

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ГОРНО-АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра органической, биологической химии и МПХ

Методические рекомендации по курсу «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Для студентов, обучающихся по специальностям
110201 «Агрономия»
050102 «Биология»

Горно-Алтайск
РИО Горно-Алтайского госуниверситета
2009

Печатается по решению методического совета
Горно-Алтайского государственного университета

Методические рекомендации по курсу «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ» (для студентов, обучающихся по специальностям «Агрономия» ОЗО, «Биология» ОЗО)/ Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. – с 70.

Составитель:

Тенгереева Г.Г., к.х.н., доцент

Рецензенты:

Четвергова Н.Е., к.п.н., доцент Бийского педагогического государственного университета им. В.М. Шукшина

Устюжанина Е.Н., к. п. н., доцент
Горно-Алтайского государственного университета

В работе представлены учебно-методические материалы по дисциплине «Органическая химия», в том числе программа, краткий лекционный курс, методические указания студентам по самостоятельной работе, содержание химического практикума, глоссарий, основная и дополнительная литература, темы рефератов и вопросы, выносимые на семестровый экзамен. Дисциплина «Органическая химия» является дисциплиной федерального компонента для студентов 1 курса специальности «Агрономия» ОЗО, и 3-4 курсов специальности «Биология» ОЗО.

© Тенгереева Г.Г., 2009

Содержание

Квалификационная характеристика специалиста	4
Набор компетенций, которые формируются у студентов при изучении курса	5
Рабочая программа дисциплины:	
I. Организационно-методический раздел	5
II. Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины, определенные ГОС ВПО	6
III. Технологическая карта учебного курса	7
IV. Содержание учебного курса	13
V. Тематика лекций	26
VI. Практикум	28
Лабораторные работы	31
VII. Глоссарий	35
VIII. Рекомендуемая литература	42
План самостоятельной работы	42
Содержание письменной домашней работы	44
Контрольная работа	50
Темы рефератов	81
Вопросы для подготовки к экзамену по курсу органической химии	82

Квалификационная характеристика специалиста «Ученый агроном»:

- определяет оптимальные параметры плодоношения и свойств почв для получения высоких урожаев, системы защиты растений, технологии обеззараживания продукции;
- знает свойства удобрений и агроулучшителей, методы определения норм их применения и расчета баланса органического вещества и элементов питания;
- осуществляет контроль за качеством продукции полеводства, овощеводства, плодоводства;
- уточняет и реализует современные экологически безопасные технологии производства растениеводческой продукции и воспроизводства плодородия почв в конкретных условиях хозяйства.

Квалификационная характеристика специалиста «Ученый биолог»:

- осуществляет деятельность по изучению и охране живой природы;
- проводит работу по использованию биологических систем в хозяйственных и медицинских целях;
- разрабатывает нормативные документы в своей области деятельности;
- организует и выполняет лабораторные исследования;
- анализирует получаемую лабораторную информацию, обобщает и систематизирует результаты выполненных работ;
- проводит экспериментальные исследования в своей области, формулирует их задачу, участвует в разработке и осуществлении новых методических подходов, обсуждении, оценке и публикации результатов;
- следит за соблюдением законодательства РФ, международных соглашений, выполнением норм и правил в области охраны природы;
- планирует мероприятия по охране природы и здоровья человека, предотвращению загрязнения и деградации природной среды.

Набор компетенций, которые формируются у студентов при изучении курса. При изучении лекционного материала по органической химии, подготовке и проведении практических и лабораторных занятий студенты должны приобрести основные знания и умения:

- усвоить основные понятия органической химии; закономерности строения органических соединений;
- научиться записи формул органических соединений и реакций с их участием;
- научиться составлению названий органических соединений;
- знание основных механизмов реакций органических соединений;
- знание методов синтеза наиболее важных соединений;
- практические умения и навыки по основным приемам работы с органическими веществами в лаборатории;
- знание качественных реакций на основные классы органических соединений;
- создание базы для изучения биологических дисциплин.
- навыки корпоративного мышления и коммуникативных компетенций при работе на семинарах и в период выполнения лабораторных опытов в паре и микрогруппах;
- навыки различных видов аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы (работа с различными источниками информации при подготовке к лекциям, семинарам и практическим занятиям, при написании рефератов, конспектов, выполнении домашней работы и др.).

Рабочая программа дисциплины

I. Организационно-методический раздел

Настоящая программа входит в число дисциплин учебного плана специальности «110201 – Агрономия» и рассчитана на 184 часа, из которых 92- аудиторных часа, на лекции отводится 28 часов и 64 часа на семинарские и практические занятия. По специальности «020201 – Биология» программа рассчитана на

130 часов, из которых 78- аудиторных часа, на лекции отводится 36 часов и 42 часа на семинарские и практические занятия.

Целью преподавания органической химии на биологическом и сельскохозяйственном факультетах является подготовка студентов к изучению дисциплин биологического профиля, связанных с вопросами образования и превращения органических соединений в природе. В лекционном курсе рассматриваются закономерности строения и реакционной способности органических веществ, природа органических реакций, общие закономерности органической химии, указывается значение органической химии для агрономии и биологии. Особое внимание уделяется реакциям, аналоги которых встречаются в живой природе. Рассматриваются биологически важные классы органических соединений и их химическая активность.

Основными задачами органической химии являются: изучение реакционной способности веществ в зависимости от их строения; получение веществ с заранее заданными свойствами; изучение закономерностей химических реакций.

В основе органической химии лежит теория химического строения А.М. Бутлерова, дополненная современными представлениями о природе химической связи, стереохимии, представлениями о механизмах химических реакций и взаимном влиянии атомов в молекуле.

При отборе научного материала для лекционного курса следует сохранять равновесие между теорией и фактическим материалом с обязательным рассмотрением важных для биохимии органических веществ, содержащихся в растительных объектах. Особое внимание должно уделяться реакциям, аналоги которых встречаются в живой природе.

II. Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины, определенные ГОС ВПО

Органическая химия. Разнообразие органических веществ и методы изучения их строения. Теория химического строения органических веществ, понятия об изомерии и гомологии. валентные состояния атома углерода (гибридизация). Природа химической связи в органических веществах. Электровалентная и ковалентная связи и их характеристика. Взаимосвязь между

реакционной способностью органических соединений и их строением. Водородная связь, роль в структурировании биополимеров. Взаимное влияние атомов в молекуле: индукционный и мезомерный эффекты. Классификация органических реагентов и реакций.

Строение, номенклатура, свойства, биологическая роль разных органических соединений. Загрязнение среды и трансформация в природе. Ациклические углеводороды. Алканы, алкены. Алкадиены и алкины. Природные полимеры. Изопреновое звено в природных соединениях. Галогеналканы. Спирты. Роль в обмене веществ. Альдегиды и кетоны. Карбонильные соединения в природе и их биологическая роль. Карбоновые кислоты. Жиры и масла. Роль в организации клеточных мембран. Роль дикарбоновых кислот в обмене веществ. Оксикислоты, их свойства как бифункциональных соединений. Оксикислоты в природе. Аминокислоты. Пептиды и пептидная связь. Белки и их биологическая роль. Углеводы. Моносахариды: строение, изомерия (структурная и конформационная), химические свойства. Дисахариды. Олигосахариды в природе. Полисахариды, строение и функции. Крахмал, гликоген, целлюлоза, их распространение в природе и биологическая роль. Ароматические соединения. правила ориентации. Фенолы. Ароматические амины. Ароматические соединения с конденсированными и неконденсированными ядрами, их биологическое значение. Гетероциклические соединения. Пяти- и шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Их строение и свойства. Природные соединения: гемоглобин, хлорофилл, пигменты желчи. Биологически активные соединения: алкалоиды, витамины группы В. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Пуриновые и пиримидиновые основания. Пуриновые алкалоиды. Нуклеозиды и нуклеотиды. Полинуклеотиды.

III. *Технологическая карта учебного курса **органической химии**.*

Факультет СХФ

Кафедра органической, биологической химии и МПХ.

Семестр 2

Таблица 1

Темы модулей	Все го часов	Аудиторные занятия			Само- стоя- тельная работа
		лек- ции	семи- нар- ские заня- тия	прак- тиче- ские заня- тия	
<p>1. Введение. Предмет органической химии, цели задачи. Методические и мировоззренческие аспекты органической химии. Значение органической химии для биологии.</p> <p>Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Дальнейшее ее развитие. Взаимное влияние атомов в молекуле органических соединений. Индуктивный и мезомерный эффект. Основы стереохимии</p>	26	4	3	1	18
<p>2. Алканы. Их строение , изомерия, номенклатура. Нахождение алканов в природе, их промышленное значение. Методы синтеза алканов. Химические свойства алканов. Гомеоплярный характер ковалентной связи в алканах. Механизм реакций радикального замещения (галогенирование, сульфохлорирование, нитрование). Сравнение устойчивости первичных, вторичных и третичных алканов. Окисление алканов. Понятие о крекинге нефтепродуктов</p>	20	2	2		16
<p>3. Алкены. Строение, изомерия (структурная и геометрическая), номенклатура. Способы получения алкенов. Дегидрирование алканов, дегидрогалогенирование галогеналканов, дегидратация спиртов. Дегалогенирование вицинальных ди-</p>	23	2	2	1	18

<p>галогеналканов. Гидрирование ацетиленовых углеводородов. Химические свойства алкенов. Электронное строение этилена и пропилена, схема σ- и π-связей. Электрофильное присоединение к алкенам, двухстадийный механизм реакции. A_E (π- и σ-комплексы). Правило Марковникова. Гидратация алкенов. Полимеризация алкенов. Реакции окисления.</p> <p>Алкины. Строение, изомерия, номенклатура. Схема σ- и π-связей ацетилена. Сопоставление поляризуемости двойной и тройной связи. Способы получения.</p> <p>Химические свойства. Ацетилениды. Сравнение кислотных свойств спиртов, ацетилена, этилена и этана. Реакции электрофильного присоединения к алкинам. Олигомеризация алкинов: димеризация (винилацетилен), циклотримеризация (бензол). Применение алкинов.</p>					
<p>4. Ароматические углеводороды. Их строение. Условия ароматического состояния. Изомерия. Номенклатура. Источники ароматических углеводородов. Устойчивость бензольного ядра к окислению и присоединению. Реакции электрофильного замещения. Влияние электронодонорных и электроноцепторных заместителей на скорость и направление реакции. Правила ориентации. Полициклические ароматические соединения: нафталин, антрацен, фенантрен, азулены. Природные соединения на основе</p>	27	4	3		20

фенантрена: алкалоиды, стероиды, витамины, гормоны. Канцерогенные вещества.					
5. Кислородосодержащие органические соединения: спирты, фенолы, альдегиды, кетоны. Их строение и изомерия. Сравнительная характеристика первичных, вторичных и третичных спиртов. Химические свойства спиртов. Фенолы, фенольные соединения в природе. Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах.	30	6	4	4	20
6. Карбоновые кислоты и их производные. Роль дикарбоновых кислот обмене веществ. Оксикислоты, их свойства как бифункциональных соединений.	26	4			22
7. Углеводы. Классификация, строение. Изомерия моноз. Химические свойства. Дисахариды и полисахариды, строение и свойства. Нахождение в природе. Биологическая роль. Гетероциклические соединения. Пяти- и шестичленные ароматические гетероциклические соединения: строение, свойства. Конденсированные гетероциклические соединения. Понятие об алкалоидах.	32	4	4		24
Всего:	184	26	18	2	138
Итоговая форма контроля:	экзамен				

Технологическая карта учебного курса **органической химии**.

Факультет БХФ

Кафедра органической, биологической химии и МПХ.

Семестр 3

Таблица 2

Темы модулей	Всего часов	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		лекции	семинарские занятия	практические занятия	
1. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Взаимное влияние атомов в молекуле органических соединений. Индуктивный и мезомерный эффект. Основы стереохимии	12	2	1	1	8
2. Алканы. Их строение, изомерия, номенклатура. Нахождение алканов в природе, их промышленное значение. Методы синтеза алканов. Химические свойства алканов. Механизм реакций радикального замещения (галогенирование, сульфохлорирование, нитрование). Понятие о крекинге нефтепродуктов.	11	1	2		8
3. Алкены. Строение, изомерия (структурная и геометрическая), номенклатура. Способы получения алкенов. Дегалогенирование вицинальных дигалогеналканов. Гидрирование ацетиленовых углеводородов. Химические свойства алкенов. Электрофильное присоединение к алкенам, двухста-	10	1		1	8

<p>дийный механизм реакции. A_E (π- и σ-комплексы). Правило Марковникова.</p> <p>Алкины. Строение, изомерия, номенклатура. Схема σ- и π-связей ацетилена. Сопоставление поляризуемости двойной и тройной связи. Способы получения.</p> <p>Химические свойства. Реакции электрофильного присоединения к алкинам. Применение алкинов.</p>					
<p>4. Ароматические углеводороды. Их строение. Условия ароматического состояния. Изомерия. Номенклатура. Источники ароматических углеводородов. Реакции электрофильного замещения. Влияние электронодонорных и электроноцепторных заместителей на скорость и направление реакции. Правила ориентации.</p>	13	2	3		8
<p>5. Кислородосодержащие органические соединения: спирты, фенолы, альдегиды, кетоны. Их строение и изомерия. Сравнительная характеристика первичных, вторичных и третичных спиртов. Химические свойства спиртов. Фенолы, фенольные соединения в природе. Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах.</p>	10	2			8
<p>6. Карбоновые кислоты и их производные. Роль дикарбоновых кислот в обмене веществ. Оксикислоты, их свойства как бифункциональных соединений.</p>	10	2			8
<p>7. Углеводы. Классификация, строение. Изомерия</p>	14	2	2		10

моноз. Химические свойства. Дисахариды и полисахариды, строение и свойства. Нахождение в природе. Биологическая роль. Гетероциклические соединения. Пяти- и шестичленные ароматические гетероциклические соединения: строение, свойства. Конденсированные гетероциклические соединения. Понятие об алкалоидах.					
Всего:	80	12	8	2	58
Итоговая форма контроля:	экзамен				

IV. Содержание учебного курса

Объяснительная записка

Курс органической химии для студентов служит теоретической базой для изучения таких профилирующих предметов, как физиология растений и дисциплины биологического цикла.

Изучение органической химии строится таким образом, чтобы дать студентам необходимые теоретические знания для анализа биохимических процессов и понимания биологических явлений на современном молекулярном уровне. Рассматриваются в наиболее общем виде некоторые теоретические вопросы органической химии, основные классы органических соединений, обращается внимание на биологическую роль органических соединений, их участие в образовании и функционировании биологических структур. При этом главной задачей является раскрытие общих закономерностей свойств органических соединений в зависимости от структуры их молекул.

Органическая химия как учебная дисциплина тесно связана с другими дисциплинами химического и биологического профиля, включенными в учебный план. Фундаментом для рассмотрения материала по органической химии являются курсы неорганической и аналитической химии.

1. Введение.

Предмет органической химии, цели и задачи. Методологические и мировоззренческие аспекты органической химии. Органическая химия в ряду других наук, связь её с биологией и медициной.

2. Теория химического строения органических соединений А.М.Бутлерова.

Основные положения теории. Простейшая и молекулярная формулы. Понятие о структурной формуле. Структурная изомерия и её разновидности. Дальнейшее развитие теории А.М.Бутлерова. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Стереохимия.

3. Теория направленных валентностей.

Связь между электронной структурой элементов, их положением в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева, зарядом их ионов и числом ковалентных связей в молекулах или ионах. Примеры изоэлектронных структур (метан, борогидридный и аммонийный ионы, метильный катион, ион гидроксония, аммиак и другие).

Теория гибридизации. Три валентных состояния атома углерода, правила для определения гибридизации атомов в молекуле .

Тетраэдрическая гибридизация. (sp^3 -гибридизация). Распределение электронной плотности в гибридной орбитали. Электронное строение и углы между направлением валентностей в молекулах этана, пропана и других углеводородов. Тетраэдрическая гибридизация атомов азота, кислорода на примерах этилового спирта, метиламина.

Тригональная гибридизация (sp^2 -гибридизация). Модель соединений с двойной связью, схема σ - и π -связей, углы между направлением валентностей в молекулах этилена, пропилена, бутадиена. Тригональная гибридизация атомов кислорода, азота. Схема σ - и π -связей в молекулах уксусной кислоты, нитрометана, мочевины и других соединений.

Диагональная гибридизация (sp-гибридизация). Модель соединений с тройной связью, схема σ - и π -связей в молекулах ацетилена, аллена, оксида углерода (IY).

Энергия, длина и поляризуемость простой, двойной и тройной связи в этане, этилене и ацетилене. Зависимость значений электроотрицательности и длины ковалентного радиуса от валентного состояния атома углерода. Энергия, длина и полярность связей C - H в алканах, алкенах и алкинах.

4. Классификация органических реакций.

По направлению: присоединение (A), отщепление (E), замещение (S), перегруппировка. По характеру реагирующих частиц: гомолитические (S_R , A_R) и гетеролитические (нуклеофильные S_N , A_N и электрофильные S_E , A_E).

Понятие о субстрате и реагенте, радикальных, электрофильных и нуклеофильных частицах. Понятие о моно-, би- и полимолекулярных реакциях.

5. Алканы. (предельные углеводороды).

Гомологический ряд метана. Структурная изомерия (изомерия углеродного скелета), оптическая и конформационная изомерия. Вывод структурных формул. Первичные, вторичные и третичные атомы углерода. Номенклатура алканов: историческая, рациональная, систематическая (ИЮПАК). Углеводородные остатки - алкилы. Нахождение алканов в природе, их промышленное значение.

Методы синтеза алканов. Методы синтеза без изменения углеродного скелета: восстановление алкилгалогенидов активными металлами, гидролиз металлоорганических соединений. Методы синтеза алканов с увеличением углеродного скелета: реакция Вюрца, реакция Кольбе. Синтез с уменьшением углеродного скелета (декарбоксилирование - синтез Дюма). Промышленные способы получения и выделения алканов.

Физические свойства алканов. Агрегатное состояние, закономерности в изменениях температуры кипения и плавления в гомологическом ряду. Переход количественных изменений в качественные.

Химические свойства алканов. Типы превращений, объяснение склонности к радикальным реакциям в условиях фотоллиза и термоллиза.

Реакции замещения. Галогенирование, механизм S_R , не-селективность реакций. Сравнение устойчивости первичных, вторичных и третичных радикалов. Скорости реакций фторирования, хлорирования, бромирования алканов. Сульфохлорирование. Использование сульфохлоридов для получения моющих средств. Нитрование. Жидкофазное нитрование (М.И.Коновалов), парофазное нитрование оксидами азота (А.М.Титов).

Окисление. Горение. Окисление алканов с разрывом C - C - связей (получение уксусной кислоты из бутана, синтетических жирных кислот из нефтяных фракций). Окисление n-алканов до спиртов без разрыва C - C - связей. Получение формальдегида из метана.

Отщепление. Дегидрирование алканов.

Расщепление. Крекинг, пиролиз. Цель этих процессов, их значение. Понятие о термическом и каталитическом крекинге.

Изомеризация n-алканов в изоалканы. Применение парафинов.

6. Галогенопроизводные алканов.

Гомологические ряды галогеноалканов (алкилгалогенидов), историческая и систематическая номенклатуры. Изомерия углеродной цепи, положения функциональной группы, оптическая и конформационная. Первичные, вторичные и третичные алкилгалогениды. Электронное строение алкилгалогенидов, индукционный эффект, дипольные моменты, энергия, полярность и поляризуемость связей C - X. Физические свойства.

Способы получения галогеноалканов: из алканов, из спиртов (действием галогеноводородных кислот, галогенозамещенных фосфора и серы), из этиловых и ацетиленовых углеводородов.

Химические свойства. Нуклеофильное замещение (S_N). Стадии диссоциации галогеноалканов, ионные пары и сольватация. Примеры реакций (взаимодействие с водными растворами щелочей, спиртами, аминами, солями цианистоводородной ки-

слоты и др.). Механизм реакций S_N-2 и S_N-1 . Стереоспецифичность реакций S_N-2 - типа и отсутствие таковой в реакциях S_N-1 - типа. Сравнение реакционной способности алкилгалогенидов в реакциях S_N . Конкурирующие реакции дегидрогалогенирования E 1 и E 2. Правило Зайцева. Влияние различных факторов на направление реакции (замещение или отщепление). Взаимодействие галогеноалканов с металлами (реакция Вюрца), цинком, магнием. Получение реактива Гриньяра, его использование для синтезов. Восстановление галогеноалканов.

7. Алкены (этиленовые углеводороды, олефины).

Гомологический ряд. Структурная изомерия: углеродного скелета и положения функциональной группы. Пространственная изомерия (Z и E). Номенклатура: историческая, рациональная и систематическая .

Способы получения алкинов. Крекинг нефтепродуктов, газы крекинга. Реакции отщепления: дегидрирования алканов, дегидрогалогенирование галогеноалканов, дегидратация спиртов. Дегалогенирование вицинальных дигалогеноалканов. Гидрирование ацетиленовых углеводородов.

