Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 22.10.2026 04:52:31
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e576551a89f9b1a90892af53989420420336ffbf573a434e57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«28» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 9 от «28» июня 2023 г.)

Благовещенск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА……..…3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ……5
8
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ16
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ……...……...…23
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ81**……..……..…81**
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ97
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИЗДОРОВЬЯ109
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ110
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА1111
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ……..**11**2

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: сформировать фундаментальные знания в области органической химии.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Органическая химия» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 (Б1.О.23).

Для освоения дисциплины «Органическая химия» обучающиеся используют знания, умения, сформированные в ходе изучения дисциплин «Основы общей химии», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физические методы исследования в химии».

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1:

- **УК-1**. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижений которой являются:

- УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;

- УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;

- УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;

- УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата.

- УК-1.5.Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

- **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой является:

ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ОПК-1.2 Предлагает интепретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ хиическкой направленности.

- **ОПК-2.** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

- ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик.

- ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.

- ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

- **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижений которой являются:

ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.

ПК-1. 2.Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности

ПК-1.3.Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

-знать:

- основы качественного анализа органических соединений;
- основные современные методы исследования органических веществ;
- методы и способы обработки информации результатов химического эксперимента, результатов наблюдений и измерений;
- информационные источники справочного, научного, нормативного характера;
- основные химические понятия;
- основные законы химии;

- уметь:

- проводить анализорганических соединений иинтерпритироватьполученные результаты;
- обрабатывать,анализироватьи обобщать результатынаблюдений и измерений;
- выявлять связь между физическими и химическими процессами, между строением и свойствами органических веществ,
- решать задачи, используя принципы и методы органической химии;
- объяснять и анализировать на основе экспериментальных данных свойства веществ и процессы, протекающие при их взаимодействии;
- ставить химический эксперимент, анализировать и оценивать лабораторные исследования;
- применять основы и особенности правил техники безопасности при проведении химического эксперимента с органическими веществами;
- называть органические вещества по разным типам номенклатур;
- выполнять химический эксперимент по распознаванию важнейших органических веществ;
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet).

- владеть:

- навыками делатьзаключения и выводы порезультатам анализалитературных данных,собственныхэкспериментальных ирасчетно-теоретических работ по органическойхимии;
- навыкамисистематизироватьи анализировать результатыхимических экспериментов,наблюдений, измерений, атакже результаты расчетовсвойств органическихвеществ и материалов на ихоснове;
- основными законами изакономерностямиорганической химии ипримeнять их при решении задач, при анализеэкспериментальных данных,полученных приисследовании;
- способами ориентации впрофессиональныхисточниках информации(журналы, сайты,образовательные порталы);
- навыкамипостановки эксперимента,анализа и оценкирезультатов лабораторныхисследований;
- методамиопределения возможностипротекания химическихпревращений в различныхусловиях и оценки ихпоследствий;
- способами безопасногообращения с горючими итоксичными веществами,лабораторным оборудованием.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Органическая химия» составляет 16 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (576 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях, лабораторных и практических занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 5	Семестр 6
Общая трудоемкость	576	288	288
Аудиторные занятия	302	148	154
Лекции	150	74	76
Лабораторные работы	142	68	74
Практические работы	10	6	4
Самостоятельная работа, написание курсовой работы	202	104	98
Вид контроля			Защита курсовой работы
Вид итогового контроля:	36×2	36 зачет, экзамен	36 экзамен

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№ п/п	Название разделов	Всего часов	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа, написание курсовой работы
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	
Семестр 5						
I	**Теоретические основы органической химии**	**62**	**22**	**8**	**6**	**26**
	Введение	4	4			
1.1	Методы изучения органического вещества					
	Лабораторная работа 1. Техника безопасности при работе в лаборатории органической химии. Правила ведения лабораторного журнала.	4		2		2
	Лабораторная работа 2. Качественный элементный анализ органических соединений	10		6		4
1.2	Основы номенклатуры органических соединений.	6	2			4
1.3	Типы связей, промежуточные частицы в органических реакциях. Электронные эффекты.	12	8			4
1.4	Кислоты и основания	8	4			4
1.5	Стереохимия	6	4			2

1.6	Практическое занятие 1. Тема: «Теоретические основы органической химии»	12			6	6
II	**Важнейшие классы органических соединений (5 семестр)**	**190**	**52**	**60**		**78**
2.1	Алканы	8	4			4
	Лабораторная работа 3. Алканы	8		6		2
2.2	Алкены	10	6			4
	Лабораторная работа 4. Алкены	8		6		2
2.3	Алкины	8	4			4
	Лабораторная работа 5. Алкины	8		6		2
2.4	Алкадиены	8	4			4
2.5	Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода	8	4			4
	Лабораторная работа 6. Галогенопроизводные алифатических углеводородов	8		6		2
2.6	Реакции элиминирования	4	2			2
2.7	Спирты и простые эфиры	12	6			6
	Лабораторная работа 7. Одноатомные спирты	8		6		2
	Лабораторная работа 8. Многоатомные спирты, простые эфиры, сложные эфиры минеральных кислот	8		6		2
2.8	Металлоорганические соединения	8	4			4
2.9	Ароматические углеводороды	18	8			10
2.10	Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду	10	4			6
	Лабораторная работа 9. Ароматические углеводороды ряда бензола	8		6		2
	Лабораторная работа 10. Ароматические углеводороды с конденсированными и неконденсированными бензольными ядрами	8		6		2
	Лабораторная работа 11. Красители трифенилметанового ряда	8		6		2
2.11	Нуклеофильное ароматическое замещение	6	2			4
2.12	Фенолы	8	4			4
	Лабораторная работа 12. Фенолы	10		6		4
Экзамен 5 семестр		36				
Итого		**288**	**74**	**68**	**6**	**104**
Семестр 6						
II	**Важнейшие классы органических соединений (6 семестр)**	**236**	**70**	**74**	**4**	**88**
2.13	Альдегиды и кетоны	12	8			4
	Лабораторная работа 13. Альдегиды и кетоны	10		6		4
2.14	Карбоновые кислоты и их производные	30	18			12
	Лабораторная работа 14. Монокарбоновые кислоты	10		6		4
	Лабораторная работа 15. Непредельные кислоты и жиры	8		6		2
	Лабораторная работа 16. Дикарбоновые	8		6		2

	кислоты					
	Лабораторная работа 17. Гидрокси- и оксокислоты	8		6		2
	Практическое занятие 2. Тема «Производные карбоновых кислот»	8			4	4
2.15	Нитросоединения	8	4			4
	Лабораторная работа 18. Нитросоединения	8		6		2
2.16	Амины	10	6			4
	Лабораторная работа 19. Амины	8		6		2
2.17	Диазо- и азосоединения	10	6			4
	Лабораторная работа 20. Диазосоединения	8		6		2
	Лабораторная работа 21. Азосоединения	8		6		2
2.18	Циклоалканы и их производные	10	6			4
2.19	Гетероциклические соединения	12	8			4
2.20	Аминокислоты, пептиды и белки	12	6			6
	Лабораторная работа 22. Аминокислоты	8		6		2
2.21	Углеводы	14	8			6
	Лабораторная работа 23. Моносахариды	10		6		4
	Лабораторная работа 24. Дисахариды	10		6		4
	Лабораторная работа 25. Полисахариды	6		2		4
III	**Физические методы исследования в органической химии**	**16**	**6**			**10**
3.1	Идентификация органических веществ методом УФ- и ИК-спектроскопии	6	2			4
3.2	Идентификация органических веществ методом спектроскопии протонного магнитного резонанса	5	2			3
3.3	Идентификация органических веществ методом масс-спектрометрии	5	2			3
Экзамен 6 семестр		36				
Итого		**288**	**76**	**74**	**4**	**98**
Защита курсовой работы						
Итого		**576**	**150**	**142**	**10**	**202**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	**Наименование тем (разделов)**	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1	Качественный элементный анализ органических соединений	ЛБ	Работа в малых группах	6
2	Алкены	ЛБ	Работа в малых группах	6
3	Алкины	ЛК	Лекция дискуссия	2
4	Алкадиены	ЛК	Лекция дискуссия	2
5	Одноатомные спирты	ЛБ	Работа в малых группах	6
6	Ароматические углеводороды	ЛК	Лекция дискуссия	2
7	Фенолы	ЛБ	Работа в малых группах	6
8	Альдегиды и кетоны	ЛК	Лекция дискуссия	2
9	Альдегиды и кетоны	ЛБ	Работа в малых группах	6

10	Монокарбоновые кислоты	ЛБ	Работа в малых группах	6
11	Непредельные кислоты и жиры	ЛБ	Работа в малых группах	6
12	Дикарбоновые кислоты	ЛБ	Работа в малых группах	6
13	Карбоновые кислоты и их производные	ЛК	Лекция - консультация	2
14	Гидрокси- и оксокислоты	ЛБ	Работа в малых группах	6
15	Нитросоединения	ЛК	Лекция с ошибками	2
16	Дикарбоновые кислоты	ЛБ	Работа в малых группах	6
17	Нитросоединения	ЛБ	Работа в малых группах	6
18	Амины	ЛБ	Работа в малых группах	6
19	Диазосоединения	ЛБ	Работа в малых группах	6
20	Аминокислоты	ЛБ	Работа в малых группах	6
21	Аминокислоты, пептиды и белки	ЛК	Лекция -конференция	2
22	Гетероциклические соединения	ЛК	Лекция-дискуссия	6
23	Моносахариды	ЛБ	Работа в малых группах	6
	Всего			104

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

I семестр

I. Теоретические основы органической химии

Введение

Способы изображения молекул органических соединений, молекулярные, структурные и электронные формулы.

Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Изомерия. Гомология. Основные функциональные группы и классы органических соединений.

1. Методы изучения органического вещества

Способы выделения индивидуальных веществ. Качественный и количественный анализ органических соединений. Установление строения физико-химическими методами.

2. Основы номенклатуры органических соединений

Заместительная номенклатура, ЮПАК. Основные принципы построения названий органических соединений, родоначальная структура, характеристические группы. Названия нефункциональных заместителей, функциональныхгрупп, предельных и непредельных радикалов. Старшинство функциональных групп.

Основные правила составления заместительных названий органических соединений, выбор и нумерация главной цепи, правило наименьших локантов. Названия основных классов органических соединений, сложных поли- и гетерофункциональных соединений.

3. Типы связей, промежуточные частицы в органических реакциях. Электронные эффекты

Углерод, электронная конфигурация; гибридизация углерода в органических соединениях.

Типы химических связей в органических соединениях (σ-, π-связь). Физические характеристики связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость.

Гомолитический и гетероциклический разрыв связей.

Понятие о промежуточных частицах, строение промежуточных частиц (радикалы, карбокатионы,карбанионы).

Электронные эффекты заместителей (индуктивный, мезомерный), их влияние на устойчивость радикалов, карбокатионов и карбанионов. Способы изображения индуктив-

ного и мезомерного эффектов. Резонансные структуры. Примеры групп с +I, -I, +M, -M эффектами.

4. Кислоты и основания

Кислоты и основания (Бренстед, Льюис). Сопряженные кислоты и основания. Кислотно-основные равновесия (на примере спиртов, альдегидов, кетонов, кислот и аминов). Константа кислотности (pK_a). Влияние заместителей на кислотность и основность органических соединений.

5. Стереохимия

Способы изображения пространственного строения молекул с sp^3-гибридизованными углеродом: клиновидные проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена.

Конформации, конформеры. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации. Асимметрический атом углерода.

Оптическая изомерия, оптическая активность. Энантиомеры. Рацематы. Хиральность, условия, необходимые для возникновения хиральности.

