните следующие факты: а) при хлорировании бензола в присутствии бромида алюминия не образуется бромбензол; б) при действии на бензол хлорида йода (ICl) в присутствии солей серебра продуктом реакции является йодбензол.

56. Опишите механизм реакций бромирования толуола в ароматическом ядре и боковой цепи. Укажите условия протекания данных реакций.

57. Какие продукты образуются при моносulfировании следующих соединений: а) толуола; б) нитробензола; в) бензойной кислоты; г) бромбензола? Какое соединение должно sulfироваться легче остальных? Почему?

58. Опишите механизм реакций присоединения Br_2 и HBr к 2-метилбутадиену-1,3.

59. Объясните действие правила Марковникова на примере реакции взаимодействия бромоводорода с пропеном и 3,3,3-трифторпропеном.

60. Установите строение углеводорода состава C_6H_{12} , если известно, что он обесцвечивает бромную воду, при гидратации образует третичный спирт состава $C_6H_{13}OH$, а при окислении хромовой смесью — ацетон и пропановую кислоту. Напишите уравнения этих реакций.

IV. ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

61. Какие соединения образуются при действии водного и спиртового раствора щелочи на *втор*-бутилбромид? Напишите схемы реакций и укажите их механизм.

62. Напишите схему синтеза *о*-хлорбензилхлорида из толуола и его реакцию с водным раствором щелочи. Укажите механизмы реакций.

63. Сравните отношение к гидролизу аллилхлорида и винилхлорида. Ответ поясните. Напишите механизм реакции гидролиза аллилхлорида.

64. Сравните реакционную способность *н*-пропилхлорида и винилхлорида в реакциях нуклеофильного замещения. Напишите механизм реакций щелочного гидролиза *н*-пропилхлорида.

65. Напишите схему синтеза хлорбензола и бензилхлорида исходя из бензола. Сравните реакционную способность хлорбензола и бензилхлорида в реакциях нуклеофильного замещения.

66. Объясните, почему галогеналканы легко вступают в реакции нуклеофильного замещения, а спирты только в присутствии кислотного катализатора? Напишите механизм реакции получения *трет*-бутилхлорида из соответствующего спирта.

67. Сравните склонность к реакциям нуклеофильного замещения галогена в соединениях: *н*-хлортолуол и бензилхлорид. Ответ обоснуйте.

68. Приведите механизм реакций щелочного гидролиза изомерных моногалогенпроизводных бутана.

69. Сравните и объясните подвижность галогена по отношению к нуклеофильным реагентам в соединениях: хлорбензол, бензилхлорид, *п*-нитрохлорбензол, *п*-метоксихлорбензол.

70. Из 1-бромпропана получите изопропиловый спирт и с помощью химических реакций докажите его амфотерные свойства.

71. Получите изопропилбромид из следующих соединений: а) пропана; б) пропена; в) пропина; г) пропилового спирта; д) изопропилового спирта.

72. Используя в качестве основного исходного продукта бутен-1, предложите схемы синтезов: а) 1-бромбутана; б) 2-бромбутана; в) 3-бромбутена-1; г) 1,2-дибромбутана; д) 2,2-дибромбутана.

73. Напишите схемы реакций изопропилхлорида с: а) цианистым калием; б) аммиаком; в) метантиолятом натрия; г) спиртовым; д) водным раствором щелочи. Приведите механизм реакции гидролиза.

74. Из соответствующего непредельного углеводорода получите 2-бром-2-метилбутан. Напишите для последнего схемы реакции с: а) аммиаком; б) нитритом серебра; в) ацетиленидом натрия.

75. Напишите схемы реакций пропилбромиды с: а) цианистым натрием б) этиламино; в) этилатом натрия; г) спиртовым; д) водным раствором щелочи. Приведите механизм реакции гидролиза.

76. Расположите галогеналкилы в ряд порядке возрастания реакционной способности в реакциях, протекающих по S_{N2} механизму: 1-бромпентан; 2-бромпентан; 2-бром-2-метилбутан. Ответ поясните. Приведите примеры S_{N2} -реакций.

77. Сравните скорость реакции щелочного гидролиза по механизму S_{N1} *трет*-пентилхлорида, аллилхлорида, пропилахлорида, изопропилхлорида. Составьте схемы реакций гидролиза, назовите продукты реакций.

78. Расположите в ряд по легкости дегидрогалогенирования (спиртовым раствором KOH) 1-бром-4-метилпентан; 2-бром-4-метилпентан; 2-бром-2-метилпентан. Ответ поясните. Напишите схемы реакций дегидрогалогенирования, назовите продукты реакций.

79. Расположите в ряд по легкости дегидрогалогенирования (спиртовым раствором KOH) 1-бром-4-метилгексан; 2-бром-4-метилгексан; 2-бром-2-метилгексан. Ответ поясните. Напишите схемы реакций дегидрогалогенирования, назовите продукты реакций.