Химические свойства алкенов. Сопоставление поляризуемости σ - и π - связей. Алкены как основания Льюиса. Электронное строение этилена и пропилена, схемы σ - и π - связей.

Присоединение. Гидрирование алкенов (гетерогенный катализ), катализаторы. Электрофильное присоединение к алкенам, двухстадийный механизм реакции A_E (π - и σ - комплексы). Гидрогалогенирование, механизм. Правило Марковникова, объяснение его поляризацией π - связи (статический фактор) и устойчивостью образующихся в промежуточной стадии карбониевых ионов (динамический фактор). Гидратация алкенов: сернокислотная (А.М.Бутлеров) и каталитическая . Галогенирование алкенов (A_E).

Полимеризация. Ступенчатая полимеризация изобутилена. Получение высокооктанового топлива. Цепная полимеризация, стадии процесса. Примеры полимеров.

Окисление. Окисление без разрыва C-C-связей: получение эпоксисоединений, использование их для синтеза гликолей. Реакция Вагнера. Окисление с разрывом C-C -связей. Значение

реакций окисления для установления строения алкенов. Озонидное расщепление.

8. Алкины (ацетиленовые углеводороды).

Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Электронное строение ацетилена, схемы σ - и π -связей. Электроотрицательность углерода в ацетилене. Сопоставление поляризуемости двойной и тройной связи. Физические свойства ацетиленовых углеводородов.

Способы получения. Получение ацетилена из карбида кальция, крекингом метана, дегидрогалогенированием вицинальных дигалогенидов, дегалогенирование тетрагалогенидов.

Химические свойства. Кислотные свойства алкинов: получение ацетиленидов натрия, тяжелых металлов, реактива Иодича (магнийорганических соединений). Сравнение кислотных свойств спиртов, ацетилена, этилена, этана. Реакции присоединения к алкинам. Гидрирование алкинов. Реакции A_E : гидрогалогенирование, гидратация (М.Г. Кучеров). Присоединение цианистоводородной и уксусной кислот. Полимеризация.

9. Алкадиены (диеновые углеводороды).

Классификация и номенклатура. Изомерия. Электронное строение 1,3-бутадиена, схемы σ - и π -связей. неполярный мезомерный эффект (π, π -сопряжение). Предельные структуры, мезоформулы с изогнутыми стрелками и выравненными связями, энергия мезомерии.

Методы синтеза диенов с сопряженными связями. Получение 1,3-бутадиена из буган-бутиленовой фракции крекинг-газов и из этилового спирта (С.В.Лебедев); изопрена (2-метил-1,3-бутадиена) из пентановой фракции нефти.

Химические свойства. Гидрирование диенов активными металлами в присутствии спирта, каталитическое гидрирование. Гидрогалогенирование 1,3-бутадиена (A_E). Натуральный каучук. Биологическое значение диенов.

10. Циклоалканы.

Строение. Номенклатура. Изомерия. Конформации циклогексана. Сравнение устойчивости цикла в зависимости от

его размера. Терпены. Строение. Представление о строении стероидов. Каротиноиды. (β -каротин). Биологическая роль циклопарафинов.

11. Ароматические углеводороды.

Бензол. Молекулярная формула бензола, структурная формула Кекуле, её недостатки, дополнения Кекуле (осцилляция). Понятие об ароматических свойствах бензола. Электронное строение бензола, схемы σ - и π -связей. Данные рентгеноструктурного анализа. Ароматическое сопряжение бензола, вид единой π -молекулярной орбитали, энергия мезомерии (резонанса). Правило ароматичности Хюккеля. Номенклатура, изомерия гомологов.

Методы синтеза: дегидрирование циклоалканов и циклоалкенов, дегидроциклизация алканов, циклотримеризация ацетиленов, получение гомологов по реакции Вюрца-Фиттига, алкилирование бензола по Фриделю-Крафтсу, алкилирующие реагенты (алкилгалогениды и алкены) - (S_E-2). Источники получения ароматических углеводородов в промышленности: уголь и нефть.

Химические свойства. Реакции присоединения: гидрирования, хлорирования. Горение, окисление озонем, контактно-каталитическое окисление в малеиновый ангидрид. Электрофильное замещение в ароматических углеводородах (S_E-2). Присоединение электрофильного реагента и образование σ -комплекса через π -комплекс, отщепление протона через π -комплекс и восстановление ароматической системы. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на скорость и направление реакции. Правило ориентации. Полициклические ароматические соединения: нафталин, антрацен, фенантрен, азулены. Природные соединения на основе фенантрена: алкалоиды, стероиды, витамины, гормоны. Канцерогенные углеводороды каменноугольной смолы (3,4-бензпирен и другие).

12. Спирты (алкоголи).

Гомологический ряд одноатомных спиртов. Номенклатура. Изомерия. Первичные, вторичные и третичные спирты.

Электронное строение этилового спирта. Схема σ -связей, их полярность .

Физические свойства. Влияние водородных связей на температуру кипения, растворимость в воде.

Способы получения. Окисление алканов, гидролиз галогеноалканов, гидратация алкенов (правило Марковникова). Промышленные способы получения и применения метилового и этилового спиртов.

Химические свойства. Кислотно-основные свойства спиртов. Сравнения кислотных и основных свойств воды, первичных, вторичных и третичных спиртов. Замещения атомов водорода гидроксильной группой на металл, взаимодействие с магниорганическими соединениями. Замещение гидроксила на галоген (S_N-2 для первичных и S_N-1 для вторичных и третичных спиртов.) Дегидратация спиртов. Правило Зайцева. Действие окислителей на первичные, вторичные и третичные спирты. Дегидрирование спиртов.

Биологическая роль высших спиртов - цетилового, церилового, мерицилового. Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин, эритрит, рибитол, сорбит. Применение глицерина, его биологическая роль.

13. Фенолы.

Физические свойства, номенклатура, изомерия. Электронное строение фенола, взаимное влияние ароматического ядра и фенольного гидроксила. Получение фенолов щелочным плавлением сульфокислот и гидролизом алкилгалогенидов. Выделение из каменноугольной смолы.

Химические свойства. Кислотные свойства фенола. Сравнение подвижности гидроксильного водорода в спиртах и фенолах. Отношение спиртов и фенола к водным растворам щелочей. Феноляты, их гидролиз. Реакции S_E2 в ядре (галогенирование, нитрование, сульфирование). Пикриновая кислота. Фенолформальдегидные смолы. Фенольные соединения в природе. Двухатомные и трехатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол, оксигидрохинон, флороглюцин. Их

биологическое значение, применение. Отношение фенолов к окислителям. Антиоксиданты. Пестициды.

14. Альдегиды и кетоны.

Строение, номенклатура, изомерия. Физические свойства. Электронное строение карбонильной группы.

Способы получения. Окисление и дегидрирование спиртов. Пиролиз кальциевых солей карбоновых кислот. Гидролиз геминальных диалогеноалканов. Гидратация ацетиленовых углеводородов (М.Г.Кучеров).

Химические свойства. Механизм реакций нуклеофильного присоединения (A_N) к карбонильным соединениям: циановодорода, гидросульфита натрия, спиртов, (полуацетали, ацетали, кетали). Присоединение аммиака и его производных (оксимы, гидразоны). Альдольная и кротоновая конденсации. Окислительно-восстановительные реакции. Качественные реакции альдегидов: реакция серебряного зеркала. Взаимодействие с гидроксидом меди (2) и фуксинсернистой кислотой. Полимеризация альдегидов. Применение альдегидов и кетонов. Инсектициды.

15. Карбоновые кислоты и их производные.

Одноосновные насыщенные карбоновые кислоты. Гомологический ряд, строение и номенклатура. Физические свойства.

Получение окислением спиртов, альдегидов, парафинов, гидролизом нитрилов, из алкилгалогенидов с увеличением углеродного скелета, гидролизом жиров и масел.

Электронное строение карбоксильной группы: - $I_{\text{эф}}$, + $M_{\text{эф}}$. (p , π - сопряжение). Взаимное влияние гидроксильной и карбонильной групп.

Химические свойства. Кислотные свойства. Влияние строения радикала и заместителей в цепи на кислотные свойства карбоновых кислот. Соли. Использование солей карбоновых кислот для получения алканов, альдегидов и кетонов. Ангидриды, галогенангидриды кислот, сложные эфиры.

Непредельные карбоновые кислоты. Строение. Химические свойства, общие с предельными кислотами и ненасыщен-

ными углеводородами. Высшие непредельные кислоты: олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая; их биологическая роль.

Жиры. Распространение жиров в природе. Строение триглицеридов. Химические свойства: омыление, ферментативный гидролиз, гидрогенизация. Прогоркание жиров. Мыла. Дeterгенты. Понятие о фосфатидах.

Дикарбоновые кислоты. Строение. Гомологический ряд. Взаимное влияние двух карбоксильных групп.

Особые свойства: отношение к нагреванию щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой, адипиновой и пимелиновой кислот.

Нахождение в природе, биологическая роль, применение. Нейлон.

Непредельные дикарбоновые кислоты. Малеиновая и фумаровая. Биологическая роль фумаровой кислоты.

16. Оксикарбоновые кислоты.

Изомерия и номенклатура. Гликолевая, молочная (α -оксипропионовая) кислоты. Понятие об основности и атомности оксикислот. Химические свойства оксикарбоновых кислот как бифункциональных производных. Влияние гидроксила в α -, β -, γ - положениях на кислотные свойства. Отношение к нагреванию. Образование циклических сложных эфиров (лактидов и лактонов).

Оптическая активность оксикислот. Стереохимическая гипотеза Вант-Гоффа и Ле-Беля. Соединения с одним асимметрическим атомом углерода (глицериновый альдегид, молочная кислота), знак вращения и конфигурация. Оптические изомеры, рацематы. Проекционные формулы Фишера, D, L - ряды. Оптическая изомерия хлоряблочной и винной кислот: число оптических антиподов, рацематов, мезоформ; диастереомеры. Физические и химические свойства энантиомеров, рацематов и диастереомеров. Способы разделения рацематов на антиподы: самопроизвольное расщепление при кристаллизации (Л.Пастер), биохимический метод, химический (перевод в диастереомеры) и хроматографический.

Распространение в природе, биологическая роль, применение молочной, винной, яблочной, лимонной кислот.

17. Углеводы.

Классификация.

Моносахариды.

Номенклатура. Изомерия моносахаридов. Изомерия, обусловленная наличием альдегидной или кетонной групп. Изомерия, связанная с наличием асимметрических атомов углерода (оптическая изомерия). Число изомеров для оксоформ . Структурные и проекционные формулы, антиподы, диастереомеры. D- и L- ряды, связь с конфигурацией глицеринового альдегида. Кольчато-цепная таутомерия. Мутаротация (схема), α - и β - формы (аномеры). Число оптических изомеров циклических форм. Изомерия, связанная с наличием пиранозного и фуранозного циклов (δ - и γ - оксидных форм). Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Гликозиды. Перспективные формулы Хеуорзса. Конформационная изомерия. Понятия о конформациях пиранозного цикла: « кресло » (C) и « ванна » (B). C1- конформации, аксиальные (a) и экваториальные (e) связи. Получение моносахаридов гидролизом дисахаридов и полисахаридов. Циангидриновый синтез.

Химические свойства.

Реакции карбонильных цепных форм. Присоединение цианистоводородной кислоты (циангидриновый синтез). Окисление : в кислой среде- получение одноосновных (альдоновых) и двухосновных (аровых, сахарных) кислот; в щелочной среде - реакция серебряного зеркала, взаимодействие с реактивом Феллинга. Аскорбиновая кислота. Восстановление альдоз и кетоз в многоатомные спирты. Практическое значение сорбита и ксилита. Взаимодействие с фенилгидразином (получение озазона). Действие щелочей: разбавленных (эпимеризация), концентрированных (осмоление).

Реакции циклических форм (реакции по гидроксильным группам). Сахараты. Свойства полуацетального гидроксила, отличие его от других гидроксильных групп (алкилирование метиловым спиртом в присутствии хлороводорода). Получение и гидролиз гликозидов. Агликоны. Исчерпывающее алкилирова-

ние (диметилсульфатом, алкилгалогенидами) и ацилирование моносахаридов. Сложные эфиры фосфорной кислоты, их биологическое значение. Понятие о спиртовом брожении гексоз.

Дисахариды. Два типа дисахаридов (восстанавливающие и невосстанавливающие).

Мальтоза, целлобиоза, лактоза, их строение. Трегалоза (микоза), сахароза. Инверсия сахарозы. Отличие химических свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Мутаротация. Отношение к реактиву Феллинга. Распространение в природе и биологическое значение дисахаридов.

Высшие полисахариды

Природные биополимеры, крахмал, образование в растениях, строение крахмала, гликогена, целлюлозы. Гидролиз полисахаридов. Декстрины. Ацетаты и нитраты целлюлозы, их применение. Вискоза. Биологическая роль высших полисахаридов.

18. Амины.

Алифатические амины. Изомерия. Номенклатура. Первичные, вторичные и третичные амины, электронное строение. Получение из галогеноалканов (реакция Гофмана), восстановлением нитросоединений. Работы Н.Н.Зинина и М.М.Зайцева.

Химические свойства. Кислотно-основные свойства, сопоставление со свойствами спиртов. Сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных алифатических аминов. Алкилирование и ацилирование аминов. Отношение к азотистой кислоте.

Диамины: тетра-, пента-, гексаметилендиамины. Распространение в природе, практическое значение.

Аминоспирты. Этаноламин. Холин (гидроксид триметиллоксэтиламмония). Биологическое значение. Ацетилхолин. Фосфатиды.

Ароматические амины. Электронное строение анилина, пирамидальная гибридизация (sp^x , где $2 < x < 3$). Сопоставление $-I_{эф.}$ и $+M$ -эффектов аминогруппы (p , π -сопряжение).

Химические свойства ароматических аминов.

Кислотно-основные свойства, сопоставление со свойствами алифатических аминов и аммиака. Влияние заместителей в кольце на основные свойства анилина. Реакции электрофильно-

го замещения ($S_E 2$) в ароматическом ядре: галогенирование (триброманилин), нитрование в концентрированной серной кислоте (м- нитроанилин). Понятие о сульфамидных препаратах.

Аминокислоты.

Строение, классификация, номенклатура. Структурная и оптическая изомерия.

Способы получения. Аминирование α -галогенокислот. Из альдегидов и кетонов. Схема получения аминокислот гидролизом белка.

Физические свойства. Водородные связи в аминокислотах.

Химические свойства. Амфотерность и образование биполярных ионов. Соли (с кислотами и основаниями). Комплексные соли с ионами меди (2). Реакции по карбоксильной группе: образование сложных эфиров, галогеноангидридов, амидов. Реакции по аминогруппе: ацилирование, алкилирование (образование бетаинов), взаимодействие с азотистой кислотой. Дезаминирование α -аминокислот. Отношение к нагреванию. Лактам-лактимная таутомерия. Понятие о полипептидах. Пептидная связь. Белковые аминокислоты: глицин, аланин, аспарагиновая, глутаминовая кислоты и их амиды, лизин, аргинин, серин, цистеин, фенилаланин, тирозин.

19. Гетероциклические соединения.

Пятичленные гетероциклы. Фуран, тиофен, пиррол: электронное строение, ароматичность, способность к реакциям электрофильного замещения (влияние гетероатома). Образование фурфурола дегидротацией пентоз. Пироксалиновая кислота. Тетрагидрофуран. Пиррол в составе порфиринов. Строение гема и хлорофилла, их физиологические функции.

Индол. Реакции электрофильного замещения. Триптофан и продукты его метаболизма: триптамин, индолилуксусная кислота, серотонин. Индоксил, индиго. Ростовые вещества.

Шестичленные гетероциклы. Пиридин, его электронное строение, ароматичность. Сравнение реакций электрофильного замещения у бензола и пиридина. Взаимодействие пиридина с кислотами. Пиперидин. Никотиновая кислота, никотинамид (

витамин РР). Витамин В₆ (пиридоксаль, пиридоксол, пиридоксамин).

Циклы с несколькими гетероатомами.

Имидазол и его важнейшие производные: гистидин, гистамин; их биологическая роль. Тиазол. Биотины.

Пиримидин и его производные: цитозин, урацил, тимин. Витамин В₁.

Пурин и его производные: аденин, гуанин, гипоксантин, ксантин, мочева кислота, кофеин.

N- гликозиды производных пиримидина и пурина. Нуклеозидмоно-, нуклеозидди-, нуклеозидтрифосфаты.

Понятие об алкалоидах гетероциклического ряда: никотин, анабазин, пилокарпин, конииин, лобелин и др.

V. Тематика лекций

Таблица 3

Темы лекций	Содержание лекций (основные вопросы)
Введение в курс органической химии	Введение. Предмет органической химии, цели задачи. Значение органической химии для биологии. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Дальнейшее ее развитие. Взаимное влияние атомов в молекуле органических соединений. Индуктивный и мезомерный эффект. Основы стереохимии.
Алканы	Их строение, изомерия, номенклатура. Нахождение алканов в природе, их промышленное значение. Методы синтеза алканов. Химические свойства алканов. Гомеоплярный характер ковалентной связи в алканах. Механизм реакций радикального замещения (галогенирование, сульфохлорирование, нитрование). Сравнение устойчивости первичных, вторичных и третичных алканов. Окисление алканов. Понятие о крекинге нефтепродуктов.
Алкены	Строение, изомерия структурная и геометрическая, номенклатура. Способы получения алкенов. Дегидрирование алканов, дегидро-

	<p>галогенирование галогеналканов, дегидратация спиртов. Дегалогенирование вицинальных дигалогеналканов. Гидрирование ацетиленовых углеводородов.</p> <p>Химические свойства алкенов. Электронное строение этилена и пропилена, схема σ- и π-связей. Двухстадийный механизм реакции. A_E (π- и σ-комплексы). Правило Марковникова. Гидратация алкенов. Полимеризация алкенов. Реакции окисления.</p>
Ароматические углеводороды	<p>Их строение. Условия ароматического состояния. Изомерия. Номенклатура. Источники ароматических углеводородов. Устойчивость бензольного ядра к окислению и присоединению. Реакции электрофильного замещения. Влияние электронодонорных и электроноцепторных заместителей на скорость и направление реакции. Правила ориентации. Полициклические ароматические соединения: нафталин, антрацен, фенантрен, азулены. Природные соединения на основе фенантрена: алкалоиды, стероиды, витамины, гормоны. Канцерогенные вещества.</p>
Кислородосодержащие органические соединения	<p>Кислородосодержащие органические соединения: спирты, фенолы, альдегиды, кетоны. Их строение и изомерия. Сравнительная характеристика первичных, вторичных и третичных спиртов. Химические свойства спиртов. Фенолы, фенольные соединения в природе. Реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах.</p>
Карбоновые кислоты и их производные.	<p>Карбоновые кислоты и их производные. Дикарбоновые кислоты, оксикислоты. Их строение и свойства. Оптическая изомерия оксикислот. Жиры, их биологическое значение.</p>
Углеводы.	<p>Углеводы. Классификация, строение. Изомерия моноз. Химические свойства. Дисахариды и полисахариды, строение и свойства. Нахождение в природе. Биологическая роль.</p>

VI. Практикум
а) специальность «Агрономия»

Таблица 4

Те- мы занятий	Содержание
<p><i>Занятие 1.</i> Семинар: <u>Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова, ее значение и дальнейшее развитие.</u> (4 часа)</p>	<p>Введение. Предмет органической химии, цели задачи. Методические и мировоззренческие аспекты органической химии. Значение органической химии для биологии.</p> <p>Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Дальнейшее ее развитие. Взаимное влияние атомов в молекуле органических соединений. Индуктивный и мезомерный эффект. Основы стереохимии.</p> <p>Алканы. Их строение, изомерия, номенклатура. Нахождение алканов в природе, их промышленное значение. Методы синтеза алканов. Химические свойства алканов. Гомеополлярный характер ковалентной связи в алканах. Механизм реакций радикального замещения (галогенирование, сульфохлорирование, нитрование). Сравнение устойчивости первичных, вторичных и третичных алканов. Окисление алканов. Понятие о крекинге нефтепродуктов</p>
<p><i>Занятие 2.</i> Семинар: <u>Алкены.</u> (4 часа)</p>	<p>Алкены. Строение, изомерия структурная и геометрическая, номенклатура. Способы получения алкенов. Крекинг нефтепродуктов. Дегидрирование алканов, дегидрогалогенирование галогеналканов, дегидратация спиртов. Дегалогенирование вицинальных дигалогеналканов. Гидрирование ацетиленовых углеводородов.</p> <p>Химические свойства алкенов. Электронное строение этилена и пропилена, схема σ- и π-связей. Электрофильное присоединение к алкенам, двухстадийный механизм реакции. A_E (π- и σ-комплексы). Правило Марковникова. Гидратация алкенов. Полимеризация алкенов. Реакции окисления.</p>