Конфигурация, отличие от конформации. Принцип R,S-номенклатуры энантиомеров. Определение порядка старшинства заместителей у асимметрического атома углерода. Проекции Фишера. Их построение, правила пользования ими (для соединений с одним асимметрическим атомом углерода).

Соединения с двумя асимметрическими атомами углерода. Построение проекций Фишера. Диастереомеры. Мезо - формы.

Изображение молекулы данного соединения с помощью различных проекционных формул. Переход от одной проекционной формулы молекулы к другой. Пространственная изомерия алкенов. Цис -, транс- и Z,E-номенклатура.

II. Важнейшие классы органических соединений

1. Алканы

Природа С - С и С-Н связей в алканах. Понятие о конформациях и конформерах алканов. Проекционные формулы Ньюмена. Конформации этана, пропана, бутана и высших алканов. Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана. Природные источники алканов. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литий-диалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот, восстановление карбонильных соединений. Химические свойства: галогенирование (хлорирование, бромирование, иодирование, фторирование). Сульфохлорирование. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг.

2. Алкены

Природа двойной связи. Геометрическая изомерия (цис-, транс- и Z-, E-номенклатура).

Методы синтеза: элиминирование галогеноводорода из алкилгалогенидов, воды из спиртов. Реакции Гофмана, Виттига, стереоселективное восстановление алкинов. Ряд стабильности алкенов, выведенный на основе теплот гидрирования. Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов.

Электрофильное присоединение (Ad_E). Общее представление о механизме реакций, π - и σ-комплексы, ониевые ионы. Стерео - и региоселективность. Правило Марковникова. Галогенирование: механизм, стереохимия. Процессы, сопутствующие Ad_E -реакциям: сопряженное присоединение, гидридные и алкильные миграции. Гидрогалогенирование.

Гидратация. Промышленный метод синтеза этанола и пропанола-2. Гидрокси- и алкоксимеркурирование.

Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие реагенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты. Окисление алкенов до оксиранов (по Прилежаеву) и до диолов по Вагнеру ($KMnO_4$) и Кирге (OsO_4). Стереохимия гидроксилирования алкенов. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Исчерпывающее окисление алкенов с помощью $KMnO_4$ или $Na_2Cr_2O_7$ в условиях межфазного катализа.

Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харашу (механизм) и аллильное галогенирование по Циглеру.

Карбены - частицы с двухкоординированным атомом углерода. Методы генерирования карбенов и дигалокарбенов. Присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам. Понятие о карбеноидах. Взаимодействие карбеноидов с алкенами.

3. Алкины

Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров).

Восстановление алкинов до ци - и транс-алкенов. Гидроборирование алкинов, синтез алкенов и альдегидов.

С-Н-кислотность ацетилена, понятие о карбанионах. Ацетилениды натрия и меди, магнийорганические производные алкинов: их получение и использование в органическом синтезе. Конденсация алкинов-1 с кетонами и альдегидами (Фаворский, Реппе).

Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение.

4. Алкадиены

Типы диенов. Аллены, сопряженные диены. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, дегидратация 1,4-диолов.

Бутадиен-1,3, особенности строения. Молекулярные орбитали 1,3-диенов. Галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. Аллил-катион. 1,2- и 1,4-присоединение, энергетический профиль реакции, термодинамический и кинетический контроль.

Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами, стереохимия реакции и ее применение в органическом синтезе.

5. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах, как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера, углерод-фосфор (получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др.).

Классификация механизмов реакций нуклеофильного замещения. Основные характеристики S_N1, S_N2 реакций. Энергетический профиль реакций. Реакции S_N2-типа. Кинетика, стереохимия, вальденовское обращение. Понятие о нуклеофильности. Влияние природы радикала и уходящей группы субстрата, природы нуклеофильного агента и растворителя на скорость S_N2 реакций.

Метод межфазного переноса и его использование в органическом синтезе. Реакции S_N1-типа. Кинетика, стереохимия, зависимость S_N1 процесса от природы радикала, уходящей группы, растворителя. Карбокатионы, факторы, определяющие их устойчивость. Перегруппировки карбокатионов. Методы генерирования карбокатионов. Понятие об ионных парах.

Методы получения галогеналканов из алканов, алкенов, спиртов.

6. Реакции элиминирования

Реакции a - и b -элиминирования. Классификация механизмов b -элиминирования: E1, E2 и E1cb. Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия элиминирования: син- и анти-элиминирование. Конкуренция процессов E2 и S_N2, E_1 и S_N1. Факторы, влияющие на эту конкуренцию.

Использование реакций элиминирования для синтеза алкенов, диенов и алкинов.

7. Спирты и простые эфиры

Одноатомные спирты. Методы получения: из алкенов, карбонильных соединений, галогеналканов, сложных эфиров и карбоновых кислот.

Свойства спиртов. Спирты, как слабые О-Н кислоты. Спирты, как основания Льюиса.

Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Механизм и стереохимия замещения, перегруппировки с гидридным перемещением. Реагенты регио- и стереоспецифического замещения (комплексы трифенилфосфина с галогенами и четыреххлористым углеродом).

Дегидратация спиртов.

Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и двуокиси марганца. Механизм окисления спиртов хромовым ангидридом.

Двухатомные спирты. Методы синтеза. Свойства. Окислительное расщепление1,2-диолов (иодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

Глицерин. Окисление глицерина. Эфиры глицерина и органических и неорганических кислот.

Простые эфиры. Методы получения: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование алкенов, межмолекулярная дегидратация спиртов. Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами. Гидропероксиды. Краун-эфиры. Получение и применение в синтетической практике.

Оксираны. Способы получения. Раскрытие цикла в них под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

Тиоспирты. Тиоэфиры. Особенности строения, получение, свойства. Сравнение кислотных и основных свойств тиолов и тиоэфиров со свойствами простых эфиров и спиртов.

8. Металлоорганические соединения

Литий- и магнийорганические соединения. Методы синтеза: взаимодействие металла с алкил- или арилгалогенидами. Представление о шкале С-Н кислотности углеводородов. Строение реактивов Гриньяра. Равновесие Шленка.

Литий- и магнийорганические соединения в синтезе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот.

Диалкил- и диарилкупраты. Получение и применение этих комплексных соединений для синтеза предельных углеводородов, диенов, спиртов, несимметричных кетонов и в реакциях сопряженного присоединения к a , b -ненасыщенным карбонильным соединениям.

9. Ароматические углеводороды

Строение бензола. Формула Кекуле. Молекулярные орбитали бензола.

Концепция ароматичности. Правило Хюккеля.

Критерии ароматичности: квантовохимический, энергетический (теплоты гидрирования) и магнитный.

Получение бензола. Химические свойства (реакции присоединения, каталитическое гидрирование безола, восстановление по Берчу окисление, замещение).

Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Общие представления о механизме реакций, кинетический изотопный эффект в реакциях электрофильного замещения водорода в бензольном кольце. Представление о π - и σ -комплексах. Структура переходного состояния. Изотопный обмен водорода как простейшая реакция электрофильного замещения. Арениониевые ионы в реакциях электрофильного замещения.

Гомологи бензола. Номенклатура, изомерия. Получение ароматических углеводородов в промышленности - каталитический риформинг нефти, переработка коксового газа и каменноугольной смолы.

Лабораторные методы синтеза: реакция Вюрца-Фиттига и другие реакции кросс-сочетания, алкилирование бензола и аренов по Фриделю-Крафтсу, восстановление жирноароматических кетонов.

Реакции замещения водорода в боковой цепи алкилбензолов на галоген. Окисление алкилбензолов до карбоновых кислот.

Влияние заместителя на скорость и направление электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация.

Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др.

Ароматические катионы и анионы.

Антиароматичность на примере циклобутадиена, циклопропенил-аниона, катиона циклопентадиенилия.

10. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду

Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование нафталина, бифенила и других аренов.

Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования аренов и их производных.

Сульфирование. Сульфирующие агенты. Механизм реакции. Кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на примере фенола и нафталина. Превращения сульфогруппы.

Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы - изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов. Триарилметилкатионы, анионы и радикалы. Методы их генерирования и стабильность.

Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману-Коху и другие родственные реакции.

11. Нуклеофильное ароматическое замещение

Общие представления о механизме нуклеофильного замещения.

Механизм отщепления-присоединения на примере превращения галогенбензолов в фенолы и ароматические амины. Методы генерирования и фиксации дегидробензола. Строение дегидробензола.

Механизм присоединения-отщепления S_NAr, примеры реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей. Анионные σ- комплексы Мейзенгеймера и их строение.

12. Фенолы

Фенолы. Методы получения: щелочное плавление аренсульфонатов, замещение галогена на гидроксил, гидролиз солей арендиазония. Кумольный метод получения фенола в промышленности.

Свойства: фенолы как ОН-кислоты, влияние заместителей на кислотность фенолов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов: галогенирование, сульфирование, нитрование, нитрозирование и алкилирование. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов по Кольбе. Формилирование фенолов по Реймеру-Тиману, механизм образования салицилового альдегида. Формилирование фенолов по Вильсмайеру. Перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Кляйзен). Окисление фенолов, в том числе пространственно затрудненных. Понятие об ароксильных радикалах.

Хиноны. Получение о- и п-бензохинонов, антрахинона. Хиноны как диенофилы в реакциях Дильса-Альдера.

II семестр

13. Альдегиды и кетоны

Методы получения альдегидов и кетонов из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование), на основе металлорганических соединений. Ацилирование и формилирование аренов.Промышленное получение формальдегида, ацетальдегида (Вакер-процесс) и высших альдегидов (гидроформилирование).

Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Кислотный и основной катализ. Присоединение воды, спиртов, тиолов. Защита карбонильной группы. Получение бисульфитных производных и циангидринов. Взаимодействие альдегидов и кетонов с илидами фосфора (Виттиг), как метод синтеза алкенов.

Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями. Получение иминов и енаминов. Оксимы, гидразоны, фенилгидразоны. Реакция Кижнера. Реакции альдегидов и кетонов с металлоорганическими соединениями. Синтез спиртов. Кето-енольная таутомерия. Енолизация альдегидов и кетонов в реакциях галогенирования, изотопного обмена водорода и рацемизации оптически активных кетонов. Кислотный и основной катализ этих реакций. Кето-енольная таутомерия кетонов, 1,3-дикетонов и 1,3-кетоэфиров. Влияние структурных факторов на положение кето-енольного равновесия и зависимость его от соотношения С-Н и О-Н кислотности кетона и енола. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Интерпретация данных в рамках принципа ЖМКО.

Альдольно-кротоновая конденсация альдегидов и кетонов в кислой и щелочной среде, механизм реакций. Направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых борных енолятов и кремниевых эфиров енолов. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой. Аминометилирование альдегидов и кетонов (Манних). Бензоиновая конденсация.

Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления; восстановление С=О группы до CH_2 -группы: реакции Кижнера-Вольфа и Клемменсена. Ион-радикальная димеризация альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Окисление кетонов перкислотами по Байеру-Веллигеру. Диспропорционирование альдегидов по Канниццаро (прямая и перекрестная реакции).

a -, b -Непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения: конденсации, окисление аллиловых спиртов и др.Сопряжение карбонильной группы с двойной углерод-углеродной связью. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения литийорганических соединений, триалкилборанов, диалкил - и диарилкупратов, аминов, цианистого водорода, галогеноводородов. Сопряженное присоединение енолятов и енаминов (Михаэль). Восстановление a -, b -непредельных карбонильных соединений.

14. Карбоновые кислоты и их производные

Методы синтеза: окисление первичных спиртов и альдегидов, алкенов, алкилбензолов; гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот; синтез на основе металлоорганических соединений; синтезы на основе малонового эфира. Получение муравьиной кислоты и уксусной кислот. Строение карбоксильной группы. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация, влияние заместителей на кислотность. Галогенирование кислот по Гелю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, электролиз по Кольбе, декарбоксилирование по Хунсдиккеру.