80. Сравните скорость реакций гидролиза 3-бром-3-метилпентана-1 и 3-бром-3-метилпентана. Составьте схемы реакций гидролиза. Укажите, по какому механизму протекает гидролиз каждого из этих соединений. Какой побочный продукт образуется в небольшом количестве в результате гидролиза 3-бром-3-метилпентана-1?

V. СПИРТЫ, ФЕНОЛЫ, ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ

81. Расположите фенолы в ряд по возрастанию кислотности: а) фенол; б) 2,6-диметилфенол; в) 2,4-ди(трифторметил)фенол; г) 2,4-дигидрокси-фенол. Ответ поясните.

82. Напишите схему синтеза дибензилового эфира из толуола.

83. Используя различные алкилирующие реагенты, напишите схемы реакций алкилирования 2-бутанола.

84. Используя различные алкилирующие реагенты, напишите схемы реакций алкилирования изобутилового спирта.

85. Напишите схему синтеза *n*-броманизола из бензола и метанола и схему его реакции с HI (конц.) при нагревании.

86. Сравните кислотные свойства следующих соединений: а) фенол; б) бензиловый спирт; в) *n*-крезол; г) *n*-нитрофенол. Ответ обоснуйте.

87. Напишите схему синтеза фенилэтилового эфира из: а) бензола; б) этанола и схему его реакции с концентрированной йодоводородной кислотой при нагревании.

88. Напишите схемы реакций, лежащих в основе идентификации фенолов.

89. Напишите схемы реакций, с помощью которых можно различить *n*-бутиловый и *трет*-бутиловый спирты.

90. Напишите схемы реакций, с помощью которых можно отличить пропанол-2 от пропандиола-1,2.

91. Из бутилхлорида получите 1,2-эпоксибутан и напишите схемы реакций последнего с метанолом в присутствии кислоты и аммиаком.

92. Напишите схему синтеза резорцина из бензола.

93. Из пропилена получите метилпропиловый эфир и напишите схемы его реакций с концентрированными растворами HCl на холоду и HI при нагревании.

94. Из 1-бромпропана получите изопропиловый спирт и с помощью химических реакций докажите его амфотерные свойства.

95. Напишите схему синтеза аллилпропилового эфира из пропилена и схему реакции полученного соединения с бромом.

96. Напишите схему синтеза *m*-хлорбензилхлорида из бензола и метанола. Для полученного соединения напишите схему реакции с фенолятом натрия. Назовите полученное соединение.

97. Напишите схему синтеза глицерина из пропена. Сравните кислотные свойства глицерина и пропанола-1. Ответ обоснуйте.

98. Напишите схему синтеза пирокатехина из фенола. Сравните кислотные свойства фенола и пирокатехина. Ответ обоснуйте.

99. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно различить пропанол-1 и пропанол-2.

100. Сравните склонность к реакциям бромирования бензола и фенола. Для бензола приведите механизм реакции бромирования.

VI. АМИНЫ. АЗО-, ДИАЗОСОЕДИНЕНИЯ

101. Расположите следующие соединения в порядке возрастания их основности: а) метиламин; б) анилин; в) диметиламин; г) *N*-метиланилин; д) дифениламин. Ответ поясните.

102. Сравните основные свойства соединений: анилин, *n*-нитроанилин, *n*-метоксианилин, *n*-толуидин. Ответ поясните.

103. Напишите схему реакции азосочетания 3-хлорбензолдиазоний хлорида с *N,N*-диэтиланилином. Назовите полученное соединение. В каких условиях надо проводить эту реакцию и почему?

104. Сравните основные свойства соединений: анилин, бензиламин, *n*-нитроанилин, *n*-толуидин. Ответ поясните.

105. Напишите схемы реакций *n*-аминобензиламина: а) с 1 молем уксусного ангидрида; б) изб. HCl.

106. Какое соединение получится в результате реакции азосочетания фенола с 4-нитробензолдиазоний гидросульфатом? Напишите схему реакции и назовите полученное соединение. В каких условиях надо проводить эту реакцию и почему? 4-гидрокси-4-нитроазобензол.

107. Сравните основные свойства соединений: анилин, дифениламин, метиламин, ацетанилид. Ответ поясните.

108. Напишите схемы реакций анилина: а) с пропионилхлоридом; б) метилбромидом. Назовите полученные соединения.

109. Напишите схему реакции азосочетания между N,N-диметиланилином и *n*-нитробензолдиазонийхлоридом. Назовите полученное соединение. В каких условиях надо проводить эту реакцию и почему?

110. Сравните основные свойства соединений: анилин, бензиламин, *n*-хлоранилин, *n*-толуидин. Ответ поясните.