	<p>Алкины. Строение, изомерия, номенклатура. Схема σ- и π-связей ацетилена. Сопоставление поляризуемости двойной и тройной связи. Способы получения.</p> <p>Химические свойства. Ацетилениды. Сравнение кислотных свойств спиртов, ацетилена, этилена и этана. Реакции электрофильного присоединения к алкинам. Олигомеризация алкинов: димеризация (винилацетилен), циклотримеризация (бензол). Применение алкинов.</p>
<p><i>Занятие 3.</i> Семинар: <u>Ароматические углеводороды</u> (4 часа)</p> <p>Лабораторная работа</p>	<p>Ароматические углеводороды. Их строение. Условия ароматического состояния. Изомерия. Номенклатура. Источники ароматических углеводородов. Устойчивость бензольного ядра к окислению и присоединению. Реакции электрофильного замещения. Влияние электронодонорных и электроноцепторных заместителей на скорость и направление реакции. Правила ориентации.</p> <p>«Углеводороды: Получение и свойства этилена и ацетилена».</p>
<p><i>Занятие 4.</i> Семинар: <u>Фенолы.</u> (4 часа)</p>	<p><u>Фенолы.</u></p> <p>Электронное строение фенола, взаимное влияние ароматического ядра и фенольного гидроксила.</p> <p>Получение фенолов щелочным плавлением сульфокислот и гидролизом алкилгалогенидов. Выделение из каменноугольной смолы. Метод Сергеева (кумольный метод).</p> <p>Химические свойства. Сравнение подвижности гидроксильного водорода в спиртах и фенолах. Влияние заместителей первого и второго рода на кислотные свойства фенолов. Отношение спиртов и фенола к водным растворам щелочей; феноляты, их гидролиз. Реакции S_E^2 (галогенирование, нитрование, сульфирование.) Пикриновая кислота. Фенолформальдегидные смолы. Фенольные соединения в природе.</p>

	Химические средства защиты растений и животных (пестициды).
<p><i>Занятие 5.</i> Семинар: <u>Моносахариды</u> (4 часа)</p>	<p>Моносахариды Виды изомерии. Кольчато-цепная таутомерия. Формулы Э.Фишера, А.Колли, Б.Толленса, У.Хеурса. Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Мутаротация моноз: α- и β-аномеры. Кето-енольная таутомерия моноз, эпимеризация гексоз. Оптическая изомерия моноз. Зависимость числа стереоизомерных форм от числа C^*. Антиподы, диастереомеры. Химические свойства моноз (окисление, восстановление, образование гликозидов).</p>
<p>Тест. (2 часа)</p>	<u>Допуск к экзамену.</u>

б) специальность «Биология»

Таблица 5

Те- мы занятий	Содержание
<p><i>Занятие 1.</i> Семинар: <u>Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова, ее значение и дальнейшее развитие.</u> (4 часа)</p>	<p>Введение. Предмет органической химии, цели задачи. Методические и мировоззренческие аспекты органической химии. Значение органической химии для биологии. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Дальнейшее ее развитие. Взаимное влияние атомов в молекуле органических соединений. Индуктивный и мезомерный эффект. Основы стереохимии. Алканы. Их строение, изомерия, номенклатура. Нахождение алканов в природе, их промышленное значение. Методы синтеза алканов. Химические свойства алканов. Гомеополлярный характер ковалентной связи в</p>

	алканах. Механизм реакций радикального замещения (галогенирование, сульфохлорирование, нитрование). Сравнение устойчивости первичных, вторичных и третичных алканов. Окисление алканов. Понятие о кринге нефтепродуктов
<p><i>Занятие 2.</i> Семинар: <u>Ароматические углеводороды</u> (4 часа)</p> <p>Лабораторная работа</p>	<p>Ароматические углеводороды. Их строение. Условия ароматического состояния. Изомерия. Номенклатура. Источники ароматических углеводородов. Устойчивость бензольного ядра к окислению и присоединению. Реакции электрофильного замещения. Влияние электронодонорных и электроноцепторных заместителей на скорость и направление реакции. Правила ориентации. «Углеводороды: Получение и свойства этилена и ацетилена».</p>
<p><i>Занятие 3.</i> Семинар: <u>Моносахариды</u> (2 часа)</p>	<p>Моносахариды</p> <p>Виды изомерии. Кольчато-цепная таутомерия. Формулы Э.Фишера, А.Колли, Б.Толленса, У.Хеурса. Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Мутаротация моноз: α- и β-аномеры. Кето-енольная таутомерия моноз, эпимеризация гексоз. Оптическая изомерия моноз. Зависимость числа стереоизомерных форм от числа C^*. Антиподы, диастереомеры. Химические свойства моноз (окисление, восстановление, образование гликозидов).</p>

Лабораторная работа «Углеводороды»

Опыт №1 Получение этилена и его свойства.

Реактивы: смесь для получения этилена (смесь 96% этилового спирта и концентрированной серной кислоты в объемном отношении 1:2), бромная вода (насыщенная), 2% раствор $KMnO_4$, 10 % раствор карбоната натрия.

Оборудование: прибор для получения этилена, кипяtilьники (кусочки битого фарфора), газоотводные трубки с хлоркальциевыми трубками, заполненными кусочками натронной извести, крышки от тиглей.

а) *Реакция этилена с бромной водой.* В сухую пробирку наливают 5 мл смеси для получения этилена (этиловый спирт и концентрированная серная кислота в объемном отношении (1:2). При смешивании этанола с серной кислотой образуется этилсерная кислота - кислый эфир.

Напишите уравнение реакции образования этилсерной кислоты.

В реакционную смесь помещают несколько кипяtilьников (кусочки битого фарфора, кварцевого песка и т.д.) - для равномерного кипения реакционной смеси закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют ее в штативе. В середину газоотводной трубки вставляют хлоркальциевую трубку с натронной известью, помещенной между двумя неплотными ватными тампонами. Натронная известь должна быть в виде кусочков, газообразные вещества должны свободно проходить через нее (в противном случае может быть несчастный случай: если выход для газов закрыт, под их давлением пробка может выскочить и кипящая реакционная смесь, содержащая концентрированную серную кислоту, будет выброшена из пробирки).

В штатив ставят пробирку с 2 мл бромной воды. Пробирку со смесью для получения этилена осторожно нагревают, следя за тем, чтобы вспенивающуюся жидкость не перебросило в хлоркальциевую трубку. Выделяющийся этилен пропускают через бромную воду, которая быстро обесцвечивается (качественная реакция на кратные связи).

Напишите уравнение реакции образования этилена из этилсерной кислоты (реакция идет при температуре около 170°C). Кроме основной реакции - сернокислотной дегидратации этилового спирта, протекает несколько побочных реакций. Одна из наиболее важных - окислительно-восстановительная. Концентрированная серная кислота при высокой температуре окисляет органическое вещество (в том числе и этанол) до углерода и оксида углерода (IV) - реакционная смесь чернеет. При этом кислота восстанавливается до оксида серы (IV), который может реагировать с бромной водой (и с перманганатом калия) подобно этилену. Поэтому его отделяют от примеси оксида серы (IV). Кислотные оксиды (SO_2 и CO_2) поглощаются натронной известью, помещенной в хлоркальциевую трубку.

Этилен реагирует с бромной водой по электрофильному механизму (A_{E}). Рассмотрите его. Какую роль в этой реакции играет вода?

б) *Реакция этилена с водным раствором перманганата калия (реакция Е.Е. Вагнера)*

В пробирку наливают 2 мл 2 % раствора перманганата калия, добавляют 0,5 мл 10 % раствора соды и пропускают этилен. Фиолетовая окраска раствора перманганата калия исчезает, образуется хлопьевидный осадок бурого цвета. Если этилен пропускать долго, осадок может раствориться. При окислении этилена в условиях реакции Вагнера образуется двухатомный спирт - этиленгликоль $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$.

Напишите уравнение реакции окисления этилена водным раствором перманганата калия. Реакция Вагнера - качественная реакция на кратные связи.

в) *Горение этилена*. Поджигают этилен у конца газоотводной трубки. Этилен горит светящимся пламенем. Вносят в пламя этилена крышку от тигля.

Объясните, почему на крышке образуется черное пятно. Рассчитайте процентное содержание углерода и водорода в молекуле этилена. Напишите уравнение реакции горения этилена.

Опыт №2 Получение и свойства ацетилена.

Реактивы: карбид кальция (кусочки), бромная вода (насыщенная), 1%раствор KMnO_4 , 10 % раствор карбоната натрия, 1%раствор нитрата серебра, 5% раствор аммиака, аммиачный раствор хлорида меди (I).

Оборудование: изогнутые газоотводные трубки, короткие прямые газоотводные трубки с оттянутым концом, крышки от тиглей, фильтровальная бумага.

а) *Получение ацетилена и его горение (тяга!)*. В пробирку помещают кусочек карбида кальция, приливают около 1 мл воды и сразу же закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец. Поджигают выделяющийся ацетилен у конца газоотводной

трубки. Наблюдают характер пламени. Затем меняют газоотводную трубку: закрывают пробирку, из которой выделяется ацетилен, изогнутой газоотводной трубкой с широким отверстием и снова поджигают ацетилен. Вносят в пламя крышку от тигля. На крышке образуется черное пятно сажи. Напишите уравнение реакций получения ацетилена из карбида кальция и горение ацетилена (полное и неполное сгорание). Вычислите процентное содержание углерода и водорода в ацетилене. Имеет ли ацетилен запах?

б) *Окисление ацетилена перманганатом калия*. В пробирку наливают 1 мл раствора перманганата калия, добавляют такой же объем раствора соды и затем пропускают через полученный раствор ацетилен. Постепенно фиолетовая окраска раствора исчезает, появляется хлопьевидный осадок бурого цвета оксида марганца (IV). При окислении ацетилена образуется смесь веществ, частично происходит полное окисление до оксида углерода (IV).

Напишите уравнение реакции окисления ацетилена перманганатом калия до щавелевой кислоты $\text{HOOC} - \text{COOH}$. Подберите коэффициенты.

в) *Получение металлических производных ацетилена - ацетиленидов*. Работа с ацетиленидами требует соблюдения правил техники безопасности. В сухом виде при слабом нагревании или при ударе они взрываются с большой силой, поэтому нельзя полностью высушивать ацетилениды. Особенно опасен в сухом виде ацетиленид серебра.

Получение ацетиленида меди (I). В пробирку наливают 2-3 мл бесцветного аммиачного раствора хлорида меди $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ и пропускают через раствор ацетилен. Раствор окрашивается в красно-бурый цвет, затем выпадает красно-бурый осадок ацетиленида меди (I). Эту очень чувствительную реакцию применяют для обнаружения следов ацетилена, в том числе при санитарной экспертизе воздуха на предприятиях. Смачивают полоску фильтровальной бумаги аммиачным

раствором хлорида меди (I) и подносят ее к отверстию пробирки, из которой выделяется ацетилен. Появляется красно-бурое окрашивание. Напишите уравнение реакции образования ацетиленида меди (I). Какие свойства ацетилена проявляются в этой реакции?

Получение ацетиленида серебра. В пробирку наливают 2 мл 1 % раствора нитрата серебра и прибавляют по каплям 5 % раствор аммиака до полного растворения образующегося вначале осадка оксида серебра. Через полученный бесцветный раствор пропускают ацетилен. Выпадает желтовато-серый осадок ацетиленида серебра (окраска обусловлена примесями). Осадок отфильтровывают, промывают небольшим количеством воды, отжимают в фильтровальной бумаге, переносят на кусочек сухой фильтровальной бумаги и осторожно нагревают на асбестовой сетке. (Тяга! Защитные очки!) Ацетиленид разлагается со взрывом. Остатки его уничтожают: помещают вместе с фильтровальной бумагой в стакан с водой и добавляют концентрированную соляную или азотную кислоту (1/4 - 1/5 от объема воды).

Напишите уравнение реакций получения аммиачного раствора гидроксида серебра и ацетиленида серебра. Будут ли образовывать ацетилениды меди (I) и серебра бутин-1 и бутин-2? Напишите уравнения реакций разложения ацетиленида серебра при нагревании (взрыв) и при действии соляной кислоты.

VII. Глоссарий

Аксиальный – пространственное положение заместителя в циклогексановом кольце в форме кресла, связь которого с кольцом направлена перпендикулярно плоскости кольца.

Алициклический – циклический, но проявляющий свойства соединений с открытой цепью, в отличие от ароматических соединений.

Алифатический – не содержит циклов.

Алкалоиды – природные амины, встречающиеся обычно в растениях.

Алкан – насыщенный углеводород с открытой цепью.

Алкен - ненасыщенный углеводород с открытой цепью, содержащий двойную связь углерод-углерод или, в более широком смысле, любое соединение с двойной углерод-углеродной связью.

Алкилирование – реакция введения алкильной группы в молекулу.

Алкин - ненасыщенный углеводород с открытой цепью, содержащий тройную связь углерод-углерод.

Арил – радикал, полученный из ароматического соединения в результате отщепления одного атома водорода из ароматического кольца.

Ароматический – термин, раньше относившийся к бензолу и его производным, а в настоящее время охватывающий все соединения, содержащие особенно устойчивые циклические системы с сопряженными связями.

Ахиральный – идентичный своему зеркальному изображению.

Вторичный атом углерода – атом углерода, связанный с двумя другими атомами углерода.

Вулканизация – процесс придания изготовленным из каучука изделиям необходимой прочности и эластичности путем введения в каучук серы.

Галогенирование – реакция замещения атома водорода на атом галогена (фтора, хлора, брома, йода).

Гетеролитический разрыв связи – расщепление молекулы с образованием ионов.

Гибридизация – математическая комбинация или смешивание орбиталей одного атома с образованием новых орбиталей с отличными геометрическими и энергетическими характеристиками.

Гомологи - соединения, сходные по химическим свойствам, состав которых отличается друг от друга, например, на группу CH_2 .

Гомолитический распад – расщепление молекулы органического соединения, в процессе которого образуются две частицы, каждая из которых содержит на внешней оболочке один неспаренный электрон.

Гомологический ряд – ряд соединений, в котором каждое последующее соединение отличается от предыдущего соединения на одну метиленовую группу.

Гомоцепные полимеры – ВМС, основная цепь которых построена из одинаковых атомов (например, из атомов углерода) – карбоцепные полимеры.

Гетероцепные полимеры – ВМС, основная цепь которых построена из двух или большего числа разных элементов (углерода и кислорода, углерода и азота и т.д.).

Диен – молекула с двумя двойными углерод-углеродными связями.

Жир – сложный эфир глицерина и трех молекул жирной кислоты.

Жирная кислота – алифатическая карбоновая кислота, обычно имеющая неразветвленную цепь.

Заместитель – группа, входящая в молекулу вместо атома водорода или другой группы.

Изомеры – вещества, имеющие одинаковый состав и одинаковую молекулярную массу, но различное строение молекул, а потому обладающие разными свойствами.

Индуктивный эффект – электронный эффект, при котором под влиянием какой-либо группы имеет место перемещение электронной плотности по δ -связи.

Ионная полимеризация – полимеризация, протекающая с образованием либо иона карбония, либо карбаниона, с последующей передачей по цепи положительного или отрицательного заряда.

ИЮПАК – Международный союз чистой прикладной химии (IUPAC), который разработал и принял правила химической номенклатуры.

Карбанион – отрицательно заряженная частица с восемью электронами на атоме углерода.

Карбокатион – положительно заряженная частица с шестью электронами на атоме углерода.

Карбоксил – функциональная группа карбоновых кислот (RCOОН), состоящая из карбонильной группы, к атому углерода которой присоединена гидроксильная группа.

Карбонил – функциональная группа, состоящая из атома углерода и атома кислорода, связанных двойной связью (C=O).

Каучуки – эластичные высокомолекулярные материалы как природного происхождения (натуральный каучук), так и синтетические (бутадиеновый (СКБ), дивиниловый (СКД), нитрильный (СКН), изопреновый (СКИ)).

Кетон – карбонильное соединение, в котором углерод карбонильной группы связан с двумя другими атомами углерода.

Конденсированные циклы – два кольца, имеющих два общих атома.

Крекинг – процесс расщепления углеводородов с длинными цепями на молекулы меньшей длины, происходящий в присутствии катализаторов.

Комплементарность – пространственное соответствие структур молекул по принципу «ключ- замок», благодаря взаимодействию между протонодонорными и протоноакцепторными группами в азотистых соединениях и образованию водородных связей.

Льюиса кислота – любое соединение, способное присоединить пару электронов (акцептор электронов), принадлежащих атому или группе атомов, и образовать с ним комплементарную связь.

Льюиса основание – любое соединение, способное предоставить пару электронов (донор электронов) для образования ковалентной связи с кислотой Льюиса.

Мезомерный эффект – электронный эффект, при котором влияние заместителей на распределение электронной плотности передаётся по π -связям.

Мономер – молекула низкомолекулярного соединения, вступающего в полимеризацию.

Мутаротация – изменение во времени оптической активности растворов многих сахаров.

Мыло – соль жирной кислоты с длинной цепью.

Насыщенные соединения – соединения, содержащие только одинарные связи углерод – углерод.

Несыщенные соединения – соединения, содержащие одну или более двойных или тройных углерод – углеродных связей.

Нитрил – соединение, содержащие нитрильную группу (CN), связанную с углеродом.

Номенклатура – система названий.

Нормальный углеводород – углеводород, имеющий неразветвленную углеродную цепь.

Нуклеофил – основание Льюиса, которая осуществляет реакцию замещения, обычно у атома углерода.

Нуклеофильный реагент – реагент, который дает электронную пару для вновь возникающей связи.

Окисление – реакция, в которой происходит потеря электронов, присоединение кислорода или потеря атомов водорода.

Олигомеры – вещества, которые по молекулярной массе и свойствам занимают промежуточное положение между полимерами и мономерами (молекулярная масса от 500 до 5000).

Омыление – гидролиз сложного эфира водным раствором основания.

Орбиталь – математическое описание реального или возможного положения электрона в молекуле или атоме.

Пептидные связи – связи, образуемые в результате взаимодействия карбоксила одной аминокислоты с аминогруппой другой.

Ориентанты первого рода – заместители, обладающие положительным индуктивным эффектом или положительным мезомерным эффектом, но отрицательным индуктивным эффектом, способствующие электрофильному замещению в *орто*- и *пара*-положения бензольного кольца.

Ориентанты второго рода – заместители, обладающие отрицательным индуктивным эффектом или отрицательными как индуктивным, так и мезомерным эффектами, направляющие электрофильную частицу в *мета*-положение бензольного кольца.

Первичный атом углерода – атом углерода, связанный с одним атомом углерода.

Переходное состояние – структура с максимальной энергией, через которую должна пройти система реагирующей или реагирующих молекул при переходе от исходного вещества к конечному.

Полимеры – высокомолекулярные соединения (ВМС), отличающиеся от низкомолекулярных веществ большой молекулярной массой (свыше 5000 и вплоть до многих миллионов).

Поликонденсация – реакция образования ВМС, сопровождающаяся отщеплением простейших веществ: воды, спирта, аммиака, хлористого водорода и др.

Полиамидные смолы – синтетические ВМС, содержащие в основной цепи, подобно белкам, амидные (-СО-NH-) группы.

Поляриметр – прибор для измерения угла поворота плоскости поляризации плоскополяризованного света.

Простой эфир – соединение, образующееся из двух молекул спирта с отщеплением молекулы воды.

Пространственные эффекты – стерические эффекты, определяющие доступность реакционных центров в молекуле.

Рацемическая смесь – смесь эквимольных количеств двух энантиомеров.

Реакции механизм – последовательность стадий, через которые проходит реакция, включая структурные особенности и энергетические характеристики промежуточных соединений и переходных состояний.

Реакции металенсии – реакции, при которых происходит последовательное замещение атомов водорода в насыщенных углеводородах атомами галогена.

Реакции дегидрогенизации (дегидрирования) – реакции, протекающие при каталитическом отщеплении водорода.

Реакция этерификации – реакция образования сложного эфира из кислоты и спирта.

Рекомбинация – обрыв макроцепи вследствие соединения между собой свободных радикалов.

Сложный эфир – соединение, образующееся при реакции спирта с кислотой с отщеплением молекулы воды.

Сополимеризация – процесс совместной полимеризации двух или большего числа различных мономеров.

Сопряжение – чередующееся расположение двойных и простых связей, как в бутadiене-1,3.

Спирт – вещество, содержащее гидроксильную группу (-ОН) как единственную или основную функциональную группу; фенолы не относятся к классу спиртов.

Стереизомеры – изомеры, имеющие одинаковую структурную формулу, но различающиеся расположением атомов в пространстве.

Сtereoхимия – наука, изучающая пространственное строение молекул и влияние этого строения на химические и

физические свойства соединений, на направление и скорость их реакций.

Тетраэдр – фигура, образованная четырьмя плоскими поверхностями. В правильном тетраэдре этими поверхностями являются равносторонние треугольники.

Третичный атом углерода – атом углерода, связанный с тремя другими атомами углерода.

Углевод – сахар или производное сахара.

Углеродный скелет – последовательность химически связанных между собой атомов углерода.

Фенол – вещество, содержащее гидроксильную группу, связанную с ароматическим кольцом.

Фенолоформальдегидные смолы – ВМС, образующиеся в результате реакции поликонденсации фенола с формальдегидом.