Галогенангидриды. Получение с помощью галогенидов фосфора, тионилхлорида, бензоилхлорида. Свойства: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения). Восстановление до альдегидов - по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие диазометана с галогенангидридами карбоновых кислот (реакция Арндта-Эйстерта). Ангидриды.Методы получения: дегидратация кислот с помощью P_2O_5 и фталевого ангидрида; ацилирование солей карбоновых кислот хлорангидридами. Реакции ангидридов кислот.

Кетены. Получение и свойства. Сложные эфиры. Методы получения: этерификация карбоновых кислот (механизм), ацилирование спиртов и их алкоголятов ацилгалогенидами и ангидридами, алкилирование карбоксилат-ионов, реакции кислот с диазометаном. Методы синтеза циклических сложных эфиров - лактонов.

Реакции сложных эфиров: гидролиз (механизм кислотного и основного катализа), аммонолиз, переэтерификация; взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов комплексными гидридами металлов. Сложноэфирная и ацилоиновая конденсации.

Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе. Кето-енольная таутомерия эфиров b -кетокислот, амбидентный характер енолят-иона.

Амиды. Методы получения: ацилирование аммиака и аминов, пиролиз карбоксилатов аммония. Синтез циклических амидов - лактамов. Свойства: гидролиз, восстановление до

аминов, дегидратация амидов. Понятие о секстетных перегруппировках. Перегруппировки Гофмана, Курциуса.

Нитрилы. Методы получения: дегидратация амидов кислот (с помощью P_2O_5, $SOCl_2$, $POCl_3$), алкилирование амбидентного цианид-иона. Свойства: гидролиз, аммонолиз, восстановление комплексными гидридами металлов до аминов, взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями.

Двухосновные кислоты. Методы синтеза: окислительное расщепление циклоолефинов и циклических кетонов, окисление полиалкилбензолов. Главные представители: щавелевая кислота, диэтилоксалат в сложноэфирной конденсации. Малоновая кислота: синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кневенагель). Янтарная кислота, ее ангидрид, имид, N-бромсукцинимид. Адипиновая кислота. Конденсация Дикмана. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот как метод синтеза средних макроциклов. Фталевая и терефталевая кислоты, промышленные методы получения. Фталевый ангидрид, фталимид и его использование в синтезе.

15. Нитросоединения

Нитроалканы. Методы синтеза из алкилгалогенидов (амбидентный характер нитрит-иона). Строение нитрогруппы. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Реакции нитроалканов с азотистой кислотой. Конденсация с карбонильными соединениями. Восстановление в амины.

Ароматические нитросоединения. Восстановление нитроаренов в кислой и щелочной среде. Бензидиновая перегруппировка. Восстановление одной нитрогруппы в полинитроаренах.

16. Амины

Методы получения аминов: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений. Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Восстановительное аминирование карбонильных соединений. Взаимодействие альдегидов и кетонов с формиатом аммония (Лейкарт).

Амины как основания. Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре. Алкилирование и ацилирование аминов. Защита аминогруппы. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Идентификация и разделение первичных, вторичных и третичных аминов с помощью бензолсульфохлорида (проба Хинсберга). Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление и галогенирование аминов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов.

17. Диазо- и азосоединения

Ароматические диазосоединения. Реакции диазотирования первичных ароматических аминов. Механизм, природа нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей диазония. Стабильные ковалентные формы диазосоединений. Кислотно-основные равновесия с участием катиона арендиазония.

Реакции диазосоединений с выделением азота: замена диазогруппы на гидроксил-, галоген-, циано-, нитрогруппу и водород. S_N1-Механизм ароматического нуклеофильного замещения в реакциях гидролиза катиона арендиазония.

Реакции диазосоединений без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и диазосоставляющие, условие сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители.

18. Циклоалканы и их производные

Классификация алициклов. Энергия напряжения циклоалканов и ее количественная оценка на основании сравнения теплот образования и теплот сгорания циклоалканов и соответствующих алканов. Типы напряжения в циклоалканах и подразделение циклов на малые, средние циклы и макроциклы. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана,

циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность на примере реакций замещения, отщепления и окисления.

Методы синтеза циклопропана, циклобутана и их производных. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана. Синтез соединений со средним размером цикла (ацилоиновая конденсация).

19. Гетероциклические соединения

Классификация гетероциклов. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, тиофен, пиррол. Синтез 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль-Кнорр), взаимные переходы (реакция Юрьева). Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Ориентация электрофильного замещения.

Индол. Синтез производных индола из фенилгидразина и кетонов (Фишер). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формилирование, галогенирование.

Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом.

Пиридин и хинолин. Синтез хинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Пиридин и хинолин как основания. Реакции пиридина и хинолина с алкилгалогенидами. Окисление и восстановление пиридина и хинолина. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине: нитрование, сульфирование, галогенирование. N-Окись пиридина и хинолина и их использование в реакции нитрования. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием.

Активация метильной группы в 2- и 4-метилпириди- нах и хинолинах. 2-Метилпиридины и хинолины как метиленовые компоненты в конденсациях с альдегидами.

20. Аминокислоты, пептиды и белки

Номенклатура аминокислот. Природные аминокислоты. Хиральность аминокислот, образующих протеины. Кислотно-основные амфотерные свойства природных аминокислот.

Синтезы а-аминокислот и разделение рацемических форм. Номенклатура пептидов. Основные принципы синтеза полипептидов; защита аминогруппы и активация карбоксильной группы. Твердофазный синтез пептидов.

Общие принципы определения строения пептидов и белков. Первичная, вторичная и третичная структура белков. Понятие о ферментах и ферментативном катализе.

21. Углеводы

Моносахариды и полисахариды. Классификация и стереохимия моносахаридов. Альдозы (альдотреозы, альдопентозы, альдогексозы) и кетозы. Стереохимия альдоз и кетоз в проекциях Фишера. Циклические полуацетали альдогексоз - глюкопиранозы и глюкофуранозы. a - и b -Аномеры. Формулы Хеуорса для аномерных моносахаридов. Таутомерия циклических и открытых форм в растворах моносахаридов, мутаротация глюкозы, конформации пиранозного цикла.

Реакции моносахаридов. Получение гликозидов, как особой формы циклических ацеталей. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз до альдоновых кислот, лактонизация альдоновых кислот. Исчерпывающее окисление моносахаридов иодной кислотой. Образование озазонов при взаимодействии с фенилгидразином. Синтез моносахаридов по Килиани-Фишеру и деградация по Волю-Руффу.

Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Полисахариды - целлюлоза и крахмал.

III. Физические методы исследования в органической химии

Инфракрасная спектроскопия. Природа ИК спектров, способы их изображения, характеристические частоты поглощения.

Электронная спектроскопия. Природа спектров, типы электронных переходов, понятие о хромофорных группировках, способ изображения УФ спектров. Спектры протонного магнитного резонанса. Природа, основные характеристики: химический сдвиг, интенсивность, мультиплетность сигналов протонов; спин-спиновое взаимодействие.

Масс-спектрометрия. Основные принципы, молекулярный ион, изотопный состав ионов, основные пути фрагментации важнейших классов органических соединений.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа предназначена для студентов 3 курса, желающих хорошо и достаточно быстро подготовиться к экзаменам и лабораторным работам и понять, какой объём знаний должен иметь студент для получения отличной оценки на экзамене.

Цель данной программы- помочь студентам структурировать материал, отделить обязательный материал от второстепенного при самостоятельной работе с конспектом или учебником. Необходимо отметить, что, несмотря на широчайшее распространение современных методов обучения и доступность разнообразного учебного материала в учебниках и в Интернете, только самостоятельная, упорная, если не сказать тяжёлая работа по конспектированию (лекций, учебников, других материалов), работа на лабораторных и практических занятиях, самостоятельное написание важнейших уравнений и механизмов, и самостоятельное решение синтетических задач способно привести к успеху в изучении органической химии. Прослушивание курса лекций создаёт основу для изучения органической химии и охватывает все темы, выносимые на экзамен. Однако, прослушанные лекции, равно как и прочитанные учебники остаются пассивным знанием до тех пор, пока не произойдёт закрепление материала на коллоквиумах, при написании тестов, контрольных работ и анализе ошибок.

Рабочей программой дисциплины «Органическая химия» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 202 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам и курсовой работе;
- работу с Интернет - источниками;
- подготовку к выполнению тестовых заданий, контрольным работам и сдаче зачета и экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины «Органическая химия». По каждой из тем для самостоятельного изучения следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет- ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы: www.rambler.ru, www.yandex.ru, www.google.ru, www.yahoo.ru; специальные поисковые системы: http://www.chem.msu.su/ rus/elibrary/, http://www.chemnavigator.hotbox.ru/.

Студент должен освоить, прежде всего, «грамматику» органической химии: познакомиться с классификацией и номенклатурой органических соединений, получить начальные знания о пространственном и электронном строении соединений с ковалентной связью, о типах разрыва ковалентных связей и классификации органических реакций. Он **должен понять**основные принципы теории электронных смещений, основанной на индуктивном и мезомерном эффектах различных группировок. Все эти знания он должен получить, изучая

раздел **«Теоретические основы органической химии»**, где они изложены на примере простейших реакций между кислотами и основаниями. Кислотно-основные реакции избраны для этой цели неслучайно. Согласно современным представлениям о природе кислот и оснований, подавляющее большинство органических реакций включает кислотно-основные взаимодействия, по крайней мере, в качестве отдельных стадий.

Во втором разделе изложена химия отдельных классов. Избранная последовательность классов такова, что позволяет постепенно знакомиться с новыми реакциями, понятиями и концепциями органической химии с максимальным соблюдением принципа «от простого к сложному». По этой причине в первых главах излагаются **химия углеводородов и методы введения в их молекулы различных функциональных групп**.

После изучения ациклических алифатических углеводородов основное внимание уделено **методам трансформации функциональных групп**, рассмотрена химия галогенпроизводных, металлоорганических и элементоорганических соединений, спиртов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот и их производных, аминов и солей диазония. Заканчивается изучение многообразия органических соединений рассмотрением химии некоторых гетероциклических соединений и важнейших биоорганических субстратов - углеводов, белков и нуклеиновых кислот.

Изучение органических соединений проводится по следующему плану.

«Номенклатура». Приводятся примеры названий наиболее типичных представителей данного класса. Предпочтение отдается систематической номенклатуре ИЮПАК. Вместе с тем упоминаются и традиционно применяемые тривиальные названия, а также названия по радикально-функциональной номенклатуре. То же относится и к названиям соединений в схемах органических реакций.

«Способы получения». Рассматриваются методы, наиболее широко применяемые в производстве и в препаративных лабораторных синтезах. Реакции, составляющие основу этих методов, подробно рассматриваются в разделах «Реакции» соответствующих классов.

«Физические свойства и строение». Как правило, подробно обсуждается строение простейшего представителя соответствующего класса. Обсуждение ведется как в терминах электронных эффектов и теории резонанса, так и в рамках теории молекулярных орбиталей. Эти данные позволяют оценить поведение соответствующих соединений в простейших одноэлектронных реакциях.

«Реакции». Рассматриваются сведения о наиболее важных химических превращениях соединений данного класса.

«Наиболее важные представители». Анализируются данные о промышленном производстве, физических свойствах и практическом применении наиболее важных соединений соответствующего класса.

Практикум по органической химии предлагает возможность на практике закрепить полученные теоретические знания и химическим путём познать строение и свойства органических веществ. К выполнению практикума следует приступать после освоения теоретического материала.