111. Напишите схемы реакций этиламина: а) с ацетилхлоридом; б) этанолом. Назовите полученные соединения.

112. Напишите схему реакции азосочетания *n*-толуолдиазоний хлорида с *n*-крезолом. Назовите полученное соединение. В каких условиях надо проводить эту реакцию и почему?

113. Сравните основные свойства соединений: диметиламин, дифениламин, дибензиламин, фенилметиламин. Ответ поясните.

114. Напишите схемы реакций анилина: а) с уксусным ангидридом; б) этилиодидом. Назовите полученные соединения.

115. Напишите схему реакции азосочетания между анилином и *n*-метоксибензолдиазонийхлоридом. Назовите полученное соединение. В каких условиях надо проводить эту реакцию и почему?

116. Напишите схему реакции азосочетания *n*-толуолдиазоний хлорида с фенолом. Назовите полученное соединение. В каких условиях надо проводить эту реакцию и почему?

117. Получите 2-метилпропиламин: а) алкилированием аммиака; б) из амидов; в) из нитросоединений. Приведите уравнения реакций подтверждающих основные свойства этого амина.

118. С помощью каких химических реакций можно различить: а) этиламин и диэтиламин; б) *o*-толуидин и N-метиланилин? Приведите схемы этих реакций.

119. Приведите схемы азосочетания *n*-нитрофенилдиазоний хлорида: а) с фенолом; б) N,N-диметиланилином. Объясните, почему наибольшая скорость сочетания с фенолом наблюдается в слабощелочной среде, а с диметиланилином в нейтральной и слабокислой?

120. Опишите реакцию diazотирования и строение солей diaзония на примере diazотирования *o*-толуидина в солянокислой среде. Какими химическими свойствами обладает эта соль?

VII. Альдегиды и кетоны

121. Опишите химические свойства бутанона-2. Из каких непредельных соединений и галогенопроизводных можно получить этот кетон? Приведите уравнения соответствующих реакций, укажите условия их протекания.

122. Опишите химические свойства муравьиного альдегида. Приведите лабораторные способы получения этого соединения.

123. Из каких галогенопроизводных можно получить следующие карбонильные соединения: а) 4,4-диметилгексаналь; б) метилбутилкетон; в) 2,2-диметил-3-изопропил-пентаналь? Какие из указанных соединений будут вступать в реакцию альдольно-кетоновой конденсации? Приведите уравнения соответствующих реакций, укажите условия их протекания.

124. Напишите схемы образования метилэтилкетона из следующих соединений: а) бутилового спирта, б) этилацетилена, в) уксусной и пропановой кислот. Напишите реакцию взаимодействия метилэтилкетона с метиламином.

125. Напишите реакции получения всеми возможными способами 2-метилпропаналь. Напишите реакции его взаимодействия со следующими веществами: а) метиламином; б) синильной кислотой; в) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; г) CH_3OH . Приведите уравнения соответствующих реакций, укажите условия их протекания.

126. Приведите реакции, с помощью которых можно различить следующие соединения: а) бензальдегид и гексаналь; в) бензальдегид и бензиловый спирт; в) бензальдегид и бензойная кислота; г) бензальдегид и ацетофенон; д) бензальдегид и фенилуксусный альдегид.

127. Из какого непредельного соединения можно синтезировать в одну стадию метилпропилкетон? Приведите уравнение соответствующей реакции. Опишите химические свойства метилэтилкетона. Какие продукты образуются при бромировании этого соединения в присутствии кислоты, щелочи?

128. Определите строение соединения состава $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}$, которое реагирует с гидросиламином, дает реакцию серебряного зеркала и при окислении превращается в вещество состава $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$. При нитровании исследуемого соединения получается лишь один изомер. Приведите уравнения соответствующих реакций.

129. Какие из приведенных ниже соединений вступают в альдольную конденсацию, кетоновую конденсацию: а) муравьиный альдегид; б) мас-

льный альдегид; в) триметилуксусный альдегид; г) ацетон? Приведите схемы данных реакций. Укажите условия их протекания.

130. Напишите реакции синтеза метилизопропилкетона, исходя из: а) 2-метил-3,3-дихлорпентана; б) 2-метил-3-хлорпентана-2; в) 2-метилпентанола-3. Напишите схему окисления метилизопропилкетона по правилу Попова.

131. Напишите реакции *n*-толуилового альдегида со следующими веществами а) синильной кислотой; б) анилином; в) хлоридом фосфора (V); г) бромом; д) уксусным ангидридом. Что получится при окислении и восстановлении этого соединения? Напишите схемы соответствующих реакций.

132. 3,3-Диметилбутанол-1 подвергли дегидратации, на полученное соединение подействовали бромоводородом, затем водой, перманганатом калия. Напишите схемы соответствующих реакций и опишите основные химические свойства продукта реакций.