Функциональные группы – атомы или их группировки, во многом определяющие химические и физические свойства органических соединений.

Хиральный – не совместимый со своим зеркальным изображением.

Хлорирование – реакция замещения атома водорода на хлор.

Хроматография – метод разделения, при котором компоненты смеси в жидкой фазе селективно поглощаются стационарной фазой при прохождении через неё жидкой фазы.

Цепная реакция – цепь превращений исходных веществ в продукты реакции; при этом вещество, израсходованное на одной стадии, регенерируется на той же или последующей стадии, и, таким образом, реакция продолжается.

Циклоалкан – насыщенный циклический углеводород.

Четвертичный атом углерода – атом углерода, связанный с четырьмя другими атомами углерода.

Экваториальный – пространственное положение заместителя в циклогексановом кольце в форме кресла, связь которого с кольцом находится почти в плоскости кольца.

Электрофильный реагент – реагент, который принимает электронную пару для вновь возникающей связи.

Электронные эффекты – эффекты, при которых под влиянием заместителей в молекуле смещается электронная плотность.

Элиминирование – образование двойной связи из простой или тройной связи из двойной в результате отрыва двух групп от рассматриваемых атомов; реакция отщепления.

Энанτιомеры – молекулы, являющиеся зеркальными изображениями друг друга и не совместимые друг с другом.

VIII. Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Грандберг, И.И. Органическая химия./И.И. Грандберг.-М.: Дрофа. 2004г.
2. Петров, А.А. Органическая химия./ А.А. Петров, Х.В, Бальян, А.Т. Трощенко.-С.-Петербург: Иван Федоров, 2003г.
3. Артеменко, А.И. Органическая химия./ А.И. Артеменко.-М.: Высшая школа. 2007г.
4. Поткина, Г.Г.Органическая химия. Методические рекомендации/ Г.Г. Поткина.- Горно-Алтайск, 2002г.
5. Поткина, Г.Г. Углеводороды. Учебное пособие./ Г.Г. Поткина, О.В. Кузнецова.- Горно-Алтайск, 2004г.

План самостоятельной работы, СХФ специальность «Агрономия».

Таблица 6

Темы	Кол-во часов	Формы отчетности	Сроки
Тема 1: Изомерия органических соединений.	12	1.Выполнение письменной домашней работы.	До начала изучения темы № 1.
Тема 2: Классификация органических соединений.	22	1.Выполнение письменной домашней работы.	До начала изучения темы № 2.

Тема 3: Диены. Свойства. Каучуки. Природные полимеры.	24	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата.	До начала изучения темы № 2.
Тема 4: Арены. Нафталин. Ароматические амины.	14	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата.	До начала изучения темы «Бензол»
Тема 5: Спирты, свойства. Их роль в обмене веществ. Сравнение с фенолами.	24	1.Выполнение письменной домашней работы.	До начала изучения темы «Фенолы».
Тема 6: Дикарбоновые кислоты. Оксикислоты. Аминокислоты. Белки. биологическая роль органических кислот.	14	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата.	До начала изучения темы «Моносахариды».
Тема 7: Углеводы, свойства. Углеводы в природе. Гетероциклические соединения, биологическая роль.	24	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата.	До начала изучения темы «Моносахариды».

План самостоятельной работы, БХФ специальность «Биология».

Таблица 7

Темы	Кол-во часов	Формы отчетности	Сроки
Тема 1: Изомерия органических соединений.	6	1.Выполнение письменной домашней работы.	До начала изучения темы № 1.

Тема 2: Классификация органических соединений.	10	1.Выполнение письменной домашней работы.	До начала изучения темы № 2.
Тема 3: Диены. Свойства. Каучуки. Природные полимеры.	10	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата.	До начала изучения темы № 2.
Тема 4: Арены. Нафталин. Ароматические амины.	6	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата.	До начала изучения темы «Бензол»
Тема 5: Спирты, свойства. Их роль в обмене веществ. Сравнение с фенолами.	10	1.Выполнение письменной домашней работы.	До начала изучения темы «Феноль».
Тема 6: Дикарбоновые кислоты. Оксикислоты. Аминокислоты. Белки. биологическая роль органических кислот.	6	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата.	До начала изучения темы « Моносахариды».
Тема 7: Углеводы, свойства. Углеводы в природе. Гетероциклические соединения, биологическая роль.	10	1.Выполнение письменной домашней работы. 2.Написание реферата.	До начала изучения темы « Моносахариды».

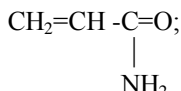
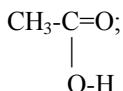
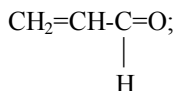
Содержание письменной домашней работы

Тема № 1: Углеводороды.

1. Поясните с позиций квантово-механических представлений равноценность всех четырех связей в молекуле метана.
2. Что понимают под термином «гибридизация» орбиталей? Каким образом происходит перекрывание орбиталей при образовании σ и π связей? Нарисуйте схемы шести видов σ и трех видов π связей,

пользуясь граничными поверхностями атомных орбиталей, участвующих в образовании этих связей. Определите виды, количество связей в молекулах пропилена, метиламина, уксусной кислоты, мочевины, метилацетилена.

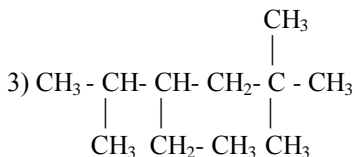
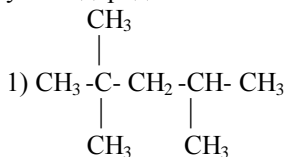
- Какова доля участия s-орбитали в образовании sp^3 -, sp^2 -, sp - гибридных орбиталей и ее влияние на атомный радиус и электроотрицательность атома углерода?
- Рассмотрите пространственное строение следующих частиц: $\cdot\text{CH}_3$, $(\text{CH}_3)_3\text{C}^+$; CH_3^+ ; $:\text{CH}_3^-$. Приведите структуры, изоэлектронные $:\text{CH}_3^-$.
- Расположите приведенные ниже вещества в порядке убывания значений индукционного эффекта: 1) $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{COOH}$, 2) $\text{CH}_2\text{I} - \text{COOH}$, 3) $\text{CH}_2\text{F} - \text{COOH}$, 4) $\text{CH}_2\text{Cl} - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$, 5) $\text{CH}_2\text{Br} - \text{COOH}$
От чего зависит значение индукционного эффекта?
- Укажите в каких из приведенных ниже соединений заместители проявляют +J и в каких -J эффект: 1) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHCl} - \text{COOH}$, 2) $\text{CH}_3 - \text{CHCl} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$, 3) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$, 4) $\text{CH}_3 - \text{COOH}$, 5) $\text{O}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$, 6) HCOOH , 7) $\text{CN} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$. Индукционный эффект какого атома принят равным нулю?
- Определите виды эффектов в молекулах $\text{CH}_2=\text{CH}_2 - \text{Cl}$; $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH}_2$;

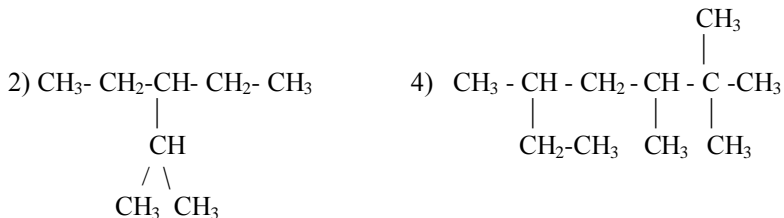


Опишите строение этих соединений набором предельных (резонансных) структур.

8. Приведите структурные формулы изомеров углеводорода состава C_7H_{16} , содержащих третичные атомы углерода. Назовите их по рациональной и систематической (ИЮПАК) номенклатурам.

9. Назовите по систематической (ИЮПАК) номенклатуре следующие углеводороды:





10. Напишите для углеводорода состава C_6H_{14} структурную формулу изомера, чтобы в нем был один вторичный атом углерода (остальные любые); изомер, в котором имеется два третичных атома углерода.

11. Напишите структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре следующие соединения 1) диметилэтилметан, 2) втор-бутилпропилэтилметан, 3) трет-бутилдиэтилметан.

12. Напишите уравнения реакций получения по способу Вюрца - Шорыгина следующих углеводородов: 1) н-бутана, 2) 2,3-диметилбутана.

13. Какие вещества образуются при нагревании с натронной известью следующих солей: 1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COONa}$; 2) $(\text{CH}_3)_2\text{CH-CH}_2\text{-COONa}$

14. Из каких веществ по способу Кольбе можно получить: 1) бутан, 2) 2,3 - диметилбутан? Приведите соответствующие схемы реакций. Рассмотрите механизм реакций, происходящих на аноде и катоде.

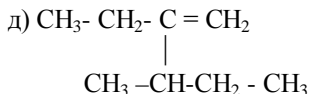
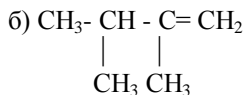
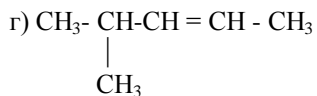
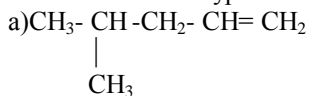
15. Напишите уравнение реакции сульфохлорирования пропана. Объясните радикальный (S_R) механизм этой реакции. Где используются продукты сульфохлорирования ?

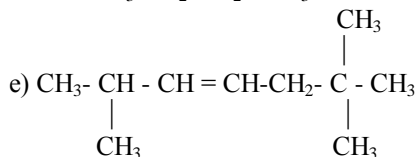
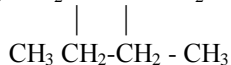
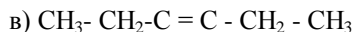
16. Напишите уравнение реакции нитрования по Коновалову изобутана, рассмотрите механизм реакции.

17. Напишите структурные формулы следующих соединений: 1) симм-изопропилэтилэтилена, 2) несимм-изопропилэтилэтилена, 3) 3-метилпентена-1, 4) 2,2,5- триметилгексена-3, 5) 2,3-диметилбутена-1, 6) 4,6-диметилгептена-3,

7) 2,3-диметилпентена-1, 8) 2,5-диметилгептена-3. Какие номенклатуры положены в основу этих названий?

18. Назовите следующие углеводороды по рациональной и систематической номенклатуре:

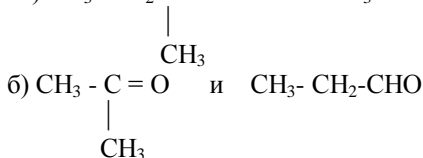




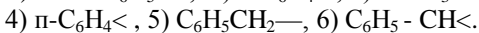
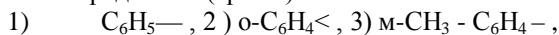
19. Какие соединения образуются при нагревании с концентрированной серной кислотой следующих спиртов: 1) пропанола-1, 2) 2,3-диметилбутанола-2? Объясните механизм серноокислотной дегидратации на примере 1.

20. Какие углеводороды получают при нагревании со спиртовым раствором щелочи следующих соединений: 1) 2-бром-2-метилбутана, 2) 1-йодпропана? Напишите уравнения реакций и назовите полученные вещества. Объясните механизмы реакций дегидрогалогенирования (E_1 и E_2).

21. Определите строение этиленовых углеводородов, озониды которых при разложении водой образуют следующие соединения:



22. Напишите структурные формулы и назовите следующие ароматические радикалы (арилы):



23. Составьте структурные формулы гомологов бензола, образующихся при действии металлического натрия на смеси: 1) хлорбензола и третбутилхлорида, 2) *p*-бромтолуола и втор-бутилхлорида. Какие побочные продукты при этом образуются?

24. Рассмотрите механизм электрофильного замещения в молекуле бензола на примерах: 1) нитрования, 2) сульфирования, 3) хлорирования (в присутствии FeCl_3). Какие частицы играют роль электрофильного реагента?

25. Составьте схемы реакций мононитрования следующих соединений: 1) фенола, 2) бензосульфокислоты, 3) изопропилбензола, 4) хлорбензола. Расположите эти соединения в порядке уменьшения скорости реакции. В каких соединениях, приведенных ниже, наблюдается согласованная ориентация заместителей, а в каких - несогласованная: 1) *o*-

нитроанизоле, 2) м-динитробензоле, 3) п-дибромбензоле, 4) о-бромтолуоле, 5) м-крезоле, 6) м-нитробензолсульфокислоте.

26. Напишите структурные формулы следующих веществ: 1) м-крезол, 2) п-нитрофенол, 3) 2,4,6-тринитрофенола (пикриновой кислоты), 4) фенол-2,4-дисульфокислоты, 5) 2,5-диметил-1-оксибензола, 6) 2-метил-5-изопропил-1-оксибензола (карвакрола), 7) 5-метил-2-изопропил-1-оксибензола (тимола), 8) дифенилового эфира, 9) фенола (этилового эфира фенола), 10) м-нитроанизола (м-нитрометоксибензола).

27. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе промышленных методов получения фенола: 1) из хлорбензола, 2) из бензолсульфокислоты, 3) из изопропилбензола (кумольный метод Сергеева). Рассмотрите механизмы реакций 1 и 2. Какое преимущество перед другими имеет кумольный метод? Из какой фракции каменноугольной смолы получают фенол?

28. Ниже приведены в произвольном порядке константы кислотности (K_a): 1) фенола, 2) этилового спирта, 3) воды, 4) уксусной кислоты, 5) угольной кислоты: $1,3 \cdot 10^{-10}$; $1,8 \cdot 10^{-16}$; $4,9 \cdot 10^{-7}$; $1,76 \cdot 10^{-5}$; $1,0 \cdot 10^{-18}$. Какое значение K_a принадлежит каждому из этих соединений? Чем обусловлены кислотные свойства фенола?

29. Расположите приведенные ниже вещества в порядке уменьшения кислотных свойств: 1) о-крезол, 2) п-бромфенол, 3) 2,4,6-тринитрофенол, 4) фенол. Какое влияние на кислотные свойства фенолов оказывают электроакцепторные и электронодонорные заместители в ароматическом ядре?

30. Напишите уравнение реакции фенола с бромной водой. По какому механизму она идет? Какую роль в ней играет вода? Как влияет бром на кислотные свойства гидроксильной группы.

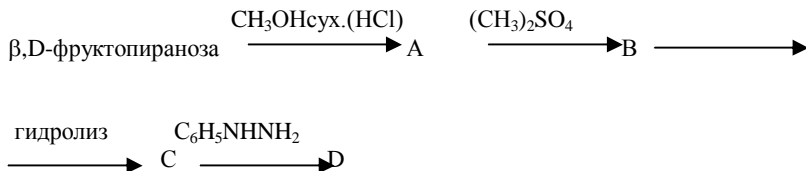
Тема № 3: Углеводы.

1. Число оптических изомеров моноз определяют по формуле $N=2^n$, где n - число асимметрических атомов углерода в молекуле. Рассчитайте, сколько существует стереоизомерных альдогексоз.

2. Какое явление называют мутаротацией? Объясните мутаротацию на примерах D-галактозы, D-рибозы, используя проекционные и перспективные формулы и учитывая, что α и β -аномеры в равновесной системе находятся в пиранозной форме. Как можно обнаружить мутаротацию?

3. Как можно укоротить углеродную цепь в молекуле моносахарида? Составьте схемы реакций, протекающих при превращении D-рибозы в D-эритрозу.

4. Напишите уравнения реакций D-галактозы со следующими веществами: 1. бромной водой, 2. азотной кислотой, 3. синильной кислотой, 4. избытком фенилгидразина, 5. водородом (в присутствии никеля), 6. гидроксиламином, 7. гидразином.
5. Составьте уравнения реакций согласно схеме:



6. Изобразите перспективные формулы (по Хеурцсу) следующих дисахаридов:

1) 1-(α -D-глюкопиранозил) - α -D-глюкопиранозид (трегалоза),

15. 4-(α -D-глюкопиранозил) -D-глюкозы (мальтоза),

16. 4 - (β - D-галактопиранозил) - D-глюкозы (целлобиоза),

4) 4 - (β - D-галактопиранозил) - D-глюкозы (лактоза),

17. 2-(α -D-глюкопиранозил) - β - D-фруктофуранозид (сахароза).

Какие из перечисленных дисахаридов относятся к восстанавливающим и какие к невосстанавливающим?

7. Напишите уравнение реакций для мальтозы: 1) образование озаона, 2) окисление бромной водой.

8. На мальтозу действовали этанолом в присутствии сухого хлороводорода. К полученному продукту прилили избыток уксусного ангидрида, после чего провели гидролиз. Напишите уравнения происходящих реакций и опишите свойства продуктов, образовавшихся в результате гидролиза.

9. Составьте уравнения реакций соответственно схеме:



Назовите продукты гидролиза. Изменяется ли значение угла вращения плоскости поляризации при хранении их водных растворов?

10. Гидролиз сахарозы называют инверсией. Разъясните этот термин и напишите соответствующее уравнение реакции.

11. Какие промежуточные и какой конечный продукты получают при гидролизе крахмала? Приведите схему его гидролиза.

12. Приведите перспективную формулу фрагмента молекулы целлюлозы. Укажите типы связей между остатками глюкозы. В каких веществах растворяется целлюлоза? Что такое амилоид?

Контрольная работа. Рекомендации к выполнению.

Курс органической химии для студентов-заочников служит теоретической базой для изучения таких профилирующих предметов, как биологическая химия и дисциплины биологического цикла.

В соответствии с учебным планом студенты-заочники биологического факультета выполняют одну контрольную работу по органической химии. Каждый вариант ее содержит вопросы из разных разделов курса, поэтому к выполнению его студент должен приступить после ознакомления со всем материалом, предусмотренным программой¹.

В процессе выполнения контрольной работы студенты-заочники глубже овладевают основными понятиями органической химии и выявляют степень своей готовности к экзамену по предмету.

При подготовке к контрольным работам по отдельным темам рекомендуется придерживаться единого плана:

1. Определение класса.
2. Общая формула.
3. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура.
4. Тонкая электронная структура (виды, тип, природа связей, взаимное влияние и выводы о возможных свойствах).¹
5. Физические свойства (показать зависимость физических констант от строения вещества).
6. свойства.
7. Способы получения.
8. Значение данных веществ.

Для лучшего освоения материала при работе с учебником особое внимание необходимо обратить на вопросы (ниже они даны по разделам), определяющие основы изучаемого предмета.

Курс органической химии начинается с истории развития науки, классификации органических веществ и вопросов современного состояния теории строения органических соединений. При этом следует рассмотреть квантово-механические представления о природе углерод-углеродной связи с учетом электронной структуры атома. Для атома углерода в органических соединениях характерно гибридное состояние атомных орбиталей. В зависимости от природы связи возможны sp^3 -гибридизация (первое валентное состояние), sp^2 -гибридизация (второе валентное состояние), sp -гибридизация (третье валентное состояние). Необходимо также иметь представление об эффектах, возникающих в молекуле вследствие взаимного влияния атомов (I- и M-эффекты, эффект сверхсопряжения).

I. Предельные, или насыщенные, углеводороды (парафины, алканы). Усвоить термины и понятия: гомологический ряд; гомологическая разность, радикал; первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы углерода; основные закономерности рациональной и международной номенклатуры.

¹ См: Содержание учебного курса.

Разобраться в электронном строении простейшего представителя гомологического ряда, выяснить, на основании чего химические свойства парафинов будут проявляться только в виде реакций замещения и элиминирования, а также в радикальном механизме реакций.

II. Этиленовые углеводороды (олефины, алкены). Понятие о структурной и геометрической изомерии. На основании электронного строения олефинов разобрать гетеролитический и гомолитический распад π -связи и реакции присоединения по радикальному и электрофильному механизму. Объяснить правило Марковникова с электронной точки зрения и возможность несоблюдения его.

III. Диеновые углеводороды (алкадиены). Исходя из электронного строения, разобрать π, π -сопряжение на примере бутадиена и особенности течения реакции присоединения для сопряженных систем.

IV. Ацетиленовые углеводороды (алкины). На основании электронного строения объяснить возможность проявления кислотных свойств и свойств непредельных углеводородов (A_E , A_N реакции).

V. Галогенопроизводные алканов. Разобрать механизм реакций замещения нуклеофильного характера, опираясь на взаимное влияние атомов (S_N1 и S_N2 реакции).

VI. Спирты. На основании электронного строения доказать возможность проявления спиртами кислотных и основных свойств в зависимости от реагента. Объяснить усиление кислотных свойств у многоатомных спиртов.

VII. Альдегиды и кетоны. Разобрать механизм реакций присоединения по π -связи нуклеофильного характера на основании электронного строения функциональной группы; усвоить понятие о сверхсопряжении (σ -, π -сопряжение), которое обуславливает подвижность атомов водорода в α -положении.

VIII. Карбоновые кислоты. Усвоить номенклатуру кислот и их производных по функциональной группе. Охарактеризовать кислотные свойства органических кислот, сравнив их со спиртами, водой и минеральными кислородсодержащими кислотами; доказать (используя механизм реакции) участие гидроксильной группы в образовании молекулы воды при реакции этерификации.