Чтобы в полной мере представить процесс становления современной органической химии в исторической ретроспективе, **рекомендуется обращать внимание на химиков - авторов открытия тех или иных органических реакций.** При этом тот факт, что значительное число указанных реакций изучено многие годы тому назад, не должен вводить в заблуждение. Мысль о том, что формирование органической химии как науки давно завершено и все органические реакции уже открыты, неверна. Современная органическая химия - одна из наиболее динамично развивающихся химических дисциплин. Ежегодно исследователи открывают сотни новых органических реакций, синтезируют десятки тысяч новых соединений. Этот поток новой информации, несомненно, требует постоянного совершенствования теоретических подходов, как в оценках реакционной способности органических соединений, так и в стратегии органического синтеза.

Прежде чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, студентам необходимо изучить рекомендуемую по каждой теме литературу. Общий список учебной, учебно-методической и научной литературы представлен в отдельном разделе программы.

Рекомендации к изучению отдельных тем курса:

При изучении темы «Основы номенклатуры органических соединений» особое внимание следует обратить на заместительную номенклатуру (ИЮПАК). Знать основные принципы построения названий органических соединений, понятия родоначальная структура, характеристические группы, заместитель, радикал. Названия основных классов органических соединений, сложных поли - и гетерофункциональных соединений.

При изучении темы «Типы связей, промежуточные частицы в органических реакциях. Электронные эффекты» особое внимание следует обратить нахарактер разрыва связей в органических соединениях, промежуточных частицы, (радикалы, карбокатионы,карбанионы), а также электронные эффекты заместителей (индуктивный, мезомерный) и их влияние на устойчивость радикалов, карбокатионов и карбанионов.

При изучении темы «Кислоты и основания» следует обратить внимание на кислоты и основания Бренстеда и Льюиса, сопряженные кислоты и основания. Усвоить принцип Пирсона.

При изучении темы «Стереохимия» особое внимание следует обратить на способы изображения пространственного строения молекул с sp^3-гибридизованными углеродом: клиновидные проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена. Усвоить понятия «конформации», «конформеры», асимметрический атом углерода, отличие конформаций от конфигураций, принцип R,S-номенклатуры энантиомеров, проекции Фишера, изображение молекулы данного соединения с помощью различных проекционных формул, переход от одной проекционной формулы молекулы к другой.

Изучение следующих разделов (важнейших классов органических соединений) предполагает знание:

1) названий наиболее типичных представителей данного класса (предпочтение отдается систематической номенклатуре ИЮПАК),

2) методов синтеза, наиболее широко применяемых в производстве и в лабораториях,

3) строение простейшего представителя соответствующего класса (как в терминах электронных эффектов и теории резонанса, так и в рамках теории молекулярных орбиталей),

4) наиболее важные химические превращения соединений данного класса, основные механизмы реакций,

5) сведения о промышленном производстве, физических свойствах и практическом применении наиболее важных соединений соответствующего класса.

При изучении раздела III «Физические методы исследования в органической химии» следует обратить внимание на применение физических методов для установления структуры органических соединений и механизмов реакций.

Разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса.

После изучения основных разделов Вам предлагаются задачи, на основании которых составляются варианты контрольных работ, предусмотренные программой. В пособие включены тестовые задания для проверки остаточных знаний по предмету (такая проверка проходит на четвёртом курсе в седьмом семестре).

Тест состоит из частей А (с выбором ответа), В (задания на соответствие, либо несколько правильных ответов), С (Вы должны дать развёрнутый ответ самостоятельно).

Каждый тест оценивается по 40- бальной шкале (часть А-1 балл, часть В-2 балла, часть С-3 балла).

Советы по подготовке к экзамену (зачету):

При подготовке к экзамену (зачету) особое внимание следует обратить на следующие моменты:

1. Теоретический материал следует повторить в порядке, предусмотренном программой, обращая особое внимание на генетическую связь между различными классами органических соединений.

2. Выполнить все рекомендуемые практические задания.

Опыт приема экзамена (зачета) выявил, что наибольшие трудности при проведении экзамена (зачета) возникают по следующим разделам:

- Стереохимия. Оптическая изомерия. Абсолютная конфигурация.
- Электронное строение органических соединений. Взаимное влияние атомов в молекуле. Интерпретация с позиций электронной теории.
- Механизмы реакций.

Для того чтобы избежать трудностей при ответах по вышеназванным разделам, рекомендуем:

1) систематически готовиться к занятиям,
2) не ограничиваться заучиванием текста, а искать причинно-следственные связи,
3) подкреплять теоретические знания решением задач.

Рекомендации по написанию курсовой работы

Курсовая работа – одна из обязательных форм учебно-исследовательской работы студента, выполняемая в пределах часов, отводимых на самостоятельное изучение дисциплины в соответствии с ФГОС ВО. Курсовая работа выполняется в соответствии с Положением о курсовой работе (проекте) в ФГБОУ ВО «БГПУ».

1. Прежде чем приступить к написанию работы следует наметить приблизительный план расположения материала.

2. Работа должна иметь: титульный лист, оглавление, введение, обзор литературы по затрагиваемым вопросам, изложение и обсуждение результатов работы, описание эксперимента, выводы, список литературы и, в некоторых случаях, приложения.

3. Что касается оформления титульного листа, списка литературы, описания эксперимента, то они должны быть выдержаны в строгом соответствии с нормами, принятыми в положении о порядке написания курсовых работ. Большое внимание должно быть уделено литературной грамотности, четкости и выразительности таблиц, графиков и схем.

4. Титульный лист, введение и выводы обычнее целесообразнее писать после того, как вся работа уже написана и есть возможность оценить ее в целом. Описание эксперимента надо готовить по частям, по мере его выполнения. Наличие такого рода "заготовок" хорошо отредактированных, сильно упрощает работу. Весьма желательно также, чтобы и обзор литературы был вчерне написан задолго до окончания эксперимента.

5. Курсовая работа является официальным документом, поэтому ее титульный лист должен быть оформлен в соответствии с требованиями.

7. Оглавление работы в первом варианте делается в самом начале, так как оно должно отражать структуру работы, выявлять логические взаимосвязи отдельных частей. Иногда удобно план сделать в виде оглавления. Окончательное оглавление составляется в самом конце работы.

7. Введение должно кратко излагать цель и задачи, сущность работы, а также основные пути ее выполнения. Именно здесь следует указать на теоретическую или практическую значимость работы. Необходимо также подчеркнуть, если работа или часть ее завершена и направлена в печать /или может быть уже опубликована/.

Во введении излагаются не выводы, а, главным образом, значимость работы. Иногда полезно здесь объяснить расположение материала в Вашей работе.

8. Необходимо скрупулезно точно оговаривать в работе, какие из используемых данных получены лично Вами, и указать фамилию исполнителя.

9. Выводы должны быть краткими, понятными и обещающими. Каждое отдельное положение должно быть занумеровано.

10. В конце работы в виде приложений бывает полезно поместить таблицы, чертежи, кривые, спектры.

11. Титульный лист, оглавление не нумеруются. Нумерация производится с первой страницы введения. Эта страница получает номер 3.

12. При составлении литературного обзора следует обращать особое внимание на исчерпывающий подбор литературы, хотя бы по сравнительно узкому вопросу.

13. В большинстве случаев следует располагать материал не просто в исторической последовательности, а на основании химической логики, критически осмысливая данные и взгляды различных авторов. Не следует сравнивать без должного учета времени данные, полученные в прошлом веке и в наши дни.

14. Литературный обзор не должен быть формальной сводкой литературы. Необходимо проанализировать литературные данные, показать свое отношение к ним, может быть наметить некоторые пути выяснения темных участков. Роль того или иного автора, работавшего в данной области, так же должна быть продумана. Не каждую фамилию следует даже и упоминать в тексте - достаточно того, что она будет в списке литературы.

15. Излагая существо собственной работы, старайтесь четко показать, что сделано, как сделано, какие выводы следуют как из полученных данных, так и при сопоставлении их с литературным материалом. Надо внимательно следить за тем, чтобы свой материал не смешивался у читающего с литературным, то есть читающему должно быть ясно, что нового дала работа. В этом разделе меньше всего места для шаблона. Каждая работа должна быть изложена своим особым способом. Дело автора найти наиболее удачный вариант.

16. В тексте, в соответствующих местах, должны быть даны отсылки к таблицам или другому иллюстративному материалу.

Если в работе много иллюстративного материала, то целесообразно бывает составить отдельный указатель таблиц или рисунков. Каждая таблица, график или рисунок /спектр/ должны иметь не только номер, но и название /подпись/.

17. Курсовая работа должна свидетельствовать об умении автора точно пользоваться научной терминологией.

18. Экспериментальная часть должна начинаться описанием используемых приборов и методов исследования. Так, при описании метода спектрофотометрии испектрофотометра необходимо указать марку прибора, условия записи спектра (растворитель), размеры кюветы, толщину поглощающего слоя, концентрацию для растворов.

19. Оригинальный эксперимент должен быть описан по возможности подробно.

20. Список литературы должен быть оформлен в порядке упоминания источников в тексте, где они отмечается арабскими цифрами, заключенными в квадратные скобки. Ссылки на иностранные источники приводятся на языке оригинала. На неопубликованные материалы ссылки не допускаются. Не следует под одним номером давать ссылки на несколько работ.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
I	**Теоретические основы органической химии**		**26**
1	Методы изучения органического вещества	Оформление лабораторной работы и подготовка отчета	6
2	Основы номенклатуры органических соединений.	Изучение основной и дополнительной литературы	4

3	Типы связей, промежуточные частицы в органических реакциях. Электронные эффекты.	Изучение основной и дополнительной литературы	4
4	Кислоты и основания	Изучение основной и дополнительной литературы	4
5	Стереохимия	Изучение основной и дополнительной литературы	2
6	Практическое занятие 1 по теме: «Теоретические основы органической химии»	Изучение основной и дополнительной литературы	6
II	**Важнейшие классы органических соединений**		**166**
1	Алканы	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	6
2	Алкены	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	6
3	Алкины	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	6
4	Алкадиены	Изучение основной и дополнительной литературы. Решение задач	4
5	Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета	6
6	Реакции элиминирования	Изучение основной и дополнительной литературы	2
7	Спирты и простые эфиры	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	8
8	Металлоорганические соединения	Изучение основной и дополнительной литературы	2
9	Ароматические углеводороды	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	22
11	Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду	Изучение основной и дополнительной литературы	6
11	Нуклеофильное ароматическое замещение	Изучение основной и дополнительной литературы	4
12	Фенолы	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	8

13	Альдегиды и кетоны	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	8
14	Карбоновые кислоты и их производные	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	26
15	Нитросоединения	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета	6
16	Амины	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	6
17	Диазо- и азосоединения	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	8
18	Циклоалканы и их производные	Изучение основной и дополнительной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	4
19	Гетероциклические соединения	Изучение основной литературы и дополнительной литературы.Решение задач. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета	4
20	Аминокислоты, пептиды и белки	Изучение основной литературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы.	8
21	Углеводы	Изучение основной и дополнительнойлитературы. Оформление лабораторной работы и подготовка отчета. Решение задач	12
III	**Физические методы исследования в органической химии**		**10**
1	Идентификация органических веществ методом УФ- и ИК-спектроскопии	Изучение основной и дополнительнойлитературы, решение задач	3

2	Идентификация органических веществ методом спектроскопии протонного магнитного резонанса	Изучение основной и дополнительнойлитературы, решение задач	4
3	Идентификация органических веществ методом масс-спектрометрии	Изучение основной и дополнительнойлитературы, решение задач	3

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

План лабораторных занятий

№ п/п	Тема занятия	Тема лабораторной работы	Всего часов
1.	Методы изучения органического вещества	Техника безопасности при работе в лаборатории органической химии. Правила ведения лабораторного журнала	2
		Качественный элементный анализ органических соединений	6
2.	Алканы	Алканы	6
3.	Алкены	Алкены	6
4.	Алкины	Алкины	6
5.	Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода	Галогенопроизводные алифатических углеводородов	6
6.	Спирты и простые эфиры	Одноатомные спирты	6
		Многоатомные спирты, простые эфиры, сложные эфиры минеральных кислот	6
7.	Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду	Ароматические углеводороды ряда бензола	6
		Ароматические углеводороды с конденсированными и неконденсированными бензольными ядрами	6
		Красители трифенилметанового ряда	6
8.	Фенолы	Фенолы	6
9.	Альдегиды и кетоны	Альдегиды и кетоны	6
10.	Карбоновые кислоты и их производные	Монокарбоновые кислоты	6
		Непредельные кислоты и жиры	6
		Дикарбоновые кислоты	6
		Гидрокси- и оксокислоты	6
11.	Нитросоединения	Нитросоединения	6
12.	Амины	Амины	6
13.	Диазо –и азосоединения	Диазосоединения	6
		Азосоединения	6
14.	Циклоалканы и их производные	Циклоалканы	6
15.	Гетероциклические соединения	Гетероциклические соединения	6
16.	Аминокислоты, пептиды и белки	Аминокислоты	6
17.	Углеводы	Моносахариды	6
		Ди- и полисахариды	6
	ИТОГО		142

Лабораторная работа №1
Техника безопасности при работе в лаборатории органической химии. Правила ведения лабораторного журнала.
Общие правила.