133. Гидратацией соответствующего ацетиленового углеводорода получите 4,4-диметилпентанон-2 и напишите для кетона реакции образования семикарбазона, фенилгидразона, оксинитрила. Как протекает бромирование кетона?

134. Напишите реакции получения всеми возможными способами бензальдегида. Опишите его основные химические свойства.

135. Для формальдегида напишите реакции конденсации со следующими веществами: а) CH_3CHO ; б) CH_3COCH_3 ; в) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$; г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$.

136. Приведите реакции, с помощью которых можно различить следующие соединения: а) бутаналь и бутанон-2; б) пентаналь и 3-метилбутанол-1; в) *n*-гексан и гексанон-3; г) пентанон-2 и пентанон-3; д) пропаналь и пропеналь.

137. Опишите реакцию Кучерова для диметилацетилена. Охарактеризуйте химические свойства полученного соединения.

138. Предложите схемы получения ацетона из пропанола и пропена. Опишите его химические свойства, обусловленные карбонильной группой.

139. Какие соединения образуются при действии концентрированного раствора щелочи: а) на смесь бензальдегида и ацетальдегида; б) бутаналь; в) смесь ацетона и формальдегида; г) ацетофенон?

140. Напишите схему реакции получения ванилина исходя из бензола через стадию образования гваякола. Проведите конденсацию ванилина с анилином. Дайте краткую характеристику химических свойств ванилина.

VIII. ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ

141. Напишите схемы реакций получения пропаналя из этена, используя магнийорганический синтез.
142. Напишите схемы реакций получения бутанона-2 из бутаналя.
143. Напишите схемы реакций получения оксима ацетона из пропиленхлорида.
144. Напишите схемы реакций получения ацетона из ацетилена.
145. Напишите схемы реакций получения метилэтилкарбинола из этилена.
146. Напишите схемы реакций получения глицерина из пропилена.
147. Напишите схемы реакций получения изопропилового спирта из пропиленгликоля.
148. Напишите схемы реакций получения 2-метилбутандиола-2,3 из 3-метилбутанола-1.
149. Напишите схемы реакций получения пропиленаллилового эфира из пропилена.
150. Напишите схемы реакций получения пропилизопропилового эфира из пропилена.
151. Напишите схемы реакций получения метилизопропилового эфира из метилпропилового эфира.
152. Напишите схемы реакций получения масляного альдегида из этилхлорида.
153. Напишите схемы реакций получения изомаляного альдегида из соответствующего алкена.
154. Напишите схемы реакций получения 2,2-диметоксипропана из 1,1-диметоксипропана.
155. Напишите схемы реакций получения пропиленгликоля из пропана.
156. Напишите схемы реакций получения диэтилкарбинола из пропилового спирта.
157. Напишите схемы реакций получения 2,2-дихлорпропана из 2-бром-2,3-диметилбутана.
158. Напишите схемы реакций получения 2-метилпентен-1-ин-3 из пропена.
159. Напишите схемы реакций получения диметилацетилена из *втор-*бутилхлорида.
160. Напишите схемы реакций получения дипропилпропиониламина из изопропилового спирта.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Грандберг, И. И. Органическая химия / И. И. Грандберг. М. : Дрофа, 2002. 672 с.
2. Органическая химия : учеб. для вузов : в 2 кн. / В. Л. Белобородов [и др.]. М. : Дрофа, 2008. Кн. 1. 640 с. Кн. 2. 592 с.
3. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии : учеб. пособие / Н. Н. Артемьева [и др.] ; под ред. Н. А. Тюкавкиной. М. : Дрофа, 2003. 383 с.

Дополнительная

4. Травень, В. Ф. Органическая химия : учеб. для вузов : в 2 т. / В. Ф. Травень. М. : Академкнига, 2004. Т. 1. 727 с. Т. 2. 582 с.
5. Браун, Д. Спектроскопия органических веществ / Д. Браун, А. Флорид, М. Сейнз-бери. М. : Мир, 1992. 300 с.
6. Кан, Р. Введение в химическую номенклатуру / Р. Канн, О. Дермер. М. : Мир, 1983. 347 с.
7. Овчинников, Ю. В. Биоорганическая химия / Ю. В. Овчинников. М. : Посвящение, 1987. 815 с.
8. Практикум по органической химии : синтез и идентификация органических соединений / под ред. О. Ф. Гинзбурга, А. А. Петрова. М. : Мир, 1989. 198 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предмет и задачи органической химии	3
План лекций	5
План лабораторных занятий.....	5
Содержание учебного материала.....	6
Порядок выполнения и оформления контрольных работ	19
Таблица вариантов контрольной работы № 1	20
Контрольные задания	22
Литература.....	35