IX. Оксикислоты. При их изучении обратить особое внимание на явление оптической изомерии, составить четкое представление об асимметрическом атоме углерода, оптических антиподах, рацемате, диастереомерах, о числе возможных оптических изомеров, о плоскостной симметрии (мезоформы), о *L*- и *D*-рядах, о право- и левовращающих изомерах. Уметь записывать проекционные формулы.

X. Углеводы. Моносахариды. Охарактеризовать виды изомерии: а) изомерию положения карбонильного кислорода (кетозы, альдозы); б) оптическую изомерию (*D*- и *L*-ряды, антиподы, диастереомеры, эписмеры, рацемат); в) кольчато-цепную таутомерию (формула Фишера, Колли - Толленса, Хеурса); явление мутаротации; г) конформационную изомерию.

XI. Соединения, содержащие азот. Рассмотреть свойства аминокислот (амфотерность, биполярные ионы, образование пептидной связи).

XII. Алициклические углеводороды и их производные. Разобраться в гипотезе Байера - теории углового напряжения. Объяснить устойчивость и неустойчивость, циклов на основании теории углового напряжения и конформационной теории.

XIII. Ароматические углеводороды. Усвоить тонкое электронное строение бензольного ядра. Объяснить свойства бензола, исходя из квантовомеханических представлений (понятие о π -секстете, идеальном сопряжении, π -комплексе и σ -комплексе как о переходных соединениях в реакциях электрофильного замещения); разобраться в ориентации электрофильных реагентов в зависимости от уже имеющихся заместителей на основании распределения электронной плотности в реагирующей молекуле. При изучении производных ароматических углеводородов (нитросоединений, сульфокислот, фенолов, альдегидов, кетонов, кислот, аминов) выяснить взаимное влияние функциональной группы и ароматического ядра и проявления этого влияния в химических свойствах ядра и функциональной группы.

XIV. Гетероциклические соединения. Объяснить свойства гетероциклических соединений на основе электронного строения с акцентированием внимания на эффектах, возникающих в связи с появлением гетероатома.

Отвечая на вопросы контрольной работы, необходимо придерживаться следующих требований;

1. Писать полные уравнения химических реакций в молекулярной форме с соблюдением законов стехиометрии; указывать условия реакции; где возможно, показать ее механизм.

2. Комментарии к уравнениям химических реакций должны быть краткими и иметь прямое отношение к данному вопросу.

3. Для обозначения веществ обязательно пользоваться графическими формулами соединений (где нужно, электронными) и проекционными формулами стереомеров.

4. Под формулами отчетливо записывать названия веществ. Текст контрольной работы не должен превышать 24 страниц.

На каждой странице оставлять поля, а после ответов несколько свободных строчек для замечаний преподавателя. Ответы должны быть расположены и пронумерованы в том же порядке, что и вопросы в данном варианте. В конце указать, какими учебниками и дополнительными пособиями студент пользовался.

Таблица 8

Варианты контрольных работ

Буквы ¹	Вари-	Распределение вопросов, задач и упражнений по темам ²											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
А	1	1	2,21	3	4	5,29	6	7	8,33	9	10	11	12
	2	10	15,27	2	11	16,32	13	17	1,23	3	14	12	13
	3	11	11,38	11	12	11,28	11	11	11,21	11	11	11	11
	4	18	12,26	14	3	1,38	17	13	16,32	11	2	15	14
	5	20	19,31	18	17	16,32	15	14	13,26	12	11	10	9
Б	1	19	18,24	17	16	15,37	14	13	13,24	11	10	9	8
	2	1	9,37	18	13	17,34	12	20	15,31	10	19	14	15
	3	12	12,26	12	12	12,30	12	12	12,24	12	12	12	12
	4	9	14,39	19	10	15,37	20	12	17,34	13	18	19	16
	5	2	3,28	4	5	6,39	7	8	9,38	10	11	12	13
В	1	3	4,29	5	6	7,25	8	9	10,39	11	12	13	14
	2	8	13,33	18	9	14,33	19	10	15,31	20	1	6	17
	3	13	13,33	13	13	13,31	13	13	13,26	13	13	13	13
	4	11	6,39	1	20	15,37	10	19	14,30	9	18	13	18
	5	18	17,23	16	15	14,33	13	12	11,21	10	9	8	7
Г	1	17	16,36	15	14	13,31	12	11	10,39	9	8	7	6
	2	20	15,27	10	19	14,33	9	18	13,26	8	17	12	19
	3	14	14,39	14	14	14,33	14	14	14,30	14	14	14	14
	4	7	12,26	17	8	13,31	18	9	14,30	19	10	15	20
	5	4	5,22	6	7	8,23	9	10	11,21	12	13	14	15
Д	1	5	6,39	7	8	9,39	10	11	12,24	13	14	15	16
	2	6	11,38	16	7	12,30	17	20	13,26	18	11	14	19
	3	15	15,27	15	15	15,37	15	15	15,31	15	15	15	15
	4	9	14,39	11	18	13,31	20	17	12,24	7	16	11	20
	5	16	15,27	14	13	12,30	11	10	9,38	8	7	6	5
Е	1	15	14,39	13	12	11,28	10	9	8,33	7	6	5	4
	2	13	8,30	17	12	9,39	16	11	6,28	20	15	10	1
	3	16	16,36	16	16	16,32	16	16	16,32	16	16	16	16
	4	5	10,32	15	20	6,39	11	16	9,38	12	17	8	21
	5	6	7,35	8	9	10,26	11	12	13,26	14	15	16	17
Ж	1	13	12,26	11	10	9,39	8	7	6,28	5	4	3	21
	2	6	17,23	12	19	14,33	9	4	18,39	13	5	8	7
	3	18	18,24	18	18	18,35	18	18	18,39	18	18	18	18
	4	3	8,30	13	18	4,27	9	14	19,37	5	12	17	8
	5	8	9,37	10	11	12,30	13	14	15,31	16	17	18	19
З И	1	7	8,30	9	10	11,28	12	13	14,30	15	16	17	18
	2	2	9,37	14	4	5,29	10	19	20,36	6	8	16	4
	3	18	17,23	17	17	17,34	17	17	17,34	17	17	17	17
	4	7	16,36	8	6	20,36	19	10	5,25	4	14	19	5
	5	14	13,33	13	13	10,26	9	8	7,27	6	5	4	3
К	1	11	10,32	9	8	7,25	6	5	4,35	3	2	1	12
	2	12	13,33	20	7	16,32	2	6	20,36	3	10	5	10
	3	20	20,34	20	20	20,36	20	20	20,36	20	20	20	20
	4	1	5,22	10	3	20,36	6	2	16,32	7	4	13	11
	5	10	11,38	12	13	14,33	15	16	17,34	18	19	20	9

Буквы	Варианты	Распределение вопросов, задач и упражнений по темам											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Л	1	11	12,26	13	14	15,37	16	17	18,39	19	20	1	2
	2	4	1,25	6	12	17,34	5	18	11,21	2	3	10	12
	3	1	1,25	1	1	1,38	1	1	1,23	1	1	1	21
	4	14	10,32	3	2	11,28	18	5	17,34	12	6	1	1
	5	10	9,37	8	7	6,39	5	4	3,29	2	1	20	19
М	1	9	8,30	7	6	5,29	4	3	2,22	1	20	19	18
	2	16	18,24	6	1	12,30	5	2	19,37	14	9	14	14
	3	2	2,21	2	2	2,21	2	2	2,22	2	2	2	2
	4	19	4,29	9	14	11,28	2	5	12,24	1	6	18	15
	5	12	13,33	14	15	16,32	17	18	19,37	20	1	2	3
Н	1	13	14,39	15	16	17,34	18	19	20,36	1	2	3	4
	2	18	16,36	11	2	1,38	12	7	3,29	15	20	5	21
	3	3	3,28	3	3	3,24	3	3	3,29	3	3	3	3
	4	10	5,22	20	15	3,24	7	12	1,23	2	11	16	5
	5	8	7,35	6	5	4,27	3	2	1,23	20	19	18	17
О	1	7	6,39	5	4	3,24	2	1	20,36	19	18	17	16
	2	8	20,34	15	11	6,39	4	1	10,39	5	7	2	6
	3	4	4,29	4	4	4,27	4	4	4,35	4	4	4	4
	4	17	2,21	7	5	10,26	1	4	6,28	11	15	20	7
	5	14	15,27	16	17	18,35	19	20	1,23	2	3	4	5
П Р	1	15	16,36	17	18	19,22	20	1	2,22	3	4	5	6
	2	16	3,28	8	13	18,35	4	2	5,25	10	16	19	8
	3	5	5,22	5	5	5,29	5	5	5,25	5	5	5	5
	4	17	19,31	16	10	5,29	1	4	18,39	13	8	3	9
	5	6	5,22	4	3	2,21	1	20	19,37	18	17	16	15
С	1	5	4,29	3	2	1,38	20	19	18,39	17	16	15	14
	2	3	7,35	19	14	8,23	11	3	2,22	1	6	5	10
	3	6	6,39	6	6	6,39	6	6	6,28	6	6	6	6
	4	15	6,39	5	1	2,21	3	11	18,39	14	19	7	11
	5	16	17,23	18	19	20,36	1	2	3,29	4	5	6	7
Т У	1	17	18,24	19	20	1,38	2	3	4,35	5	6	7	8
	2	14	20,34	4	16	7,25	15	8	2,22	17	13	1	12
	3	7	7,35	7	7	7,25	7	7	7,27	7	7	7	7
	4	5	1,25	13	17	2,21	8	15	7,27	16	4	20	14
	5	4	3,28	2	1	20,36	19	18	17,34	16	15	14	13
Ф Х	1	3	2,21	1	20	19,22	18	17	16,32	15	14	13	12
	2	4	7,35	2	9	10,26	15	16	8,33	6	3	19	15
	3	8	8,30	8	8	8,23	8	8	8,33	8	8	8	8
	4	2	3,28	5	8	4,27	6	7	11,21	15	1	18	16
	5	18	19,31	20	1	2,21	3	4	5,25	6	7	8	9
Ц Ч	1	19	20,34	1	2	3,24	4	5	6,28	7	8	9	10
	2	12	18,24	1	15	19,22	7	6	4,35	8	5	3	17
	3	9	9,37	9	9	9,39	9	9	9,38	9	9	9	9
	4	13	19,31	3	6	8,23	16	15	10,39	9	7	2	18
	5	2	1,25	20	19	18,35	17	16	15,31	14	13	12	11

Ш	1	1	20,34	19	18	17,34	16	15	14,30	13	12	11	9
Щ	2	14	4,29	2	16	7,25	3	15	9,38	19	20	17	13
Э	3	11	17,23	20	19	9,40	14	3	7,27	16	2	4	12
Ю	4	10	10,32	10	10	10,26	10	10	10,39	10	10	10	10
Я	5	20	1,25	2	3	4,27	5	6	7,27	8	9	10	11

2

ВОПРОСЫ, ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

I. ВЫВОД ЭМПИРИЧЕСКИХ И МОЛЕКУЛЯРНЫХ ФОРМУЛ

1. Вычислите эмпирическую и молекулярную формулы соединения, если при сжигании 0,1800 г его образовалось 0,2475 г оксида углерода (IV) и 0,2023 г воды. Плотность паров вещества по водороду равна 16 г/см³.
2. По данным элементарного анализа углеводород содержит 92,31% углерода и 7,69% водорода. Плотность паров этого вещества по водороду равна 39 г/см³. Найдите молекулярную формулу.
3. Найдите молекулярную формулу вещества, если при сжигании 13,8 г его получили 26,4 г оксида углерода (IV) и 16,2 г воды. Плотность его паров по водороду равна 23 г/см³.
4. Определите молярную массу и составьте эмпирическую формулу этиленового углеводорода, если 0,7 г его присоединяют 4 г брома.
5. Выведите молекулярную формулу вещества, в котором на одну массовую долю водорода приходится 6 массовых долей углерода и 8 массовых долей кислорода. Молярная масса вещества равна 180 г/моль.
6. В состав ароматического углеводорода входит 93,75% углерода и 6,25% водорода, Молярная масса углеводорода равна 128 г/моль. Выведите молекулярную формулу и напишите структурную формулу, имея в виду, что в состав молекулы входят два бензольных ядра.
7. Газообразный углеводород, плотность которого по водороду равна 21 г/см³, имеет следующий элементарный состав: углерода 85,71%, водорода 14,29%. Определите молярную массу углеводорода.
8. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что оно содержит 30,70% углерода, 3,82% водорода, 45,23% хлора и кислород. Плотность его паров по водороду равна 39,25 г/см³.
9. По данным элементарного анализа углеводород содержит 90% углерода и 10% водорода. Плотность паров этого соединения по водороду равна 20 г/см³. Найдите его молекулярную формулу.

² Буквы (А, Б, В, Г, Д и т.д.) обозначают начальную букву фамилии студента-заочника.

² Римские цифры указывают номер темы. Арабские- номера вопросов, задач и упражнений по темам.

10. При сжигании 1 объема углеводорода в 6 объемах кислорода образовалось 4 объема оксида углерода (IV) и 4 объема водяного пара, приведенных к нормальным условиям. Найдите молекулярную формулу углеводорода.
11. Элементарным анализом установлено, что газ имеет следующий состав: углерода — 52,2%, водорода — 13,0% и кислорода — остальное. Объем этого газа 1 л, а масса 2,05 г (условия нормальные). Определите эмпирическую и графическую формулы данного соединения, зная, что оно не взаимодействует с металлическим натрием.
12. Найдите молекулярную формулу вещества, имеющего состав: углерода — 82,8%, водорода—17,2%, если известно, что 1 л этого соединения имеет массу 2,59 г (условия нормальные).
13. Определите простейшую формулу вещества, если при сжигании его получили 2,64 г оксида углерода (IV), 1,62 г воды и 1,92 г оксида серы (IV). Известно, что вещество не содержит кислорода.
14. При сжигании некоторого количества газообразного углеводорода получили 3,30 г оксида углерода (IV) и 2,02 г воды. Плотность паров его по воздуху равна 1,035 г/см³. Составьте структурную формулу. К какому гомологическому ряду относится данное вещество?
15. При сжигании 0,2625 г вещества образовалось 0,392 г оксида углерода (IV) и 0,4725 г воды. Плотность паров данного соединения по водороду равна 15 г/см³. Определите молекулярную формулу исследуемого вещества.
16. Выведите молекулярную формулу газообразного вещества, имеющего состав: углерода — 82,8%, водорода — 17,2%, если известно, что масса 1 л этого газа составляет 2,59 г (условия нормальные).
17. При сжигании 5,00 мг вещества выделилось 16,92 мг оксида углерода (IV) и 3,46 мг воды. Молярная масса исследуемого соединения 78 г/моль. Определите его молекулярную формулу.
18. Анализ жидкого соединения дал 40,0% углерода, 6,7% водорода и кислород. При температуре 200°C и давлении $10,13 \cdot 10^4$ Па соединение массой 10 мг занимает объем 6,47 мл. Определите молекулярную формулу вещества.
19. При сжигании 0,3148 г органического соединения получили 0,7870 г оксида углерода (IV) и 0,3864 г воды. Данное вещество массой 1,76 г при взаимодействии с металлическим натрием выделяет водород объемом 224 мл (условия нормальные). Определите молекулярную формулу. Напишите графические формулы структурных изомеров и назовите их.
20. При сжигании 5,17 мг образца соединения образовалось 10,32 мг оксида углерода (IV) и 4,23 мг воды. Это вещество массой 0,156 г занимает объем 53 мл при температуре 100°C и давлении $10,13 \cdot 10^4$ Па. Определите молекулярную формулу этого соединения.

II. ИЗОМЕРИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Составьте графические формулы изомерных аминов состава C_3H_9N (4 изомера). Назовите их. Напишите уравнения реакций взаимодействия их с хлороводородной кислотой. Какие свойства проявляют амины в этой реакции и как они изменяются в ряду этих изомеров?
2. На примере 2-хлорбутандиовых кислот объясните явление оптической изомерии.
3. Составьте структурные формулы всех изомерных оксикислот с молекулярной формулой $C_4H_8O_3$. Назовите их, считая производными карбоновых кислот.
4. Сколько пространственных изомеров соответствует 2,3-дихлорбутандиовой кислоте? Напишите проекционные формулы этих кислот. Какие из них отвечают оптически активным изомерам? В чем отличие между оптически недействительным рацематом и оптически недействительной мезоформой? Как разделяют рацемат на оптически деятельные компоненты?
5. Приведите примеры проявления таутомерных превращений как особого рода изомерии. Дайте объяснения.
6. Перечислите виды изомерии. Назовите вид и причину изомерии для следующих пар изомерных соединений: первичный бутиловый и вторичный бутиловый спирты; диметилэтилметан и тетраметилметан; β ,D-глюкоза и α ,D-глюкоза.
7. На оптически деятельное вещество 2-хлорбутан действовали: а) магнием в абсолютном эфире; б) сухим оксидом углерода (IV); в) иодоводородом (сильный восстановитель). Составьте схемы всех последовательных превращений и укажите, была ли потеряна оптическая активность на каком-либо этапе превращений.
8. Напишите структурные формулы всех изомерных гексинов (7 изомеров). Назовите их.
9. Перечислите виды структурной изомерии. Назовите вид изомерии для каждой из следующих пар изомерных соединений: а) бутаналь и 2-метилпропаналь; б) 1-бромпентан и 2-бромпентан; в) карбонильная и циклическая формы глюкозы.
10. Напишите структурные формулы всех изомеров ароматических углеводородов состава C_7H_7Br и дайте им названия.
11. Какие стереомеры называют оптическими антиподами и диастереомерами? Приведите примеры тех и других.
12. Перечислите виды изомерии, характерные для непредельных монокарбоновых кислот. Приведите примеры.
13. Укажите, будет ли сохранена оптическая активность, если *втор*-бутилкарбинол: а) окислить в соответствующую карбоновую кислоту; б) превратить в эфир уксусной кислоты; в) превратить в йодистый алкил и последний восстановить до углеводорода?
14. Укажите число возможных оптически деятельных изомеров для каждого из следующих соединений и составьте проекционные формулы этих изомеров: а) 2-бром-1-пропанол; б) 1,2,3-триоксидбутан; в) 2-

- метил-3-бутанол; г) 2,3-дихлорбутан. Какие из этих изомеров будут оптическими антиподами и какие — диастереомерами?
15. Перечислите виды пространственной изомерии. Приведите примеры.
 16. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров ароматических углеводородов с общей формулой C_8H_{12} . Назовите их.
 17. Какие виды изомерии возможны для оксикислот? Приведите примеры.
 18. Какие виды изомерии характерны для аминокислот? Приведите примеры на каждый вид изомерии.
 19. Выведите формулы альдегидов и кетонов, изомерных валериановому альдегиду $C_5H_{10}O$, и назовите их по рациональной и систематической номенклатуре.
 20. Напишите структурные формулы всех изомерных одноосновных кислот этиленового ряда с общей формулой $C_4H_6O_2$. Для тех изомеров, у которых возможна пространственная изомерия, напишите проекционные формулы стереомеров.
 21. Напишите графические формулы ациклических углеводородов, изомерных бензолу. Назовите их. Укажите те из них, для которых возможна геометрическая изомерия.
 22. Сколько может быть дизамещенных бензолов, отвечающих формулам $C_6H_4Cl_2$ и C_6H_4ClBr ? Напишите их и назовите.
 23. Напишите графические формулы всех изомерных алкенов с формулой C_6H_{12} . Назовите их. Укажите, для каких соединений возможна геометрическая изомерия.
 24. Какие из следующих соединений не принадлежат к группе изомерных октиловых спиртов: а) 2,2-диметил-3-гексанол; б) 2,6-диметил-4-гептанол; в) 2,3,4-триметил-2-пентанол; г) 4-этил-3-гексанол; д) 2-метил-3-этил-3-пентанол; е) 2-метил-1-октанол?
 25. Укажите конфигурацию и назовите дикарбоновую кислоту, которая будет образовываться при окислении азотной кислотой тетроз, полученных из *D*- и *L*-глицериновых альдегидов. Какие из них можно отнести к *D*- и *L*-рядам и какие нельзя отнести ни к одному из генетических рядов?
 26. Сколько асимметрических атомов углерода содержит фруктоза? Напишите проекционные формулы всех стереомеров 2-кетогексоз, относящихся к *D*-ряду. Напишите проекционную формулу энантиомера *D*-фруктозы.
 27. Не учитывая стереомеров, напишите графические формулы восьми изомерных пентилловых спиртов $C_5H_{11}OH$. Назовите каждый из них по системе ЮПАК. Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты.
 28. Напишите графические формулы семи изомерных алкинов, имеющих состав C_6H_{10} . Назовите их по номенклатуре ЮПАК. Укажите, какие из них будут реагировать с ионами Ag^+ или $[Cu(NH_3)_2]^+$.
 29. Напишите графические формулы и названия всех ароматических углеводородов состава C_8H_{10} .
 30. При свободнорадикальном хлорировании 1-хлор-2-метилбутана образуется всего шесть изомеров, имеющих формулу $C_5H_{10}Cl_2$. Четыре изомера оптически активны. Напишите графические формулы всех образующихся соединений. Объясните подробно наличие или отсутствие оптической активности в каждом случае.