Работа в химической лаборатории связана с некоторой опасностью, поскольку многие вещества в той или иной степени ядовиты, огнеопасны и взрывоопасны.

Возможность несчастных случаев может быть исключена при выполнении всех мер предосторожности.

Существуют общие правила, выполнение которых обязательно для каждого работающего в лаборатории независимо от того, какой эксперимент он выполняет.

1. Работать одному в лаборатории категорически запрещается, так как в случае несчастного случая будет некому оказать помощь пострадавшему и ликвидировать последствия аварии.

2. Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, тишину, порядок и правила техники безопасности.

3. Каждый работающий должен знать, где находятся в лаборатории средства противопожарной защиты и аптечка, содержащая все необходимое для оказания первой медицинской помощи.

4. Категорически запрещается в лаборатории курить, принимать пищу, пить воду.

5. Нельзя приступать к работе, не усвоив всей техники ее выполнения.

6. Опыты нужно проводить только в чистой посуде. После окончания эксперимента посуду следует мыть сразу же.

7. В процессе работы необходимо соблюдать чистоту, аккуратность. Следить, чтобы вещества не попадали на кожу лица и рук, так как многие вещества (галогенопроизводные, фенолы, нитросоединения, непредельные соединения и др.) вызывают раздражение кожи и слизистых оболочек.

8. Вещества в лаборатории нельзя пробовать на вкус. Нюхать вещества можно, лишь осторожно направляя на себя пары или газы легким движением руки, не наклоняясь к сосуду и не вдыхая полной грудью.

9. На всех банках, склянках и другой посуде, где хранятся реактивы, должны быть этикетки с указанием названия веществ.

10. Склянки с веществами или растворами необходимо брать одной рукой за горлышко, а другой снизу поддерживать за дно.

11. Категорически запрещается затягивать ртом в пипетки органические вещества и их растворы.

12. Во время нагревания жидких и твердых веществ в пробирках и колбах нельзя направлять их отверстия на себя и соседей. Нельзя также заглядывать сверху в открыто нагреваемые сосуды во избежание возможного поражения при выбросе горячей массы.

13. После окончания работы необходимо выключить газ, воду, электроэнергию.

14. Категорически запрещается выливать в раковины концентрированные растворы кислот и щелочей, а также различные органические растворители, сильно пахнущие и огнеопасные вещества. Все эти отходы нужно сливать в специальные бутыли.

15. В каждой лаборатории обязательно должны быть защитные маски, очки, противогазы, респираторы.

16. В каждом помещении необходимо иметь средства противопожарной защиты: ящик с просеянным песком и совком к нему, противопожарное одеяло (асбестовое или толстое войлочное), заряженные огнетушители (желательно с сжиженным углекислым газом).

17. На доступном месте в лаборатории должны находиться медикаменты для оказания первой помощи: растворы таннина (в спирте), перманганата калия, борной кислоты, гидрокарбоната натрия, йодная настойка, вата, бинты, пластырь, мази от ожогов.

Правила работы с кислотами и щелочами

1. Все работы с кислотами и щелочами необходимо проводить в защитных очках или масках. Попадание кислот и щелочей на кожу и глаза может привести к тяжелейшим поражениям.

2. Кислоты и щелочи нельзя затягивать ртом в сифоны и пипетки.

3. Разбавлять серную кислоту можно, только добавляя ее к воде в жаростойкой посуде, а не наоборот. При этом глаза должны быть защищены очками.

4. Растворение гидроксидов натрия и калия проводить только в защитных очках, прибавляя к воде небольшие порции щелочи. Куски щелочи можно брать только щипцами, а не руками.

5. Запрещается применять серную кислоту в вакуумэксикаторах в качестве водопоглощающего средства, так как в случае взрыва эксикатора вылившаяся из него кислота может попасть на работающего и вызвать сильный ожог.

6. Работу с плавиковой кислотой проводят в специальной посуде и с особой осторожностью в вытяжном шкафу. Обязательно следует надевать резиновые перчатки, защитные очки или маску.

Правила работы с особо опасными и токсичными веществами

При всех работах с особо опасными и токсичными веществами обязательно надевать защитные очки или маску и снимать их только после завершения работы.

I. Работа с бромом

1. Держать бром можно только в толстостенных склянках с притертыми пробками. Склянки с бромом должны стоять в вытяжном шкафу в металлических ящиках с песком.

2. Бром сильно действует на слизистые оболочки и при попадании на кожу дает трудно заживающие ожоги. Все работы с бромом проводить только в вытяжном шкафу с полуспущенными створками, в резиновых перчатках, защитных очках или маске.

3. Переносить склянки с бромом можно лишь в банях или чашках с песком.

4. Кран капельной воронки, из которой приливают бром, должен быть смазан фосфорной кислотой и укреплен резиновым колечком. Перед работой следует кран воронки проверить на герметичность. В капельную воронку не наливать сразу более 10 мл брома.

II. Работа с металлическим натрием

1. При работе с металлическим натрием необходимо соблюдать особую осторожность. Не допускать соприкосновения его с водой и с галогеносодержащими соединениями. Все работы с натрием проводить только в защитных очках, вдали от открытых водопроводных кранов, водоструйных насосов и других источников воды.

2. Хранить металлический натрий можно только в толстостенной стеклянной или жестяной таре под слоем обезвоженного керосина, высококипящего инертного углеводорода или трансформаторного масла. Банки с натрием должны быть закрыты корковой пробкой и помещены в металлическую баню или ящик с песком.

3. Вынимают металлический натрий для работы из банки только пинцетом или щипцами. Отрезают ножом необходимое количество натрия только на сухой белой (лучше фильтровальной) бумаге и сразу же помещают в стакан под слой керосина, толуола, ксилола, сухого эфира.

4. С поверхности отрезанного натрия на фильтровальной бумаге счищают корку, затем его отжимают в фильтровальной бумаге от керосина и тотчас вводят в реакцию.

5. Обрезки щелочных металлов, а также все остатки после проведения эксперимента необходимо собрать в банку с керосином. Бумагу, на которой резали натрий, посуду, в которой был поставлен опыт, заливают техническим этиловым спиртом.

6. Категорически запрещается выбрасывать остатки натрия в раковины и мусорные ящики.

7. При нагревании реакционных сосудов, содержащих натрий, необходимо пользоваться только воздушными и песчаными банями.

8. Нельзя брать натрий для осушивания галоидных алкилов, карбонильных соединений, кислот, спиртов, нитросоединений.

9. Нельзя оставлять кусочки натрия в пустых колбах и склянках. (Натрий, покрытый сверху белым налетом, легко можно спутать по внешнему виду с хлористым кальцием).

III. Работа с токсичными веществами

1. Особую осторожность следует соблюдать при работе с цианидами, диметилсульфатом, хлорангидридами низших кислот, фосгеном, оксидом азота (IV) и др. Эксперименты с этими веществами следует проводить только в хорошо действующем вытяжном шкафу в перчатках.

2. Работы с фенолами, галогено- и нитросоединениями, непредельными карбонильными соединениями, непредельными кислотами, алифатическими галогенокислотами, гидразинами и др. нужно проводить в перчатках, защитных очках, так как многие из этих веществ вызывают ожоги кожи и раздражение слизистых оболочек.

IV. Правила работы с огнеопасными веществами

1. Опыты с легковоспламеняющимися веществами (эфир, петролейный эфир, ацетон, сероуглерод, бензол и др.) проводить дальше от огня и включенных электроплиток. Нагревать легко воспламеняющиеся жидкости можно только на предварительно нагретой водяной бане в колбе, снабженной водяным холодильником, вдали от нагревательных приборов.

2. Легковоспламеняющиеся вещества (эфир, петролейный эфир, ацетон, сероуглерод, бензол, спирт) можно отгонять в приборе с водяным холодильником на водяной бане или роторных испарителях. Нельзя упаривать горючие жидкости в открытых сосудах.

3. Приборы, в которых содержатся легковоспламеняющиеся вещества, следует разбирать после того, как будут выключены газовые горелки, находящиеся поблизости.

4. Не выливать воспламеняющиеся вещества в канализацию, ведра и ящики для мусора во избежание пожара от случайно брошенной спички.

5. Нельзя проводить перегонку досуха, так как многие вещества (диэтиловый эфир, диоксан) образуют взрывоопасные перекиси при соприкосновении с воздухом.

V. Правила работы при вакууме

1. При работе со стеклянными приборами, находящимися под вакуумом (перегонка, откачивание воздуха из вакуум-эксикатора), следует обязательно надевать защитные очки или маску.

2. При откачивании воздуха из вакуум-эксикатора необходимо его плотно обернуть полотенцем или поместить в специальный колпак из чистой металлической сетки.

3. При перегонке под вакуумом категорически запрещается использовать плоскодонные колбы, так как они будут раздавлены.

4. После перегонки под вакуумом нельзя снимать очки до тех пор, пока прибор не остынет и не будет соединен с атмосферой. Только через 3-5 минут после выравнивания давления можно снимать очки.

VI. Первая помощь при ожогах и отравлениях

1. При термических ожогах немедленно делают обильные примочки спиртовым раствором таннина, этиловым спиртом или раствором перманганата калия.

2. При ожогах кислотами необходимо сразу же промыть пораженное место большим количеством воды, а затем 3-процентным раствором гидрокарбоната натрия и опять водой.

3. При ожогах едкими щелочами хорошо и обильно промыть пораженное место проточной водой, затем разбавленным раствором уксусной кислоты, а после этого опять большим количеством воды.

4. При попадании кислоты или щелочи в глаза следует сразу же их промыть. Для этого направляют небольшую струю воды то в один, то в другой глаз в течение 3-5 минут. Затем глаза необходимо промыть или раствором гидрокарбоната натрия (в случае кислоты), или раствором борной кислоты (в случае щелочи). После этого нужно немедленно обратиться к врачу.

5. При ожогах фенолом пораженное место обрабатывают спиртом.

6. При ожогах кожи бромом его быстро смывают спиртом или разбавленным раствором щелочи. После этого пораженное место смазывают специальной мазью от ожогов. При вдыхании паров брома нужно глубоко подышать над спиртом, а затем выпить молоко и выйти на свежий воздух.

7. Кожу, пораженную сильно действующим органическим веществом, нужно быстро промыть большим количеством растворителя и пострадавшего доставить к врачу.

VII. Тушение местного пожара и горящей одежды

1. При возникновении пожара немедленно отключить газ и электроприборы по всей лаборатории. Быстро убрать все горючие вещества подальше от огня, а пламя тушить огнетушителем, песком или используя противопожарное одеяло. Не следует заливать пламя водой, во многих случаях это приводит лишь к большему распространению пламени и расширению очага пожара.

2. Если на ком-либо загорелась одежда, нужно пострадавшего повалить на пол и быстро накрыть войлочным одеялом. Ни в коем случае нельзя бежать, так как в этом случае пламя только усилится. Можно потушить на себе одежду обливанием водой или быстрым перекатыванием по полу.

Требования к ведению лабораторного журнала.

Рабочий журнал должен вестись аккуратно. В нем должны отмечаться дата, название лабораторной работы, название опыта, цель, приборы и оборудование, реактивы, ход работы, уравнения реакций. При необходимости делается рисунок рабочей установки. Приводится краткое описание наблюдаемых процессов, описание полученных веществ. Делаются выводы, исходя из поставленных целей.

Лабораторная работа №2

Качественный элементный анализ органических соединений

Опыт 1. Обнаружение углерода пробой на обугливание (тяга!)

Реактивы: сахар (или мука, крахмал), бумага, бензол, 1-процентный раствор серной кислоты, концентрированная серная кислота.

Оборудование: фарфоровая чашка (или крышка от тигля). Фарфоровый треугольник, скальпель, стеклянный цилиндр, ступка с пестиком.

Обугливание – самая простая проба на обнаружение углерода в органических веществах. Некоторые органические вещества обугливаются (чернеют) при прокаливании, в других случаях обугливание наблюдается при действии водоотнимающих веществ, например, концентрированной серной кислоты.

1) На крышку тигля или в фарфоровую чашку помещают немного (0,1г) сахара или муки. Чашку ставят на фарфоровый треугольник, закрепленный на штативе. Осторожно нагревают на пламени горелки, а затем прокаливают испытуемое вещество до обугливания. Сделайте вывод о действии нагревания на органические вещества.

2) На белой или фильтровальной бумаге (целлюлозе) делают надпись 1-процентным раствором серной кислоты. При высыхании раствора надпись невидима. Проявление надписи происходит при осторожном нагревании бумаги над горячей электрической плиткой. Сделайте вывод о действии разбавленной серной кислоты на органические соединения.

3) В ступке растирают 25 г сахара, добавляют 3 мл воды и переносят смесь в стеклянный цилиндр емкостью 50 мл. Затем постепенно при постоянном перемешивании стеклянной палочкой добавляют 12,5 мл конц. серной кислоты. Когда начинается обугливание, стеклянную палочку приподнимают. Смесь вспучивается, черный пористый «пирог» поднимается на палочке. Сделайте вывод о действии концентрированной серной кислоты на органические соединения.

4) В фарфоровую чашку (или на крышку тигля) наливают 2-3 капли бензола и поджигают его. Бензол горит сильно коптящим пламенем. Почему? Допишите уравнение реакции:

$C_6H_6 + 4{,}5O_2 \rightarrow$

Опыт 2. Обнаружение углерода и водорода окислением вещества оксидом меди (II)

Реактивы: сахар (сухой), оксид меди (II) – порошок, известковая (или баритовая) вода – насыщенный раствор гидроксида кальция или бария, безводный сульфат меди (II) – свежепрокаленный.

Оборудование: изогнутые газоотводные трубки с пробками для пробирок, вата, штатив с пробирками.

Наиболее общим, универсальным методом обнаружения в органическом веществе углерода и одновременно с ним водорода является окисление его оксидом меди (II). При этом углерод превращается в оксид углерода (IV), а водород – в воду.

В сухую пробирку с газоотводной трубкой помещают 0,2 – 0,3 г сахарозы и 1-2 г порошка оксида меди (II). Содержимое пробирки тщательно перемешивают, сверху смесь засыпают слоем оксида меди (II) – примерно 1 г. В верхнюю часть пробирки (под пробку) помещают маленький комочек ваты, на которую насыпают немного безводного сульфата меди (II). Пробирку закрывают пробкой и закрепляют ее в лапке штатива с небольшим наклоном. Свободный конец газоотводной трубки опускают в пробирку с известковой (или баритовой) водой так, чтобы трубка почти касалась поверхности жидкости (Рис.1.). Сначала прогревают всю пробирку, затем сильно нагревают ту часть, где находится реакционная смесь. Изменяется ли цвет реакционной смеси? Почему?

Отметьте, что происходит с известковой водой. Почему изменяется цвет сульфата меди? Напишите уравнения следующих реакций:

а) окисление сахарозы ($C_{12}H_{22}O_{11}$) оксидом меди (II) в избытке;

б) взаимодействие продуктов, образующихся при окислении сахарозы, с известковой водой и с безводным сульфатом меди.

Опыт 3. Обнаружение азота сплавлением вещества с металлическим Опыт 3. Об-

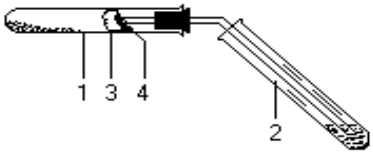


Рис.1. Прибор для определения углерода и водорода.

1- пробирка со смесью сахарозы и CuO;

2- пробирка с известковой водой;

3- вата;

4- безводный сульфат меди.

наружение азота сплавлением вещества с металлическим натрием. (Тяга! Защитные очки!)

Реактивы: мочевина, металлический натрий, 1-процентный раствор сульфата железа (II), 1-процентный раствор хлорида железа (III), 10-процентный раствор соляной кислоты.

Оборудование: фарфоровая чашка, лакмусовая бумага.

Принцип метода состоит в том, что при сплавлении с металлическим натрием органическое вещество разлагается, а содержащийся в нем азот образует с углеродом и натрием цианид натрия:

Образовавшийся цианид натрия обнаруживают, переводя его в берлинскую лазурь.

В сухую пробирку помещают несколько кристаллов мочевины ($H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2$) и кусочек (с половину горошины) очищенного от корки и отжатого в фильтровальной бумаге металлического натрия. (Вместо мочевины можно взять другое органическое вещество, содержащее азот: анилин, ацетамид, яичный белок и др.). Осторожно нагревают пробирку в пламени горелки. (*Вытяжной шкаф! Защитные очки.*) Через некоторое время происходит вспышка, пробирку нагревают до красного каления еще 1-2 минуты. Необходимо проследить, чтобы натрий плавился вместе с мочевиной, так как в противном случае цианид натрия может не образоваться. Затем пробирку охлаждают и добавляют в неё 3 мл дистиллированной воды. Кусочки плава измельчают стеклянной палочкой и полученный раствор фильтруют через бумажный фильтр в пробирку. Если органическое вещество разрушено не

полностью, жидкость имеет бурый или черный цвет. В таком случае сплавление исследуемого вещества с натрием повторяют.

К фильтрату добавляют по 3-4 капли 1-процентного раствора сульфата железа (II) и хлорида железа (III). Выпадают осадки гидроксида железа (II) грязно-зеленого цвета и гидроксида железа (III) бурого цвета.

Напишите уравнения реакций их образования в щелочном растворе. Объясните, почему исследуемый раствор имеет щелочной характер. Если в растворе имеется избыток цианида натрия, то образуется гексацианоферрат натрия. Напишите уравнения реакции образования его из цианида натрия и гидроксида железа (II). Содержимое пробирки подкисляют 10-%-ным раствором HCl, появляется синяя окраска (берлинская лазурь). Напишите уравнения следующих реакций:

гидроксид железа (III) + соляная кислота $\rightarrow$

гексацианоферрат натрия + хлорид железа (III) $\rightarrow$

Опыт 4. Обнаружение серы сплавлением органического вещества с металлическим натрием. (Тяга! Защитные очки!)

Реактивы: тиомочевина (или сульфаниловая кислота, сухой белок, белый стрептоцид и др.), металлический натрий, 2-процентный раствор ацетата свинца, 2-процентный раствор нитропруссида (свежеприготовленный), 10-процентный раствор соляной кислоты, уксусная кислота.

Оборудование: фарфоровая чашка, фильтровальная бумага, скальпель, пинцет, штатив с пробирками.

Серу обнаруживают в органическом веществе подобно азоту: сначала разрушают органическое вещество сплавлением с металлическим натрием, выделяющаяся сера образует с натрием сульфид. Далее открывают сульфид-ион (S^{2-}) обычными качественными реакциями.

В сухую пробирку вносят несколько крупинок тиомочевины (или другого содержащего серу вещества) и кусочек металлического натрия с блестящей поверхностью размером с половину горошины. Далее проводят сплавление так, как это описано в опыте 3 (открытие азота). (*Вытяжной шкаф! Защитные очки!*)

Полученный фильтрат, содержащий сульфид натрия, делят на три части.

Первую часть подкисляют уксусной кислотой, затем прибавляют 0,5 мл 2-процентного раствора ацетата свинца. Жидкость окрашивается в бурый или черный цвет, иногда появляется черный осадок. Образование осадка ускоряется при нагревании.

Напишите уравнение реакции сульфида натрия и ацетата свинца. Какое вещество выпадает в виде черного осадка?

Ко второй части раствора приливают 0,5 мл 2-процентного раствора нитропруссида натрия. Появляется интенсивное красно-фиолетовое окрашивание, постепенно переходящее в бурое. Эта проба значительно чувствительнее пробы с ионами свинца.

Напишите уравнение реакции образования комплексной соли состава $Na_4[Fe(CN)_5NOS]$ при взаимодействии сульфида натрия и нитропруссида натрия $Na_2[Fe(CN)_5NO]$.

К третьей части раствора прибавляют 10-процентную соляную кислоту, при этом появляется характерный запах. Напишите уравнение реакции сульфида натрия с соляной кислотой.

Опыт 5. Реакция Бейльштейна на галогены

Реактивы: хлороформ, медная проволока.

Оборудование: штатив с пробирками, газовая горелка.

При прокаливании галогеносодержащего органического вещества с оксидом меди (II) происходит его окисление, причём галогены (кроме фтора) образуют с медью летучие галогениды, окрашивающие пламя в зелёной цвет.

Петлю медной проволоки прокаливают в пламени горелки до прекращения окрашивания пламени и образовании на поверхности меди чёрного налёта. Остывшую петлю смачивают хлороформом и снова вносят в пламя газовой горелки.

Составьте уравнение реакции, учитывая, что образуются хлорид меди (II) и хлорид меди (I).

Опыт 6. Обнаружение галогенов действием натрия на спиртовой раствор органического вещества (Метод Степанова)

Реактивы: хлороформ (или четыреххлористый углерод, иодоформ и др.), этиловый спирт, натрий металлический, 1-процентный раствор нитрата серебра, концентрированная азотная кислота, синяя лакмусовая бумага.

Оборудование: штатив с пробирками, прямая газоотводная трубка.

В большинстве органических веществ галоген прочно связан с углеродом ковалентной связью, поэтому его нельзя обнаружить реакцией с ионами серебра (Ag^+). Для обнаружения галогена органическое вещество восстанавливают водородом в момент выделения, галоген при этом отщепляется в виде аниона, который можно открыть обычными качественными реакциями.

В пробирку помещают 1 каплю хлороформа (или другого, содержащего галоген органического вещества), добавляют 2 мл этилового спирта и небольшой кусочек (с половину горошины) металлического натрия с блестящей поверхностью. Начинается энергичная реакция, пробирка разогревается. Ее закрывают пробкой с газоотводной трубкой и поджигают выделяющийся газ - водород.

Напишите уравнения следующих реакций: а) этилового спирта с металлическим натрием; б) восстановление хлороформа $CHCl_3$ атомарным водородом до метана и хлороводорода (часть водорода в момент выделения участвует в этой реакции); в) хлороводорода с алкоголятом натрия.