31. Напишите проекционные формулы всех возможных стереомеров следующих соединений: 1,2-дибромпропана; 3,4-дибром-3,4-диметилгексана; 2,4-дибромпентана; 2-бром-3-хлорбутана.
32. Не учитывая стереомеров, напишите графические формулы всех возможных монохлорпроизводных м-бутана и изобутана. Какие из них (если есть) могут существовать в виде стереомеров?
33. Напишите графические формулы пяти изомерных аминов, содержащих бензольное ядро, состава C_7H_9N . Назовите их.
34. Напишите графические формулы изомеров для двухатомных спиртов предельного ряда, содержащих пять углеродных атомов. Укажите соединения, имеющие оптические изомеры.
35. Какие виды изомерии возможны для гексеновой кислоты? Напишите графические формулы этих изомеров и назовите все вещества по номенклатуре ЮПАК.
36. Напишите графические формулы третичных гептиловых спиртов. Назовите их по систематической номенклатуре. Какие из спиртов могут обладать оптической активностью?
37. Напишите графические формулы изомерных вторичных спиртов состава $C_6H_{14}O$ и назовите их по номенклатуре ЮПАК. Для каких спиртов возможна оптическая изомерия?
38. Напишите графические формулы изомерных ароматических кислот состава $C_8H_8O_2$. Назовите эти соединения.
39. Напишите графические формулы первичных, вторичных и третичных спиртов состава $C_6H_{13}OH$. Назовите их по номенклатуре ЮПАК.
40. Напишите графические формулы изомерных диеновых углеводородов состава C_5H_8 . Для каких из них возможна геометрическая изомерия? Назовите все соединения.

III. АЛКЕНЫ

1. Какое соединение получится, если на 1,2-дибромпентан подействовать цинком при нагревании, полученное соединение обработать бромоводородом, а затем металлическим натрием? Назовите полученное вещество по систематической номенклатуре. Охарактеризуйте связи его. Какими свойствами оно обладает?

2. При помощи каких превращений можно различить два изомерных соединения: а) 3-метил-3-гептен и б) 2-метил-3-гептен? Напишите уравнения реакций. Дайте характеристику связей для первого соединения.

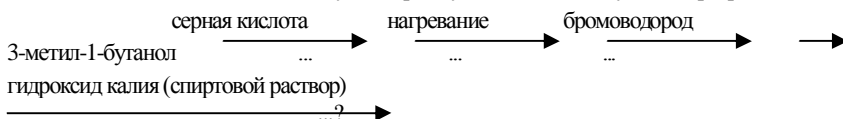
3. По какому возможному механизму идет реакция получения непредельных углеводородов из третичных и первичных галогенопроизводных алканов? Дайте объяснения.

4. Получите 2-бутен из 1-бутена (три варианта). Какие свойства характерны для соединений, содержащих π -связь?

5. В каких соединениях углерод находится во втором валентном состоянии? Какой вид гибридизации атомных орбиталей характерен

для второго валентного состояния углерода? Как это отражается на свойствах?

6. Какие вещества можно получить при осуществлении следующих превращений:



В каком валентном состоянии находятся атомы углерода в полученном соединении?

7. Чем отличаются ковалентные σ - и π -связи? Приведите схему строения молекулы пропена с указанием величины валентных углов, направления осей σ - и π -связей и длины σ - и ($\sigma+\pi$)-связей. Могут ли р-орбитали участвовать в образовании σ -связи? Чему равна энергия одинарной и двойной связи?

8. Как пойдет реакция присоединения бромоводорода к 1-бутену и 3,3,3-трихлорпропену по ионному механизму и в присутствии пероксидов? Во всех ли случаях справедливо правило Марковникова?

9. Какой тип гибридизации атомных орбиталей соответствует второму валентному состоянию атома углерода? Как эта гибридизация сказывается на свойствах вещества? Нарисуйте схему образования σ -связей и π -связей в молекуле пропена.

10. Какой алкен из каждой пары более активен в реакции присоединения серной кислоты и почему: а) этен и бромэтен; б) пропен к 2-бутен; в) 2-бутен и метилпропен?

11. Какие соединения образуются при взаимодействии: а) пропена с хлороводородом; б) 2-метил-1-бутена с серной кислотой с последующим гидролизом полученного вещества; в) 1-бутена с изобутаном? Объясните электрофильный механизм первой и второй реакций.

12. При озонировании углеводорода, содержащего пять атомов углерода и десять атомов водорода, с последующим разложением озонида водой получены муравьиный и изомасляный альдегиды. Установите строение исходного углеводорода. Дайте характеристику валентного состояния атомов углерода этого соединения.

13. Опишите промышленные синтезы на основе этиленовых углеводородов. Какое свойство алкенов используется при этом? Объясните с точки зрения электронной теории.

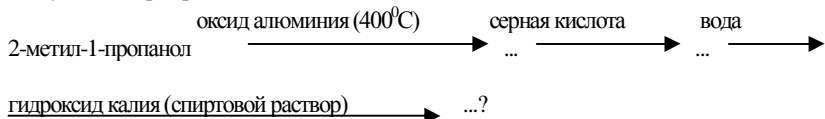
14. Значительная часть 1,6-диаминогексана, необходимого для получения найлона-66, синтезируется с помощью процесса, начинающегося с 1,4-присоединения хлора к бутadiену. Каковы следующие стадии в этом процессе? Напишите уравнения соответствующих реакций. Назовите все вещества.

15. При присоединении хлороводорода к 3-метил-1-бутену образуется смесь двух алкилхлоридов. Что это за соединения и как они образовались? Напишите уравнения реакций с указанием механизмов.

16. Покажите на примерах механизмы реакций, характеризующих свойства этиленовых углеводородов (два механизма).

17. Взяв в качестве исходного вещества 2-бутен, последовательно подействуйте на него концентрированной серной кислотой, водой (при нагревании), оксидом алюминия (при нагревании), бромоводородом, водным раствором гидроксида натрия. Покажите распределение электронной плотности в соединениях, имеющих π -связь.

18. Какие соединения можно получить при осуществлении следующих превращений:



Дайте характеристику валентного состояния атомов углерода в последнем соединении.

19. Напишите уравнения реакций взаимодействия 1-бутена с: а) водородом (в присутствии катализатора); б) бромом; в) бромоводородом; г) серной кислотой; д) озоном; е) хлорноватистой кислотой; ж) изобутаном. Покажите смещение π -электронного облака в молекуле 1-бутена. По какому механизму идет третья реакция?

20. Получите 3-метил-2-пентен из соответствующего дигалогенопроизводного и приведите уравнения реакций взаимодействия его с: а) бромоводородом; б) озоном; в) разбавленным раствором перманганата калия на холоде в присутствии щелочи; г) концентрированным раствором перманганата калия в кислой среде. Приведите механизм первой реакции.

IV. АЛКИНЫ И АЛКАДИЕНЫ

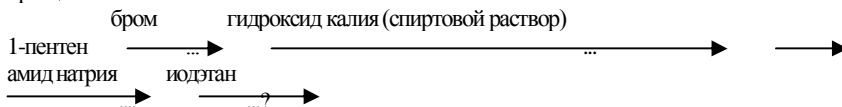
1. Как влияет увеличение доли s-облака в гибридной орбитали атома углерода, находящегося в третьем валентном состоянии, на его электроотрицательность? К каким последствиям это приводит? Сравните реакционную способность σ - и π -связей в молекулах этена и этина. Приведите примеры соответствующих реакций и укажите их тип.

2. Приведите схему строения молекулы пропина с указанием: а) направления осей σ - и π -связей; б) величины валентного угла между σ -связями; в) длины углерод-углеродной и углерод-водородной связей. Какова энергия π -связи и тройной связи в молекуле пропина? Как это отражается на свойствах?

3. Напишите проекционную формулу молекулы 1,3-бутадиена с указанием направления осей σ - и π -связей. Подсчитайте количество электронных орбиталей типа s-, p- и sp^2 -гибридных. Покажите различные типы перекрывания электронных облаков, как это отражается на свойствах бутадиена?

4. В каких углеводородах углерод находится в первом, во втором и в третьем валентном состоянии? Чем они отличаются? Как это отражается на свойствах?

5. Какие соединения образуются в результате следующих превращений:



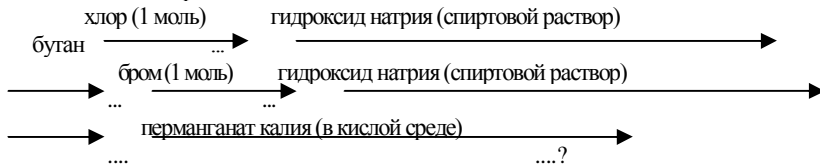
Как меняется характер связей в соединениях этого ряда?

6. Какая природа связей характерна для молекул 1-бутена и 1-бутина? Дайте схему образования связей. Сколько σ - и π -связей находится в каждом соединении? Сколько электронных облаков типа s -, p -, sp^2 -, sp -гибридных содержится в этих соединениях? В чем сходство и отличие в свойствах этих веществ?

7. Напишите схемы получения следующих ацетиленовых углеводородов: а) 2-бутина из 2-бутена; б) 1-пентина из 1-пентанола; в) 2-пентина из 2-бромпентана. Дайте характеристику связей.

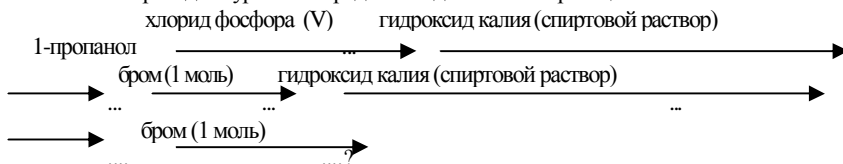
8. Опишите промышленные синтезы на основе ацетилена. Определите тип каждой реакции.

9. Какие соединения можно получить, если провести ряд последовательных реакций по схеме:



Охарактеризуйте валентное состояние атомов углерода предпоследнего соединения.

10. Приведите уравнения ряда последовательных реакций:



Объясните механизм последней реакции.

11. Напишите схемы синтеза из этина следующих соединений, используя любые органические и неорганические реагенты: этена, этана, хлорэтана, этанала, пропина, 1-бутина, 2-бутина, 3-гексина.

12. Волокно виньон используют для изготовления рыболовных сетей электроизоляции и др. Его получают сополимеризацией хлористого винила с винилацетатом. Напишите уравнения реакций получения винилхлорида и винилацетата, исходя из ацетилена, уксусной кислоты и хлороводорода, а также схему реакции сополимеризации хлорвинила с винилацетатом.

13. Нарисуйте схемы образования σ - и π -связей для соединений: а) метилацетилена; б) випилацетилена; в) диметилацетилена. Обозначьте валентные состояния атомов углерода, виды σ - и π -связей и углы между направлениями σ -связей. Какие эффекты взаимного влияния атомов возникают в молекулах этих веществ?

14. Объясните усиление кислотных свойств у ацетилена по сравнению с этиленом на основании электронного строения. В каких реакциях проявляются кислотные свойства ацетилена?

15. Напишите уравнения реакций взаимодействия метилацетилена с: а) водородом в присутствии катализатора; б) бромом; в) бромоводородом; г) металлическим натрием; д) гидроксидом диаминсеребра. Назовите полученные соединения. Объясните механизм третьей реакции.

16. Напишите уравнения реакций между следующими веществами: а) метилацетиленом и бромоводородом (1 моль); б) изопропилацетиленом и водой (в присутствии катализатора); в) этилацетиленом и уксусной кислотой (1 моль); г) 1-бутином и бутанолом; д) изопропилацетиленом и аммиачным раствором гидроксида серебра.

Приведите механизм первой реакции. Укажите условия протекания реакций.

17. Образец индивидуального газообразного вещества может быть этаном, этиленом, ацетиленом. Каким образом качественно можно установить природу этого газа? Охарактеризуйте углерод-углеродные связи в этом ряду соединений.

18. Используя любые необходимые органические и неорганические реагенты, опишите все стадии синтеза пропина из: а) 1,2-дибромпропана; б) пропена; в) пропана; г) 1-пропанола; д) этина; е) 1,1,2,2-тетрабромпропана.

19. Какой вид гибридизации электронных орбиталей соответствует третьему валентному состоянию атома углерода? Нарисуйте схему расположения σ - и π -связей в молекуле пропина. Подсчитайте количество электронных орбиталей s -, p -, sp^n -гибридных. Покажите различные типы перекрывания электронных облаков. Как это отражается на свойствах веществ?

20. Волокно нитрон ближе всех других синтетических волокон приближается по свойствам к натуральной шерсти. Материал для него получают полимеризацией акрилонитрила, который синтезируют из ацетилена и синильной кислоты. Охарактеризуйте виды связей в молекуле этого соединения. Напишите уравнение реакции получения акрилонитрила и схему его полимеризации.

V. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

1. Сравните отношение бензола, циклогексана, циклогексена и циклогексадиена к действию: а) брома; б) окислителей. Дайте объяснение.

2. Какие соединения получаются при действии смеси формальдегида и хлороводорода в присутствии хлорида цинка: а) на бензол; б) на толуол? Объясните механизм реакций.

3. С помощью каких реакций можно определить: а) гексан; б) гексен; в) бензол? Объясните.

4. При бромировании 78 г бензола получено 80 г бромбензола. Рассчитайте практический выход продукта в процентах от теоретического. При каких условиях осуществляется эта реакция? Укажите ее механизм.

5. Этилбензол является одним из исходных продуктов для получения стирола, широко используемого для получения синтетического каучука и пластических масс. Напишите уравнения реакций синтеза этилбензола из: а) этина, этанола и неорганических веществ; б) бромбензола, этанола и неорганических веществ. Напишите уравнение реакции полимеризации стирола в полистирол.

6. Получите кумол всеми возможными способами. Где используется это соединение?

7. Какие продукты образуются при реакции озонлиза *o*-ксилола? Что доказывает эта реакция? Можно ли для этих целей использовать *m*-ксилол?



8. Объясните, почему группы $-\text{CF}_3$, $-\text{NO}_2$, $-\text{C}$



являются метаориентантами и дезактивируют бензольное ядро в реакциях электрофильного замещения.

9. Какое строение будут иметь соединения, полученные в результате энергичного окисления: а) *m*-ксилола; б) *o*-ксилола; в) *n*-ксилола; г) этилбензола?

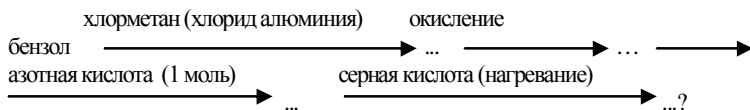
10. Какие заместители в бензольном ядре называют электронацептрными? Как они влияют на реакции электрофильного замещения? Приведите примеры. Дайте объяснения.

11. В молекулах этена и бензола атомы углерода находятся в одинаковом валентном состоянии. Охарактеризуйте и сравните химические свойства этих соединений. Приведите примеры, объясните.

12. Напишите уравнения реакций сульфирования: а) толуола; б) нитротолуола; в) сульфобензола. Объясните правила ориентации. Приведите механизм первой реакции.

13. Образование каких мононитросоединений можно ожидать при нитровании: а) *m*-крезола; б) *m*-дибромбензола; в) *n*-дихлорбензола? Объясните правила ориентации и механизм первой реакции.

14. Напишите схему превращений:



Объясните правила ориентации.

15. Охарактеризуйте свойства: а) фенола; б) фенола. Подтвердите уравнениями соответствующих реакций.

16. Какие заместители в бензольном ядре являются электронодонорными? Как они влияют на реакции электрофильного замещения? Приведите примеры и дайте объяснения.

17. Какие мононитропроизводные получатся при нитровании: а) толуола; б) этилбензола; в) бензола-сульфокислоты; г) бензойной кислоты? Какие из этих соединений будут легче вступать в реакцию нитрования и почему?

18. Какие монобромпроизводные могут образоваться при действии брома на толуол и этилбензол (каждый в отдельности): а) в присутствии катализатора; б) при нагревании без катализатора; в) на ярком свете? Дайте объяснения.

19. В каких реакциях проявляются ароматические свойства бензола? Изменяются ли ароматические свойства бензола, если ввести в состав его молекулы электронодонорный или электроноакцепторный заместитель?

20. Напишите уравнения реакций взаимодействия бензолсульфокислоты с: а) гидроксидом калия (водный раствор); б) гидроксидом натрия (при сплавлении); в) цинком и разбавленной серной кислотой; г) карбонатом бария; д) цианидом калия (при сплавлении). Назовите продукты реакций.

21. *n*-Пропиловый эфир 2-амино-4-нитрофенола — одно из самых сладких веществ, примерно в 5000 раз слаще сахарозы. Это соединение можно получить из динитропроизводного восстановлением гидросульфидом аммония. Напишите уравнения реакций синтеза этого вещества, исходя из бензола или толуола и любых алифатических реагентов.

22. Напишите уравнения реакций взаимодействия бромбензола с: а) магнием в эфире; б) 10%-ным водным раствором гидроксида натрия при нагревании; в) этилатом натрия; г) аммиаком при температуре 100 °С; д) кипящим водным раствором цианида натрия; е) азотной кислотой в присутствии серной кислоты. Все ли реакции возможны? Назовите образующиеся продукты.

23. Как, исходя из бензола, получить: а) *m*-толуолсульфокислоту; б) *n*-нитротолуол; в) 4-бром-3-нитробензолсульфокислоту? Обратите внимание на последовательность реакций.

24. Расположите соединения каждой группы в порядке изменения их реакционной способности по отношению к бромоводороду: а) анизол, бензол, хлорбензол, нитробензол, фенол; б) анизол, *m*-оксианизол, *m*-метиланизол, *o*-метиланизол. Дайте объяснения.

25. Напишите уравнения реакций монобромирования в ядро: а) ацетанилида; б) ацетофенона; в) фенола; г) этилбензоата; д) фенилтрифторметана; е) бензонитрила. Сравните реакционную способность каждого вещества с бензолом.

26. Расположите соединения в порядке уменьшения их реакционной способности при нитровании: бензол, бромбензол, нитробензол, толуол. Объясните.

27. Предложите схемы возможных синтезов приведенных ниже соединений из бензола, толуола и любых необходимых алифатических и неорганических реагентов: а) *n*-бромбензилхлорид; б) трифенилхлорметан; в) 1,2-дихлор-1-фенилэтан.

28. Напишите уравнения реакций взаимодействия нафталина с: а) оксидом хрома (VI) в кислой среде; б) кислородом (катализатор — оксид ванадия (V)); в) натрием в этаноле; г) водородом (катализатор — никель); д) нитрующей смесью; е) бромом; ж) концентрированной серной кислотой (при температуре 80 °С, 160 °С); з) этаноилхлоридом (катализатор — хлорид алюминия). Во всех ли случаях будет происходить реакция? Назовите образующиеся продукты.

29. Приведите уравнения реакций получения из бензола или толуола: а) *m*-нитротолуола; б) 3,5-дибромтолуола; в) 1,3,5-трибромбензола.

30. Расположите соединения в следующих рядах в порядке активности по отношению к указанным реагентам: а) гидроксид натрия — хлорбензол, *m*-хлорнитробензол, *o*-хлорнитробензол, 2,4-динитрохлорбензол; б) нитрующая смесь — бензол, хлорбензол, нитробензол, толуол. Напишите уравнения реакций взаимодействия предложенных реагентов с самым активным веществом.

31. Приведите схемы синтеза из бензола или толуола: *m*-дибромбензола, *m*-фторанилина, трех изомеров метилфенола.

32. 2,4-Дихлорфеноксиуксусная кислота применяется как гербицид при борьбе с сорняками. Приведите схему синтеза этого соединения, исходя из бензола или толуола и уксусной кислоты.

33. Укажите все стадии возможного синтеза веществ из бензола или толуола, используя необходимые неорганические и алифатические реагенты: а) *m*-хлорбензол-сульфохлорида; б) *n*-крезола; в) *n*-толуолсульфоната натрия.

34. Напишите уравнения реакций синтеза соединений из бензола или толуола, используя необходимые неорганические и алифатические реагенты: а) *m*-хлорнитробензола; б) *n*-хлорнитробензола; в) *n*-бромстирола.

35. Напишите уравнения реакций взаимодействия нитрующей смеси с: а) 1-метилнафталином; б) 2-метилнафталином; в) 1-нитронафталином; г) 2-нитронафталином. Объясните правила ориентации.

36. Укажите все стадии возможного синтеза приведенных ниже соединений из бензола или толуола и спиртов (C₁—C₄) с использованием

необходимых неорганических реагентов: а) 2-бром-4-аминотолуола; б) 3-бром-4-аминотолуола; в) *n*-нитрозо-*N,N*-диэтиланилина.

37. Напишите уравнения реакций и назовите продукты, образующиеся при мононитровании: а) *o*-нитротолуола; б) *m*-дибромбензола; в) *n*-нитроацетанилида; г) *m*-динитробензола; д) *m*-крезола; е) *o*-крезола.