Когда выделение водорода закончится, и натрий полностью растворится, к реакционной смеси прибавляют 2 мл воды. Избыток алкоголята натрия реагирует с водой с образованием гидроксида натрия. Напишите уравнение реакции. В воде растворяется также белый осадок хлорида натрия, малорастворимый в этиловом спирте. Щелочной раствор подкисляют несколькими каплями концентрированной азотной кислоты (проверить реакцию среды по лакмусу!) и к кислому раствору добавляют несколько капель 1-процентного раствора нитрата серебра $AgNO_3$. Сразу же выпадает белый творожистый осадок хлорида серебра. Если в растворе мало ионов Cl^-, то образуется взвесь белого цвета.

Задание 1. Напишите уравнения следующих реакций: гидроксида натрия с азотной кислотой, хлорида натрия с нитратом серебра.

Задание 2. Объясните, почему нельзя обнаружить ион Cl^- реакцией с Ag^+ в щелочной среде?

Задание 3. Напишите уравнение реакции нитрата серебра с гидроксидом натрия.

Задание 4. Почему для подкисления щелочного раствора перед добавлением нитрата серебра нужно брать азотную кислоту, но не соляную или серную?

Примечание: При выполнении опыта не следует брать больше 1-2 капель хлороформа. Не успевший вступить в реакцию с водородом при разбавлении реакционной смеси водой (еще до прибавления $AgNO_3$) хлороформ будет давать с водой эмульсию в виде мутной жидкости белого цвета. Эмульсия хлороформа в воде маскирует появление белого осадка хлорида серебра. Цвет осадка зависит от природы галогена.

Лабораторная работа № 3
Алканы

Опыт 1. Получение метана и его свойства

Реактивы: смесь для получения метана – безводный ацетат натрия и прокаленная натронная известь (смесь NaOH и $Ca(OH)_2$) (1:2), сильно разбавленный раствор $KMnO_4$, 5-процентный раствор карбоната натрия, бромная вода (насыщенная), бром.

Оборудование: газоотводная трубка, к которой присоединена каучуковая трубка длиной 10-12 см со стеклянным наконечником, крышка от тигля, кристаллизатор, изогнутая газоотводная трубка, штатив с пробирками.

1) *Получение и горение метана.* В сухую пробирку насыпают смесь для получения метана (высота слоя около 4 см). Размещают смесь так, чтобы образующийся метан мог свободно выходить из пробирки. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют ее в штативе с небольшим наклоном (см. рис.1, лаб.работа №1). В штатив ставят две пробирки: одну пробирку со смесью 3 мл разбавленного раствора перманганата калия и 1 мл 5-процентного раствора карбоната натрия и вторую пробирку с 3 мл бромной воды.

Прогревают сначала всю пробирку, затем сильно нагревают ту ее часть, где находится смесь, начиная от дна пробирки, а затем, передвигая горелку дальше, чтобы могли реагировать новые порции смеси. Сначала из пробирки вытесняется воздух, затем начинается выделение метана. Метан поджигают у конца газоотводной трубки, он горит голубоватым, несветящимся пламенем. Вносят в пламя горящего метана фарфоровую крышку от тигля.

Почему на крышке тигля не образуется черного пятна сажи? Напишите уравнения реакций получения метана (из ацетата натрия и гидроксида натрия) и горения метана.

2*) Отношение метана к водному раствору брома и перманганата калия*. Вводят газоотводную трубку в пробирку с бромной водой и пропускают в течение 1 минуты метан. Исчезает ли окраска бромной воды? Затем пропускают метан через раствор перманганата калия.

Что вы наблюдаете? Сделайте вывод об отношении метана к бромной воде и к водному раствору перманганата калия (при комнатной температуре).

3) *Горение метана в парах брома*. В стакан или цилиндр наливают 2-3 мл брома. (Осторожно! Тяга!). Через 3-4 минуты в стакан осторожно вводят изогнутую газоотводную трубку с горящим метаном. Окраска пламени меняется. В результате реакции образуются бромоводород и углерод (сажа).

Напишите уравнение реакции.

Опыт 2. *Реакции с жидкими насыщенными углеводородами*

Реактивы: жидкие насыщенные углеводороды, 5-процентный раствор Na_2CO_3, раствор $KMnO_4$, концентрированная серная кислота, концентрированная азотная кислота, 5-процентный раствор брома в четыреххлористом углероде, 25-процентный раствор аммиака, синяя лакмусовая бумага.

Оборудование: фарфоровая чашка, штатив с пробирками.

1) *Отношение алканов к водному раствору перманганата калия.* В пробирку наливают 1 мл насыщенных углеводородов, 1 мл 5-процентного раствора Na_2CO_3, затем по каплям при встряхивании добавляют раствор $KMnO_4$. Изменяется ли фиолетовая окраска перманганата калия? Сделайте вывод об отношении алканов к водному раствору перманганата калия.

2) *Отношение алканов к концентрированной серной кислоте.* В сухую пробирку наливают 1 мл насыщенных углеводородов и 1 мл концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки взбалтывают в течение 2-3 минут.

Происходят ли изменения? Разогревается ли смесь? Сделайте вывод на основании опыта.

3) *Отношение насыщенных углеводородов к концентрированной азотной кислоте.* К 1 мл насыщенных углеводородов (в сухой пробирке) добавляют 1 мл концентрированной азотной кислоты, смесь встряхивают в течение 2-3 минут.

Сделайте вывод об отношении алканов к концентрированной азотной кислоте при комнатной температуре.

4) *Горение жидких алканов*. (Тяга!) В фарфоровую чашку наливают 1 мл жидких алканов и поджигают их.

Объясните, почему в отличие от метана жидкие алканы горят коптящим пламенем. Вычислите процентное содержание углерода и водорода в метане, в гексане. Напишите уравнения реакций горения пентана, гексана, октана.

Лабораторная работа № 4
Алкены

Опыт 1. Получение и свойства этилена

Реактивы: смесь для получения этилена (смесь 96-процентного этилового спирта и концентрированной серной кислоты в объемном отношении 1:2), бромная вода (насыщенный раствор), 2-процентный раствор $KMnO_4$, 10-процентный раствор карбоната натрия, керосин (бензин), концентрированная серная кислота.

Оборудование: прибор для получения этилена (Рис.2.), кипятильники (кусочки битого фарфора, пористой глины, песок и др.), газоотводные трубки с хлоркальциевыми трубками, заполненными кусочками натронной извести, крышки от тиглей, штатив с пробир-

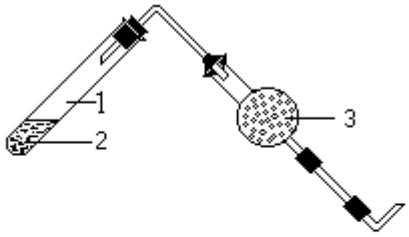


Рис. 2. Прибор для получения этилена.
1- пробирка со смесью этилового спирта и серной кислоты;
2- кипятильники;
3- хлоркальциевая трубка с натронной известью.

ками.

1) *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 сложный эфир.

Напишите уравнение реакции образования этилсерной кислоты.

В реакционную смесь помещают несколько кипятильников для равномерного кипения реакционной смеси, закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют ее в штативе. Газоотводную трубку соединяют с хлоркальциевой трубкой, заполненной натронной известью, помещенной между двумя неплотными ватными тампонами. Натронная известь должна быть в виде кусочков, для лучшего прохождения газообразных веществ, содержащих концентрированную серную кислоту и пары реакционной смеси.

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 обесцвечивается (качественная реакция на кратные связи).

Напишите уравнение реакции образования этилена из этилсерной кислоты (реакция идет при температуре около 170°С). 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 серная 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, CO_2) поглощают натронной известью, помещенной в хлоркальциевую трубку.

Напишите уравнения реакций оксидов SO_2, CO_2 с натронной известью. Этилен реагирует с бромной водой по электрофильному механизму (A_E). Рассмотрите его. Какую роль в этой реакции играет вода?

2) *Реакция этилена с водным раствором перманганата калия (реакция Е.Е. Вагнера).* В пробирку наливают 2 мл 2-процентного раствора перманганата калия, добавляют 0,5 мл 10-процентного 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 $HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$. Напишите уравнение реакции окисления этилена водным раствором перманганата калия. Реакция Вагнера – качественная реакция на кратные связи.

3) Окисление этилена *перманганатом калия в кислой среде.*

Пропускают этилен через раствор перманганата калия, подкисленный серной кислотой. Раствор обесцвечивается, бурый осадок не образуется, так как окисление проходит более глубоко (до щавелевой кислоты). Составьте уравнение реакции.

4) *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.

5) Свойства жидких алкенов

Для опытов с жидкими алкенами можно использовать бензин или керосин, так в их состав входят различные непредельные углеводороды.

В три пробирки наливают по 1 мл керосина (или бензина). В первую добавляют несколько капель раствора брома. Полученную смесь осторожно нагревают на водяной бане. Наблюдают исчезновение жёлтой окраски.

Рассмотрите механизм присоединения брома к гексену-1.

Во вторую пробирку добавляют 1 мл раствора перманганата калия, подщелоченного раствором карбоната натрия.

Опишите наблюдаемые явления. Составьте уравнение реакции, подберите коэффициенты методом электронного баланса или ионно-электронным методом.

В третью пробирку приливают 1 мл конц. серной кислоты и взбалтывают несколько минут до образования однородного раствора (при сильном разогревании пробирку следует охладить).

Рассмотрите механизм реакции присоединения серной кислоты к 2-метилбутену. Какое практическое значение имеет эта реакция?

Лабораторная работа № 5
Алкины

Опыт 1. Получение и свойства ацетилена

Реактивы: карбид кальция (кусочки), бромная вода (насыщенный раствор), 1-процентный раствор перманганата калия, 10-процентный раствор карбоната натрия, 1-процентный раствор нитрата серебра, 5-процентный раствор аммиака, аммиачный раствор хлорида меди (I).

Оборудование: прибор для получения ацетилена, изогнутые газоотводные трубки, короткие прямые газоотводные трубки с оттянутым концом, крышки от тиглей, фильтро-

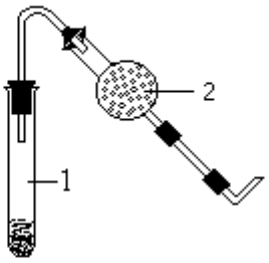


Рис. 3. Прибор для получения ацетилена.
1- пробирка с карбидом кальция;
2- хлоркальциевая трубка с натронной известью.

вальная бумага, штатив с пробирками.

1) *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 (рис. 3.). 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 уравнения реакций получения ацетилена из карбида кальция и горения ацетилена (полное и неполное сгорание). Вычислите процентное содержание углерода и водорода в ацетилене. Имеет ли ацетилен запах?

2) *Реакция ацетилена с бромной водой*. Закрывают пробирку с карбидом кальция и водой пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и пропускают ацетилен через бромную воду. Объясните, почему обесцвечивание бромной воды происходит значительно медленнее, чем при реакции с этиленом.

Напишите уравнение реакции ацетилена с бромом.

3) *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 оксида марганца (IV) бурого цвета. При окислении ацетилена происходит образование смеси веществ, частично происходит полное окисление до оксида углерода (IV).

Напишите уравнение реакции окисления ацетилена перманганатом калия до щавелевой кислоты HOOC-COOH. Подберите коэффициенты.

4) *Получение металлических производных ацетилена – ацетиленидов*. Работа с ацетиленидами требует особой осторожности. В сухом виде при слабом нагревании или при ударе они взрываются с большой силой, поэтому ацетилениды нельзя высушивать полностью. Особенно опасен в сухом виде ацетиленид серебра.