38. Приведите уравнения реакций образования из нафталина с использованием любых необходимых органических и неорганических реагентов: а) α -нафтола; б) β -нафтола; в) β -нафталальдегида; г) 4-амино-1-нафтола; д) 1-бром-2-метоксинафталина.

39. Исходя из бензола или толуола, синтезируйте: а) *n*-бромбензолсульфоамид; б) резорцин; в) *o*-крезол. Используйте все необходимые неорганические реагенты.

VI. СПИРТЫ И ФЕНОЛЫ

1. Напишите уравнения реакций взаимодействия 2-бутанола с: а) холодной концентрированной серной кислотой; б) серной кислотой при нагревании; в) холодным разбавленным раствором перманганата калия; г) бромом в тетрахлорметане; д) концентрированным водным раствором бромоводородной кислоты; е) фосфором в смеси с йодом; ж) металлическим натрием; з) уксусной кислотой в присутствии серной кислоты. Во всех ли случаях пойдет реакция? Назовите все образующиеся вещества.

2. Исходные вещества — гексаметилендиамин и адипиновую кислоту — для синтеза полиамидной смолы нейлона готовят исходя из фенола по схеме: фенол → циклогексанол → циклогексанон → адипиновая кислота → диамид адипиновой кислоты → динитрил адипиновой кислоты гексаметилендиамин. Напишите уравнения реакций получения этих веществ.

3. В каких реакциях проявляются кислотные свойства спиртов? Расположите в ряд по возрастающей кислотности, учитывая величину и знак индукционного эффекта заместителей, следующие спирты: а) изопропиловый; б) 2-хлор-1-пропанол; в) метиловый; г) 2-йод-1-пропанол; д) 2-метил-2-пропанол.

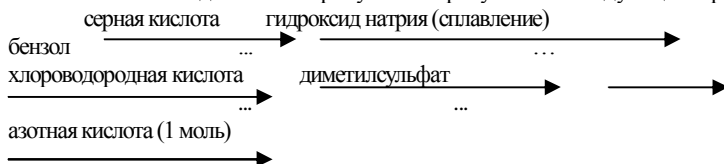
4. В каких реакциях проявляются основные свойства спиртов? Расположите в ряд по возрастающей основности следующие спирты: а) пропанол-2; б) 2-хлор-1-пропанол; в) метанол; г) 2-йод-1-пропанол; д) 2-метил-2-пропанол; е) этанол.

5. Расположите соединения в каждом из приведенных ниже рядов в порядке увеличения кислотности: а) *n*-нитрофенол, *m*-нитрофенол, бензиловый спирт, фенол, 3-фенил-1-пропанол; б) фенол, вода, *m*-бромфенол, *m*-крезол, *m*-нитрофенол. Ответ поясните.

6. Какие из веществ: а) оксид кальция; б) натрий; в) гидроксид меди (II); г) гидроксид натрия — будут реагировать с этанолом и с глицерином? Приведите уравнения соответствующих реакций. Дайте объяснения.

7. Дайте сравнительную характеристику этанола и фенола. Приведите уравнения соответствующих реакций.

8. Какие соединения образуются в результате следующих вращений:



Дайте характеристику второго соединения.

9. Какое влияние оказывают друг на друга гидроксильная группа и бензольное ядро в молекуле фенола? Приведите соответствующие уравнения реакций.

10. Напишите уравнения реакций и назовите вещества, образующиеся при взаимодействии *o*-крезола с: а) водным раствором гидроксида натрия; б) бромоводородом; в) диметилсульфатом, затем со щелочью; г) бензилбромидом; д) уксусным ангидридом; е) тионилхлоридом; ж) серной кислотой. Во всех ли случаях возможны реакции?

11. Напишите схемы синтеза 2-пропанола из: а) олефина; б) алкилгалогенида; в) по реакции Гриньяра. Какой метод используется в промышленности и почему?

12. Имея этанол, метанол и неорганические вещества, получите: а) пропанол; б) изопропанол. Какой из полученных спиртов обладает большими кислотными свойствами и почему?

13. Каким, путем из этанола можно получить: а) йодоформ б) бутан; в) этан; г) бромэтан? Какие свойства спирта используются в этих превращениях?

14. Взяв в качестве исходного вещества этанол, проведите ряд превращений, применяя последовательно: а) бромид фосфора (III); б) натрий металлический; в) бром (1 моль). На выделенное монобромпроизводное действуйте гидроксидом серебра. Составьте схему превращений и назовите полученные вещества. Объясните механизм последней реакции.

15. Укажите, какие соединения образуются при взаимодействии: а) 2-метил-2-пропанола с йодоводородом; б) 2-пропанола с серной кислотой; в) этанола с магнием; г) подметана с пропанолятом натрия.

16. В чем сходство и различие химических свойств фенолов и ароматических спиртов? В каких реакциях это проявляется?

17. Какие соединения образуются при действии на фенол и *n*-крезол: а) металлического натрия, затем бромида этила; б) уксусного ангидрида; в) диметилсульфата в присутствии гидроксида натрия; г) хлорида пропионила; д) азотной кислоты (1 моль); е) брома (1 моль); ж) водного раствора гидроксида натрия; з) цинковой пыли?

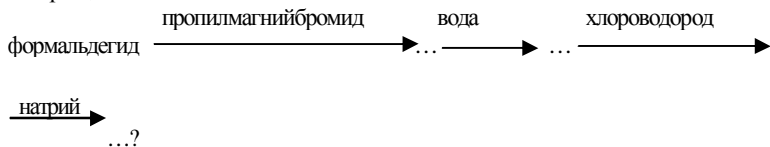
18. Расположите приведенные ниже соединения в порядке увеличения кислотности: этиленгликоль, этанол, третичный бутиловый спирт, 2-пептанол. Дайте объяснения.

19. Приведите уравнения реакций превращения фенола, лежащих в основе практического использования фенола. Определите характер свойств, проявляемых фенолом в каждом превращении.

20. Как из бензола и необходимых неорганических веществ получить *m*- и *n*-оксибензолсульфокислоты?

VII. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

1. Напишите уравнения реакций взаимодействия *n*-толуилового альдегида с: а) гидросульфитом натрия; б) анилином; в) железом в присутствии хлороводородной кислоты; г) хлоридом фосфора (V); д) азотной кислотой. Укажите тип каждой реакции.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия ацетофенона с: а) хлором; б) цинком в присутствии хлороводородной кислоты; в) гидроксиламином; г) фенилгидразином; д) гидросульфитом натрия. Укажите тип каждой реакции.
3. Напишите уравнения реакций получения бензальдегида, ортолуилового и фенилуксусного альдегидов: а) окислением соответствующих спиртов; б) гидролизом дигалогенозамещенных. У какого из альдегидов будут легче осуществляться реакции нуклеофильного присоединения? Почему?
4. Какие продукты можно получить при сухой перегонке кальциевых солей следующих кислот: а) фенилуксусной; б) смеси бензойной и муравьиной; в) смеси бензойной и пропионовой? Напишите уравнения соответствующих реакций.
5. Взяв в качестве исходного вещества бензойный альдегид, подействуйте последовательно: а) хлором; б) аммиаком; в) водой; г) этанолом в присутствии кислоты. Составьте схему превращений.
6. Какие вещества образуются при взаимодействии (в присутствии хлорида алюминия): а) толуола и хлорида пропионила; б) толуола и уксусного ангидрида; в) этилбензола и хлорида бензоила? Объясните механизм первой реакции.
7. Какие соединения образуются в результате следующих превращений:



Укажите тип каждой реакции.

8. Какое соединение образуется, если этилпропилкетон восстановить и полученный спирт обработать последовательно: а) бромоводородом; б) магнием в эфирном растворе; в) формальдегидом; г) разбавленным раствором хлороводородной кислоты; д) смесью иода с красным фосфором; е) металлическим натрием? Объясните механизм первой реакции.
9. С какими из перечисленных реагентов будет взаимодействовать бензальдегид: а) с концентрированным раствором гидроксида натрия; б) метаналем в присутствии концентрированного раствора щелочи; в) циановодородом в кислой среде; г) метилмагнийбромидом, затем водой? напишите уравнения соответствующих реакций.
10. Напишите уравнения реакций взаимодействия 2-метилбутанала с: а) хлоридом фосфора (V); б) аммиаком; в) гидросиламином; г) гидразином; д) фенилгидразином; е) этанолом; ж) циановодородом. Определите тип каждой реакции.
11. Напишите уравнения реакций взаимодействия бутанала с гидросульфитом натрия, этиловым спиртом, хлоридом фосфора (V), метилмагниййодидом, циановодородом. Определите тип каждой реакции.
12. Напишите уравнения реакций получения *n*-метилбензальдегида всеми известными способами. Объясните механизм реакция Гаттермана — Коха.
13. Какие соединения образуются при конденсации бензальдегида с: а) уксусным альдегидом; б) метилэтилкетон; в) фенилгидразином; г) аммиаком; д) фенолом?
14. С помощью каких реакций можно получить альдегиды из 1-бутанола, 1-бутена, 1,1-дихлорбутана, ацетилен? Объясните возможный механизм реакции Кучерова.
15. Как из бензола и неорганических веществ синтезировать *n*-толуиловый альдегид?
16. Напишите схему превращений 2-метил-1-бутанола при последовательном действии на него: а) дихроматом калия в кислой среде; б) хлоридом фосфора (V); в) спиртовым раствором щелочи; г) аммиачным раствором гидроксида серебра.
17. Приведите уравнения реакций присоединения для бутанала. Почему для альдегидов возможны эти реакции? Какой альдегид легче вступает в реакции присоединения: бутаналь или 2-метилпропаналь? Дайте объяснение.
18. На примере пропанала напишите уравнения реакций конденсаций, характерных для альдегидов предельного ряда. Каково значение этих реакций?
19. Рассмотрите электронное строение карбонильной группы в альдегидах и кетонах. Как объяснить с точки зрения электронной теории более высокую реакционную способность альдегидов по

сравнению с кетонами в реакциях с нуклеофильными реагентами?

20. Приведите уравнения реакций конденсаций, характерных для альдегидов ароматического ряда. Укажите их практическое значение.

VIII. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

1. Получите из янтарной кислоты: а) диэтиловый эфир ее; б) хлорангидрид; в) ангидрид; г) натриевую соль. Объясните механизм первой реакции.
2. Из 44 г уксусноэтилового эфира при взаимодействии его с амиаком получили 25 г ацетамида. Напишите уравнение реакции и вычислите практический выход ацетамида в процентах от теоретического.
3. Напишите структурную формулу вещества состава $C_3H_6O_2$, если водный раствор его имеет кислую реакцию, а при прокаливании его натриевой соли с гидроксидом натрия образуется этан. Приведите уравнения реакций, иллюстрирующих свойства этого соединения.
4. Напишите уравнения реакций: а) получения нитрила акриловой кислоты из ацетилен; б) превращения его в амид акриловой кислоты; в) получения полиакрилонитрила. Объясните механизм первой реакции.
5. Составьте уравнения реакций, протекающих между следующими веществами: а) уксусной кислотой и карбонатом магния; б) муравьиной кислотой и этанолом; в) пропанолом и уксусным ангидридом. По какому механизму идет вторая реакция?
6. Как относятся к нагреванию α -, β - и γ -оксимасляные, β -оксипропионовая, γ -оксикапроновая кислоты? Напишите уравнения реакций и назовите полученные продукты.
7. Сравните свойства гидроксильной группы в спиртах и кислотах. Приведите примеры соответствующих реакций. Дайте объяснение.
8. Как можно получить пропионовую кислоту, имея в качестве исходного вещества этилен? Напишите уравнения реакций образования хлорангидрида, ангидрида и кальциевой соли пропионовой кислоты.
9. Объясните, применяя электронную теорию, большую кислотность оксикислот по сравнению с соответствующими карбоновыми кислотами. Покажите стрелками смещение электронов в уксусной, гликолевой и молочной кислотах.
10. Расположите следующие кислоты в ряд по возрастанию констант диссоциации: монохлоруксусная кислота, уксусная кислота, трихлоруксусная кислота. Объясните влияние галогена на кис-

лотные свойства этих соединений, применяя электронную теорию.

11. Расположите замещенные уксусные кислоты $X-CH_2-COOH$ в порядке увеличения кислотности, если X — это атомы брома, хлора, иода, водорода. Дайте объяснения.
12. Укажите, какие соединения образуются при взаимодействии уксусной кислоты с: а) металлическим натрием; б) гидроксидом кальция; в) хлором; г) бромоводородом; д) хлоридом фосфора (V); е) этанолом в присутствии серной кислоты. Во всех ли случаях пойдет реакция?
13. Объясните, почему муравьиная кислота значительно сильнее уксусной.
14. Составьте схему превращений при последовательном действии на пропен: а) хлорноватистой кислоты; б) цианида натрия; в) разбавленной серной кислоты при нагревании. Дайте характеристику последнего полученного соединения.
15. Какая из приведенных ниже кислот с общей формулой $X-CH_2-CH_2-COOH$ будет иметь наибольшую константу диссоциации, если X — водород, хлор, метил, трихлорметил? Ответ поясните.
16. Объясните с точки зрения электронной теории наличие кислотных свойств у карбоновых кислот. В каких реакциях они проявляются? Как изменяются кислотные свойства у изомеров пентановой кислоты?
17. Какие сложные эфиры получатся при действии на этанол этановой кислоты, хлорангидрида пропановой кислоты, ангидрида о-фталевой кислоты? Объясните механизм первой реакции.
18. Объясните с точки зрения электронной теории большую кислотность дикарбоновых кислот по сравнению с монокарбоновыми. Расположите в порядке уменьшения кислотности уксусную, пропионовую и муравьиную кислоты.
19. Напишите уравнения реакций взаимодействия а-оксимасляной кислоты с: а) гидроксидом натрия; б) хлороводородом; в) хлоридом фосфора (V); г) этанолом в присутствии хлороводородной кислоты.
20. Напишите уравнения реакций взаимодействия акриловой кислоты с: а) раствором гидроксида натрия; б) хлоридом фосфора (V); в) хлороводородом; г) хлором (1 моль); д) водородом (1 моль). Как влияет карбоксильная группа на ориентацию при соединении галогеноводородов?
21. Напишите уравнения реакций янтарной кислоты с: а) гидроксидом кальция; б) карбонатом натрия; в) аммиаком при последующем нагревании; г) избытком тионилхлорида; д) этанолом; е) азотной кислотой. Во всех ли случаях будут происходить реакции?

22. Напишите уравнения реакций взаимодействия терефталевой кислоты с: а) бромом в присутствии железа при нагревании; б) аммиаком; в) хлоридом фосфора (V); г) гидроксидом калия; д) метанолом в присутствии серной кислоты; е) азотной кислотой в смеси с серной; ж) хлорэтаном в присутствии хлорида алюминия.
Во всех ли случаях пойдут реакции?
23. Укажите все стадии возможных лабораторных синтезов следующих кислот из толуола с использованием любых необходимых реагентов: а) бензойной; б) фенилуксусной; в) *n*-толуиловой; г) *m*-хлорбензойной; д) *n*-хлорбензойной; е) *n*-бромфенилуксусной; ж) α -хлор-фенилуксусной.
24. Приведите схему синтеза из ацетоуксусного эфира и других необходимых реагентов: а) 1-фенил-1,4-пентадиона; б) метилэтантарной кислоты.
25. Приведите схему синтеза *n*-капроновой и глутаровой кислот из малонового эфира и любых других реагентов.
26. Напишите уравнения реакций получения молочной кислоты из: а) этанала; б) пропановой кислоты, в) пиревнноградной кислоты; г) 1,2-пропандиола.
27. Напишите уравнения реакций получения янтарной кислоты с использованием любых необходимых реагентов из: а) малеиновой кислоты; б) малонового эфира; в) 2-бутин-1,4-диола; г) 1,2-дибромэтана.
28. Напишите уравнения реакций получения бутановой кислоты из: а) 1-бутанола; б) 1-пропанола (два способа); в) 2-бутанона; г) 1-хлорпропана.
29. Напишите уравнения реакций взаимодействия серина с: а) хлороводородом; б) аммиаком; в) гидроксидом калия; г) хлоридом фосфора (V); д) ацетилхлоридом.
30. При введении в реакцию с обычной бензойной кислотой меченого по кислороду метанола образующийся метилбензоат будет содержать ^{18}O . Какая связь карбоксильной группы разрывается в процессе реакции этерификации? Приведите механизм реакции.
31. Напишите уравнения реакций, происходящих при нагревании: а) 2-оксипропановой кислоты; б) 3-оксигексановой кислоты; в) молочной кислоты; г) яблочной кислоты; д) глутаровой кислоты; е) *o*-фталевой кислоты; ж) 3-окси-3-фенилпропановой кислоты. Назовите все образующиеся продукты.
32. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно превратить в бензойную кислоту следующие соединения: а) толуол; б) бромбензол; в) бензонитрил; г) бензиловый спирт; д) бензотрихлорид; е) ацетофенон.
33. Напишите уравнения реакций, показывающих все стадии превращения бензойной кислоты в: а) бензоат натрия; б) бензил-

- хлорид; в) бензамид; г) бензол; д) пропилбензоат; е) бензиловый спирт; ж) *m*-бромфенил-бензоат.
34. На примере аланина, лизина и аспарагиновой кислоты объясните амфотерность аминокислот. Какую реакцию среды следует ожидать при растворении каждой из указанных аминокислот в воде и почему?
 35. Укажите, с какими из следующих реагентов будет взаимодействовать бензойная кислота: а) с гидроксидом калия; б) алюминием; в) оксидом кальция; г) карбонатом натрия; д) водным раствором аммиака; е) горячим раствором перманганата калия; ж) хлоридом фосфора (V); з) хлорметаном в присутствии хлорида алюминия. Напишите уравнения реакций. Дайте объяснение.
 36. Напишите уравнения реакций, при помощи которых фенилуксусную кислоту можно превратить в: а) фенилацетат натрия; б) этилфенилацетат; в) фенилацетамид; г) *n*-бромфенилуксусную кислоту.
 37. Напишите все возможные изомеры аминокетановой кислоты. Укажите, для которых из них возможна оптическая изомерия. Как эти аминокислоты будут вести себя при нагревании?
 38. Укажите, с какими из перечисленных ниже веществ взаимодействует метилбутаноат: а) водным раствором серной кислоты при нагревании; б) разбавленным водным раствором гидроксида натрия при нагревании; в) 2-пропанолом в присутствии серной кислоты; г) аммиаком; д) фенилмагнийбромидом; е) этанолом натрия. Напишите уравнения соответствующих реакций.
 39. Напишите уравнения реакций взаимодействия янтарного ангидрида с: а) водным раствором аммиака; б) бензиловым спиртом; в) анилином с последующим сильным нагреванием; г) горячим водным раствором гидроксида натрия; д) водой. Во всех ли случаях пойдет реакция?
 40. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно превратить пропановую кислоту в: а) этилпропаноат; б) пропаноилхлорид; в) пропаноат магния; г) пропанол. К какому классу веществ следует отнести каждый из указанных продуктов? Для первой реакции напишите механизм.

IX. АМИНЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

1. Используя соответствующие соли диазония, получите бензойную кислоту, *n, n'*-диоксиазобензол.
2. Сравните поведение трех аминов — анилина, *N*-метиланилина и *N, N*-диметиланилина — по отношению к: а) разбавленной хлороводородной кислоте; б) нитриту натрия в присутствии хлороводородной кислоты; в) иодметану; г) уксусному ангидриду; д) бромной воде. Напишите уравнения соответствующих реакций.

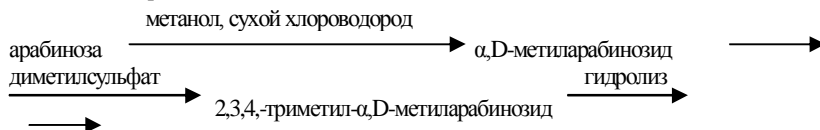
3. Объясните, почему при бромировании анилина получается 2,4,6-триброманилин, в то время как нитрование анилина смесью азотной и серной кислот приводит к *m*-нитроанилину?
4. Какие амины можно получить из *n*-хлортолуола, о-динитробензола, амида бензойной кислоты? Укажите практическое значение данного класса соединений.
5. Как будут реагировать с азотистой кислотой следующие амины: метиламин, диметиланилин, триэтил-амин, анилин? Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения.
6. Как будут реагировать с азотистой кислотой следующие амины: пропиламин, диметиламин, *n*-толуидин, *N*-метиланилин? Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения.
7. Напишите уравнения реакций превращения / γ -толилдiazоний хлорида в: а) *n*-крезол; б) *n*-хлортолуол; в) 4-метил-4-(*N,N*-диметиламино)-азобензол. Укажите условия проведения реакций.
8. Расположите следующие соединения в порядке возрастания основных свойств: а) аммиак, анилин, цикло-гексиламин; б) этиламин, 2-аминоэтанол, 3-амино-1-пропанол; в) анилин, *n*-метоксианилин, *n*-нитроанилин. Дайте мотивированный ответ.
9. Как получить из анилина и других необходимых веществ: а) диметиланилин; б) дифениланилин; в) сульфаниловую кислоту; г) фенол? Напишите уравнения реакций. Объясните механизм третьей реакции.
10. Взяв за исходное вещество бензол, подействуйте последовательно: а) азотной кислотой {1 моль} в присутствии серной кислоты; б) водородом в момент выделения; в) уксусным ангидридом; г) азотной кислотой (1 моль); д) водой в присутствии щелочи. Напишите уравнения реакций и дайте названия всем продуктам.
11. Напишите уравнения реакций взаимодействия сульфата *n*-нитрофенилдиазония с: а) *m*-фенилдиамином; б) бромоводородом в присутствии меди; в) *n*-крезолом; г) иодидом калия; д) хлоридом меди (I); е) цианидом меди (I); ж) фосфористой кислотой. Назовите образующиеся продукты.
12. Напишите структурную формулу соединения $C_8H_{11}N$, обладающего ярко выраженными основными свойствами и дающего при действии азотистой кислоты нейтральное вещество $C_8H_{10}O$. Окисление последнего приводит к *m*-фталевой кислоте. Приведите уравнения реакций указанных превращений.
13. Расположите следующие амины в порядке возрастания их основных свойств: а) анилин; б) *n*-толуидин; в) о-нитроанилин; г) 2,4-динитроанилин; д) *N*-метиланилин. Дайте объяснение.
14. Как меняются основные свойства в ряду: а) аммиак; б) метиламин; в) метилэтиламин; г) анилин; д) триметиламин? Дайте объяснение.

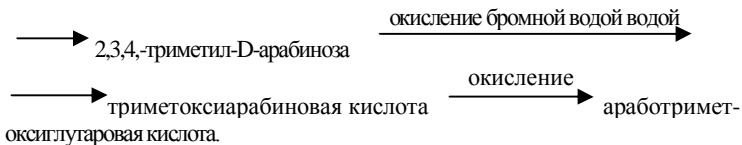
15. Напишите уравнения реакций взаимодействия анилина с: а) бромной водой; б) серной кислотой при обычной температуре и при нагревании; в) азотной кислотой после предварительного ацилирования. Объясните, для чего в последней реакции проводится ацилирование.
16. Напишите уравнения реакций взаимодействия о-толуидина с: а) хлороводородной кислотой; б) уксусным ангидридом; в) этилиодидом; г) нитритом натрия в среде хлороводородной кислоты; д) хлорангидридом бензол-сульфокислоты.
17. Напишите уравнения реакций взаимодействия о-толуидина с: а) муравьиной кислотой при нагревании; б) бензальдегидом; в) хлорангидридом бензойной кислоты; г) метилиодидом. По какому механизму идет предпоследняя реакция?
18. Напишите уравнения реакций взаимодействия: а) анилина с уксусной кислотой; б) м-толуидина с ацетилхлоридом; в) хлорид анилина с гидроксидом натрия; г) диметиланилина с азотистой кислотой; д) анилина с метилиодидом. По какому механизму идет вторая реакция?
19. Расположите следующие амины в порядке возрастания их основных свойств: дифениламин, трифениламин, N,N-диметиланилин, 2,4,6-тринитроанилин, бензиламин. Ответ поясните.
20. Расположите в порядке увеличения скорости реакций с ацетилхлоридом следующие амины: анилин, диметиламин, этиламин, аммиак. Напишите уравнения соответствующих реакций. Дайте объяснения.

X. УГЛЕВОДЫ

1. Какие перспективные формулы Хеурса можно построить для дисахаридов, если известно, что: а) атом С—1 α -глюкозы связан с атомом С—4 фруктозы; б) атом С—2 β -фруктозы — с атомом С—4 глюкозы; в) атом С—2 β -фруктозы — с атомом С—1 β -глюкозы? Какие из полученных соединений являются восстанавливающими, какие — невосстанавливающими?
2. Напишите уравнения реакций: а) образования оозона мальтозы; б) окисления мальтозы бромной водой; в) взаимодействия, мальтозы с гидроксидом меди (II) в щелочной среде. Какие свойства проявляет мальтоза в этих реакциях?
3. Назовите наиболее распространенные в природе высшие полисахариды. Что общего в их химических свойствах? Дайте объяснения, подтвердив их уравнениями соответствующих реакций.
4. Напишите уравнения реакций взаимодействия D-(+)-галактозы с: а) гидросиламином; б) фенилгидразином; в) бромной водой;

- г) азотной кислотой; д) уксусным ангидридом; е) хлорбензоатом; ж) метанолом в присутствии хлороводорода. Во всех ли случаях пойдут реакции?
5. Поясните кольчато-цепную таутомерию моносахаридов на примере *D*-рибозы. напишите перспективные (по Хеуорсу) формулы β,*D*-рибофуранозы и β,*D*-дезоксирибофуранозы.
 6. Для каких дисахаридов (трегалозы или целлобиозы) характерно явление мутаротации в водных растворах? Напишите схему мутаротации для одного из них.
 7. Поясните кето-енольную таутомерию моносахаридов на примере *D*-маннозы.
 8. На примере тетроз объясните, почему среди моносахаридов, имеющих по несколько асимметрических атомов углерода, нет изомеров, недействительных вследствие внутримолекулярной компенсации.
 9. На мальтозу подействовали аммиачным раствором гидроксида серебра. Полученный продукт подвергли гидролизу. Напишите уравнения реакций. Пойдут ли такие реакции с сахарозой? Ответ поясните.
 10. Составьте схему образования тетрозы, исходя из *D*-(+)- глицеринового альдегида, с помощью циангидринового синтеза. Сколько тетроз при этом получится? К какому ряду они будут относиться?
 11. α-Галактопираноза была превращена в α,*D*-метилгалактозид, затем в тетраметил-α,*D*-метилгалактозид, из которого после кислотного гидролиза была получена 2,3,4,6-тетраметил-*D*-галактоза. Последнюю окислили перманганатом калия, при этом образовалась триметоксиглутаровая кислота. Напишите уравнения указанных реакций.
 12. Какие виды изомерии наблюдаются у моносахаридов? Приведите формулы всех оптических изомеров альдопентоз. Отметьте формулы оптических антиподов и диастереомеров.
 13. Какие из искусственных волокон на основе целлюлозы представляют собой регенерированную целлюлозу, а какие- ее производные?
 14. Какие вещества называют гликозидами? Напишите формулы (по Хеуорсу) β,*D*-метилглюкозида, α,*D*-этилгалактозида. Приведите примеры наличия гликозидных связей в природных соединениях.
 15. Моносахариды в кристаллическом виде имеют циклическое строение. Определение размера цикла осуществляется рядом последовательных реакций. Например, для арабинозы были проведены реакции:





Определите строение исходного вещества. Напишите уравнения всех проведенных реакций.

16. Что такое мутаротация? Объясните это явление на примерах D-галактозы и D-фруктозы. В виде каких циклических форм существует фруктоза в свободном и в связанном состоянии? Напишите формулы этих веществ.
17. Если метил- β ,D-ксилозид подвергнуть реакциям метилирования, гидролиза и окисления азотной кислотой, то образуется триметоксиглутаровая кислота. Определите размер цикла молекулы исходного соединения. Напишите уравнения приведенных реакций.
18. Приведите строение фрагмента целлюлозы (по Хеуорсу) и схему реакции ее ацетилирования. Чем отличаются моно-, ди- и триацетаты целлюлозы? Какое применение имеют указанные продукты в промышленности?
19. Напишите уравнения реакций, с помощью которых D- (+)-глюкозу можно превратить в: а) метил- β ,D-глюкозид; б) метил- β -2,3,4,6-тетра-O-метил-D-глюкозид; в) 2,3,4,6-тетра-O-метил-D-глюкозу; г) D-маннозу; д) D-арабинозу.
20. Составьте проекционные формулы D-альдогексоз. Найдите среди них формулы глюкозы, маннозы, галактозы. Укажите соединения, являющиеся эписомерами. Напишите формулы L-глюкозы, L-маннозы, L-галактозы.

XI. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. Назовите вещества, образующиеся при взаимодействии фурана с: а) сульфурилхлоридом; б) азотной кислотой в растворе уксусного ангидрида; в) водородом (1 моль и 2 моль). Какие свойства проявляет фуран в этих реакциях?
2. Определите тип гибридизации гетероатомов в молекулах фурана, пиррола и пиридина. Имеется ли разница в электронной конфигурации гетероатомов в указанных соединениях? Как это сказывается на свойствах?
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия α -метилтиофена с: а) бромом; б) азотной кислотой; в) серной кислотой; г) перманганатом калия. Какие свойства проявляет α -метилтиофен в этих реакциях?
4. Напишите уравнения реакций взаимодействия магнийбромпиррола с: а) оксидом углерода (IV) и последующим гидролизом; б) пропионилхлоридом; в) уксусным ангидридом. Учтите, что сначала

образуются производные N-пиррола, которые в момент реакции изомеризуются в α -производные.

5. В каких природных соединениях находятся производные порфирина (тетрапиррола)? Какими свойствами обладает порфирин? Почему? Напишите его структурную формулу.
6. Напишите уравнение реакции сульфирования тиафена. Какое соединение - бензол или тиафен - легче сульфировается и почему?
7. Можно ли ожидать, что порфирин будет обладать ароматическими свойствами? Почему? С какими реагентами возможны реакции?
8. У каких соединений будут легче протекать реакции электрофильного замещения — у пиррола, тиафена или фурана — и почему?
9. Что такое гемоглобин? Какие функции он выполняет в организме животных? Чем обусловлены его свойства?
10. В чем состоит отличие хлорофилла от гема? Какие функции выполняет хлорофилл в растениях?
11. Напишите уравнения реакций, характеризующих свойства β -метилпиридина. Объясните их с электронной точки зрения.
12. Напишите графические формулы пиримидиновых оснований: урацила, тимина, цитозина, 5-метилцитозина. Укажите их таутомерные формы. В состав каких природных соединений входят пиримидиновые основания? Охарактеризуйте химические свойства урацила.
13. При действии каких реагентов можно осуществить следующие превращения: пиррол \rightarrow пиррокалий \rightarrow N-метилпиррол \rightarrow α -метилпиррол \rightarrow пиридин? Сравните ароматические свойства пиррола и пиридина.
14. Какими методами получают индиго в промышленности? Напишите уравнения реакций по следующей схеме: бензол \rightarrow нитробензол \rightarrow анилин \rightarrow фенил-глицин \rightarrow индоксил \rightarrow индиго.
15. Напишите графические формулы пурина и пуриновых оснований (аденина, гуанина, 2-метиладенина). Какие гетероциклы входят в состав пурина? Охарактеризуйте химические свойства пурина. В состав каких природных соединений входят пуриновые основания?
16. Напишите уравнения реакций взаимодействия пиридина с: а) хлороводородной кислотой; б) водой; в) гидроксидом калия; г) метилиодидом; д) амидом натрия. Какие свойства проявляет пиридин в этих превращениях? Сравните отношение γ -нитропиридина к указанным реагентам.
17. Напишите уравнения реакций, характеризующих ароматические свойства тиафена. Чем они обусловлены? Как в этих реакциях будет вести себя α -нитротиафен?
18. Напишите уравнения реакций взаимодействия пиридина с: а) бромом при температуре 300° С; б) нитратом калия в серной ки-

слоте при температуре 300 °С; в) фениллитием; г) уксусным ангидридом; д) водородом в присутствии катализатора платины; е) этилбромидом; ж) надбензойной кислотой. Во всех ли случаях будут протекать реакции? Определите тип каждой реакции.

19. Пиридиновый цикл входит в состав некоторых витаминов. Напишите структурные формулы никотиновой кислоты, ее амида, пиридоксина, пиридоксаля, пиридоксамина. Каково биологическое значение этих веществ? Сравните отношение пиридоксина и пиридина к реагентам электрофильного характера.
20. У каких соединений легче протекают реакции электрофильного замещения — у бензола, анилина, пиридина или α -аминопиридина — и почему? Приведите уравнения соответствующих реакций.

ХII. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно различить: а) 2-хлорпентан и *n*-гептан; б) 2-гексен и *трет*-бутилбромид; в) *изо*-бутан и 2-метилпропен; г) 2-бутанол и *n*-гептан.

1. Как осуществить разделение смеси трех нерастворимых в воде жидкостей: анилина ($t_{\text{кип}}=184\text{ }^{\circ}\text{C}$), бутилбензола ($t_{\text{кип}}=183\text{ }^{\circ}\text{C}$) и пентановой кислоты ($t_{\text{кип}}=187\text{ }^{\circ}\text{C}$), с тем чтобы выделить каждое вещество в чистом виде?

2. Приведите уравнения реакций, с помощью которых можно отличить водные растворы этанола, глицерина, фенола и глюкозы.

3. В склянках без этикеток находятся жидкие вещества: 1-гексин, гексакол, гексан, бензол, 1-гексен. Приведите уравнения реакций, с помощью которых можно различить эти вещества.

4. С помощью каких химических реакций можно отличить: а) 1-пропанол от пропена; б) 1-пропанол от 2-пропанола; в) пропин от 1-пропанола? Запишите уравнения реакций, укажите, по каким внешним признакам они отличаются.

5. Опишите простейшие методы разделения следующих смесей, позволяющие выделить каждый компонент практически в чистом виде: а) триэтиламин и гептан; б) анилин и анизол; в) гексановая кислота, трипропиламин и циклогексан.

6. Предложите качественные реакции для кислородсодержащих соединений, изучаемых в школьном курсе химии.

7. Опишите химические реакции (если такие имеются), с помощью которых можно отличить алифатический простой эфир от: а) алкана; б) алкена; в) алкина; г) алкилгалогенида; д) третичного спирта е) алкиларилового эфира.

8. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно различить: а) пропановую кислоту и метилэтанат; б) бутаноилхлорид и 1-хлорбутан; в) этаноил-танат и 1-бутанол; г) *n*-бромбензойную кислоту и бензоилбромид.

9. Опишите химические реакции, с помощью которых можно различить: а) бензол и циклогексан; б) бензол и 1-гексен; в) толуол и *n*-гептан; г) бензиловый спирт и *n*-пентилбензол; д) дихлорбензол и этилбензол.

10. С помощью каких химических методов можно отличить: а) 2-бутин от 1-бутина; б) 1-бутин от 1-бутена; в) 1-бутен от бутана; г) 1-бутин от бутана? Напишите уравнения соответствующих реакций.

11. Какими химическими методами можно различить: а) 2-пентин и 1-пентин; б) 1,4-пентадиен и 2-пентен; в) 1,4-пентадиен и 1,3-пентадиен?

12. Опишите простейшие химические пробы, которые позволяют различить: а) циклопропан и пропан; б) циклопропан и пропен; в) циклобутан и 1-бутен; г) циклопентан и циклопентен; д) циклогексано́л и *n*-бутилциклогексан; е) циклопентано́л и 1,2-диметил циклопентен.

13. Какими химическими методами можно различить: а) три изомерных триметилбензола; б) 1-фенилпропен, 2-фенилпропен, 3-фенилпропен; в) *l*-хлортолуол и бензилхлорид?

14. Опишите химические реакции, с помощью которых можно различить: а) 1-бутанол и октан; б) 1-бутанол и 1-октен; в) 1-бутанол и 1-бромпентан; г) 1-бутанол и 3-бутен-1-ол.

15. Напишите уравнения реакций, позволяющих различить соединения в каждом ряду: а) анилин, бензиламин, *N,N*-диметилбензиламин; б) о-хлорацетанилид и 1-хлор-2, 4-диаминобензол; в) нитробензол, *m*-толуонитрил и *N,N*-диметил-*m*-толуидин.

16. Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно отличить: а) пропановую кислоту от октана; б) 3-метилпентановую кислоту от пентанола; в) этилбутаноат от пропановой кислоты; г) пропаноилхлорид от пропановой кислоты. Индикаторы не использовать.

17. Какие качественные реакции следует провести, чтобы определить анилин, этиламин, диэтиламин, *N*-этиланилин?

18. С помощью каких реакций можно определить уксусную кислоту, муравьиную кислоту, водный раствор формальдегида и акриловую кислоту? Ответ мотивируйте.

19. Напишите уравнения реакций, позволяющих различить: а) пропанон и пропаналь; б) 1-нитро-2-метилпропан и 2-метил-2-нитропропан; в) глюкозу и фруктозу; г) муравьиную и уксусную кислоты. Ответ мотивируйте.

20. Даны три склянки: с глюкозой, сахарозой и крахмалом. При помощи каких реакций эти вещества можно отличить друг от друга? Дайте объяснения.

Темы рефератов

1. А.М. Бутлеров и теория химического строения органических соединений.
2. Историческое развитие представлений об органических веществах.
3. Классические работы А.М. Бутлерова.

4. Современное значение бутлеровской теории химического строения.
5. Научная деятельность В.В. Марковникова.
6. Стереохимические представления в органической химии.
7. Роль углеводов и их производных в природе.
8. Крахмал и клетчатка в природе и технике.
9. Вклад М.Г. Кучерова в развитие органической химии.
10. История природного каучука.
11. Синтетические каучуки.
12. Жизнь и деятельность С.В. Лебедева.
13. Современная нефтехимия.
14. Синтетические моющие вещества.
15. Химия и медицина.
16. Химическая защита растений и животных.
17. Основные пути развития органической химии в России.
18. Исследования природных веществ прежде и теперь.
19. Физические методы исследования.
20. Настоящее и будущее органической химии.
21. Элементорганические соединения. Их роль в синтезе органических соединений.
22. Биологическое значение азотсодержащих органических соединений.
23. Разнообразие органических веществ и методы изучения их строения.
24. Загрязнение среды органическими соединениями и их трансформация в природе.
25. Жиры и масла. Роль в организации клеточных мембран.
26. Полисахариды, их распространение в природе и биологическая роль.
27. Природные биополимеры.

Вопросы

для подготовки к экзамену по органической химии

1. Теория А.М. Бутлерова. Основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова.
2. Теория гибридизации (sp^3 -, sp^2 -, sp -гибридизация).
3. Теория электронных смещений. Индуктивный эффект. Мезомерный эффект.
4. Классификация органических реакций.
5. Алканы. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Строение. Получение. Свойства.
6. Алкены. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Строение. Получение. Свойства.
7. Алкины. Изомерия. Номенклатура. Строение. Получение. Химические свойства.
8. Классификация и номенклатура алкадиенов. Строение диеновых углеводов с сопряженными связями. Получение. Свойства.
9. Натуральный каучук. Синтетический каучук: СКБ, СКД, СКН, СКИ.
10. Галогеналканы. Номенклатура, изомерия. Строение. Получение. Свойства.
11. Спирты. Изомерия. Номенклатура. Строение. Получение. Свойства. Роль в обмене веществ.

12. Альдегиды и кетоны. Изомерия. Номенклатура. Электронное строение карбонильной группы. Получение. Свойства. Распространение в природе, биологическая роль.
13. Карбоновые кислоты. Строение. Получение. Свойства. Жиры, масла, их роль в организации клеточных мембран.
14. Дикарбоновые кислоты. Получение. Свойства. Синтезы с малоновым эфиром. Роль в обмене веществ.
15. Изомерия и номенклатура оксикарбоновых кислот, получение, свойства. Оптическая изомерия. Оксикислоты в природе.
16. Аминокислоты, строение, номенклатура, изомерия. Получение. Химические свойства. Пептиды и пептидная связь. Белки и их биологическая роль.
17. Углеводы. Моносахариды, изомерия. Получение. Химические свойства. Дисахариды. Олигосахариды в природе. Полисахариды. Биологическая роль.
18. Циклоалканы. Изомерия. Свойства. Получение.
19. Бензол. Ароматичность. Получение. Химические свойства. Ориентация электрофильного ароматического замещения.
20. Ароматические амины. Строение. Свойства.
21. Фенолы. Номенклатура. Строение. Получение. Свойства.
22. Нафталин. Строение. Изомерия. Получение. Свойства.
23. Антрацен. Фенантрен. Биологическая роль.
24. Пятичленные гетероциклы. Электронное строение. Получение. Свойства. Природные соединения: гемоглобин, хлорофилл. Алкалоиды. Витамины группы В.
25. Пиридин. Строение. Свойства.
26. Гетероциклы с несколькими гетероатомами.
27. П
уриновые и пиримидиновые основания. Пуриновые алкалоиды. Нуклеозиды и нуклеотиды. Полинуклеотиды.
28. 28*. Биологически активные органические соединения. Защита растений и животных от вредителей, болезней и сорняков. Классификация пестицидов.
29. 29*. Инсектициды: контактные, кишечные и системные.
30. 30*. Гербициды. Арилоксикарбоновые кислоты, группа триозина, группа замещенных мочевинов.
31. 31*. Фунгициды.
32. 32*. Регуляторы роста растений. Индолилкарбоновые кислоты, кинины, гиббереллины.
33. 33*. Репелленты.
34. 34*. Аттрактанты.
35. 35*. Хемостирилизаторы.
36. 36*. Простагландины.

*Только для СХФ специальность «Агрономия».