5) Получение ацетиленида меди (I). В пробирку наливают 2-3 мл бесцветного аммиачного раствора хлорида меди $[Cu(NH_3)_2]Cl$ 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 даже следов ацетилена. Смачивают полоску фильтровальной бумаги аммиачным раствором хлорида меди (I) и вносят ее в отверстие пробирки, из которой выделяется ацетилен. Появляется красно-бурое окрашивание.

Напишите уравнение реакции образования ацетиленида меди (I). Какие свойства ацетилена проявляются в этой реакции?

6) Получение ацетиленида серебра. В пробирку наливают 2 мл 1-процентного раствора нитрата серебра и прибавляют по каплям 5-процентный 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 помещением вместе с фильтровальной бумагой в стакан с водой и добавлением концентрированной соляной или азотной кислоты (1/4 – 1/5 от объема воды).

Напишите уравнения 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 кислотой.

7) *Растворимость ацетилена в воде и ацетоне*. В одну пробирку наливают 5 мл ацетона, в другую – 5 мл воды. В обе пробирки пропускают ацетилен до полного насыщения. Затем в каждую пробирку добавляют по 0,5 мл аммиачного раствора хлорида меди (I). В пробирке с ацетоном появляется красно-бурый осадок, а в пробирке с водой лишь слабое окрашивание. Объясните полученные результаты.

Лабораторная работа № 6
Галогенопроизводные алифатических углеводородов

Опыт 1. Получение хлорэтана

Реактивы: смесь этилового спирта и концентрированной серной кислоты (2:1), хлорид натрия.

Оборудование: пробирки, прямые газоотводные трубки с оттянутым концом.

В пробирку наливают 3 мл смеси спирта и концентрированной серной кислоты (2:1) и добавляют 0,1г растертого в порошок хлорида натрия. Пробирку закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, и очень осторожно нагревают (жидкость вспенивается). Поджигают выделяющийся хлористый этил у отверстия газоотводной трубки; он горит характерным пламенем с зеленой каймой. Хлористый этил при обычной температуре – газообразное вещество (т.кип. +12,4^{o}C). Напишите уравнение реакции получения хлористого этила с указанием промежуточных стадий. Составьте суммарное уравнение реакции.

Опыт 2. Получение бромистого этила

Реактивы: этиловый спирт, концентрированная серная кислота, бромид калия.

Оборудование: химический стакан (100-200 мл), изогнутая газоотводная трубка, пробирки.

В пробирку наливают 1,5 мл этилового спирта и 1 мл воды, затем добавляют по каплям при встряхивании и охлаждении 1,5 мл концентрированной серной кислоты. После охлаждения реакционной смеси до комнатной температуры в нее добавляют 1,5г растертого в порошок бромида калия. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и укрепляют в лапке штатива.

Конец газоотводной трубки опускают в воду (1 мл), налитую в другую пробирку и охлаждаемую снаружи льдом (рис. 4).

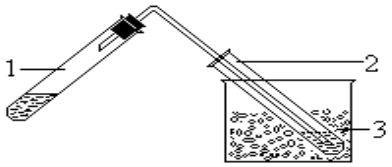


Рис.4. Прибор для получения бромистого этила.

1 - пробирка с реакционной смесью;
2 - пробирка - приемник;
3 - стакан с ледяной водой.

Содержимое пробирки *1* прогревают и затем очень осторожно нагревают до кипения (образуется пена). Постепенно кристаллы бромида калия исчезают, а в пробирке – приемнике собираются бесцветные тяжелые капли бромистого этила (т.кип. +38,4°С).

Пипеткой удаляют из пробирки-приемника верхний водный слой. Вносят каплю бромистого этила в пламя горелки (стеклянной палочкой). Пламя по краям окрашивается в зеленый цвет. Для обнаружения брома в бромистом этиле можно использовать реакцию Бейльштейна.

Напишите уравнение реакции образования бромистого этила и рассмотрите ее механизм (S_N2). Какие приемы используют для смещения равновесия реакции в сторону увеличения выхода этилбромида? Какую роль играет вода в данном процессе? Какие побочные реакции протекают при получении бромистого этила? Напишите уравнения этих реакций.

Опыт 3. Свойства хлороформа

Реактивы: хлороформ, 1-процентный раствор резорцина, 1-процентный раствор гидроксида натрия, 10-процентный раствор гидроксида натрия, 20-процентный раствор азотной кислоты, 1-процентный раствор нитрата серебра, 10-процентный раствор аммиака, 1-процентный раствор перманганата калия, раствор йода в йодиде калия.

Оборудование: штатив с пробирками.

1) *Реакция хлороформа с резорцином.* В пробирку наливают 1 мл 1-процентного раствора резорцина, 2 мл 1-процентного раствора гидроксида натрия и 1 мл хлороформа. Смесь нагревают. Появляется желто-красное окрашивание.

2) *Растворение йода в хлороформе.* В пробирку наливают хлороформ и добавляют несколько капель йода в йодиде калия. Смесь интесивно встряхивают. Через некоторое время слой хлороформа окрашивается в розовый цвет, так как йод хорошо растворяется в хлороформе.

3) *Щелочной гидролиз хлороформа*. Наливают в пробирку 1 мл хлороформа и 3 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия. Осторожно при встряхивании нагревают смесь до кипения, затем охлаждают. В условиях опыта хлороформ гидролизуется с образованием ионов хлора и муравьиной кислоты (в щелочной среде получается натриевая соль муравьиной кислоты – формиат натрия).

Для обнаружения ионов хлора отливают в пробирку 1/3 гидролизата, подкисляют его 20-процентным раствором азотной кислоты и добавляют несколько капель 1-процентного раствора нитрата серебра.

Напишите уравнения реакций гидролиза хлороформа в щелочной среде и взаимодействия ионов хлора с нитратом серебра.

Муравьиная кислота легко окисляется, так как содержит альдегидную группу (это используется для обнаружения ее в растворе). Остаток щелочного раствора гидролизата хлороформа делят на две части. К одной приливают свежеприготовленный аммиачный раствор гидроксида серебра, а к другой – несколько капель 1-процентного раствора перманганата калия. В первой пробирке выпадает металлическое серебро (реакция «серебряного зеркала»), во второй - раствор окрашивается в зеленый цвет (в щелочной среде $KMnO_4$ восстанавливается в соль марганцовистой кислоты).

Напишите уравнения реакций и подберите к ним коэффициенты.

Опыт 4. Свойства четыреххлористого углерода

Реактивы: четыреххлористый углерод, 10-процентный раствор гидроксида натрия, 20-процентный раствор азотной кислоты, 1-процентный раствор нитрата серебра, этиловый спирт (или другое легко воспламеняющееся органическое вещество), подсолнечное масло (или другой жир).

Оборудование: фарфоровая чашка, асбестовая сетка, медная проволока, штатив с пробирками.

Четыреххлористый углерод широко используется как растворитель жиров, масел, смол, каучука. Ценным свойством, отличающим его от большинства органических раство-

рителей, является негорючесть. На этом свойстве основано его применение в огнетушителях для тушения пожаров на химических предприятиях, в лабораториях, книгохранилищах и др.

1) *Растворение жира в четырёххлористом углероде.* В пробирку наливают 1 мл CCl_4 и добавляют 1 каплю подсолнечного масла или другого жира. Взбалтывают смесь. Результат опыта записывают в журнал.

2) *Тушение огня.* В фарфоровую чашку наливают 2 мл этилового спирта (или другого легко воспламеняющегося органического вещества), ставят чашку на асбестовую сетку и поджигают спирт. (*Осторожно! Тяга!*) Гасят «пожар» четыреххлористым углеродом.

3) *Гидролиз четырёххлористого углерода.* В пробирку наливают несколько капель CCl_4 и 2-3 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия, осторожно нагревают смесь 1-2 минуты до начинающегося кипения (при взбалтывании реакционной смеси). Затем охлаждают, сливают щелочную жидкость в другую пробирку, подкисляют ее 20-процентным раствором азотной кислоты и добавляют несколько капель 1-процентного раствора нитрата серебра. Какое вещество выпадает в осадок? Объясните его образование. Запишите необходимое уравнение реакции.

Лабораторная работа № 7
Одноатомные спирты

Опыт 1. Растворимость спиртов, отношение их к индикаторам, горение

Реактивы: этиловый спирт, пропиловый спирт, бутиловый спирт, амиловый спирт, раствор иода в иодиде калия (1-процентный раствор), 1-процентный спиртовый раствор фенолфталеина, синяя и красная лакмусовая бумага.

Оборудование: фарфоровые чашки (или фарфоровые тигли), лучинка.

1) *Растворимость спиртов.* В 4 пробирки наливают по 0,5 мл спиртов: этилового, пропилового, бутилового и амилового. Отмечают запах спиртов. Амиловый спирт раздражает дыхательные пути, вызывает кашель, поэтому нюхать спирты необходимо осторожно. В каждую пробирку добавляют по 1 мл воды и содержимое пробирок встряхивают. Сделайте вывод о растворимости спиртов в воде.

Амиловый (изоамиловый) спирт, подобно маслу, всплывает на поверхность воды. Отсюда и возникло название «сивушное масло», под которым понимают смесь высокомолекулярных одноатомных спиртов, в том числе и амилового и изоамилового. Высшие спирты могут образоваться при спиртовом брожении, поэтому при разбавлении водой плохо очищенного от сивушного масла этилового спирта происходит помутнение раствора.

2) *Отношение спиртов к индикаторам.* Из каждой пробирки стеклянной палочкой наносят по капле раствора на синюю и красную лакмусовую бумагу. В пробирки добавляют по 1 капле раствора фенолфталеина. Изменяется ли окраска индикатора?

3) *Горение спиртов.* В фарфоровые чашки (или тигли) наливают по 2 мл спиртов, располагая их в порядке увеличения молекулярной массы. Поджигают спирты лучинкой и сравнивают характер пламени. Объясните опыт. Рассчитайте процентное содержание углерода в спиртах, использованных для опыта. Напишите уравнения реакций горения спиртов и раасчитайте содержание в них углерода.

4) *Растворение йода в спирте.* В пробирки со спиртами добавляют по 0,5 мл раствора иода в иодиде калия и встряхивают их. Что вы наблюдаете?

Опыт 2. Абсолютирование этилового спирта

Реактивы: этиловый спирт (ректификат), сульфат меди (II) кристаллический.

Оборудование: фарфоровые чашки или тигли, штатив с пробирками.

В маленькую фарфоровую чашку или тигель помещают примерно 1 г кристаллического сульфата меди (II) и прокаливают его в пламени горелки до исчезновения голубой окраски.

В сухую пробирку наливают 2-3 мл этилового спирта (ректификата) и вносят в него полученный безводный сульфат меди (II) (белого цвета). Слегка нагревают пробирку и раз-

мешивают ее содержимое. (Почему изменяется цвет сульфата меди?) Полученный абсолютный этиловый спирт переливают в сухую пробирку. Его используют для получения алкоголята натрия (опыт 4).

Сколько процентов воды содержится в этиловом спирте (ректификате)? Почему воду нельзя удалить перегонкой?

Опыт 3. Высаливание этилового спирта из его водного раствора

Реактивы: этиловый спирт (ректификат), карбонат калия (или тиосульфат натрия кристаллический).

Оборудование: фарфоровые чашки, пипетки, лучинки, штатив с пробирками.

В пробирку наливают 2,5 мл этилового спирта и при встряхивании добавляют 2,5 мл воды. Смесь разогревается. 1-1,5 мл полученного раствора отливают в фарфоровую чашку и подносят к нему зажженную лучинку.

Загорается ли разбавленный этиловый спирт?

К остатку в пробирке добавляют примерно 2 г порошкообразного карбоната калия (или тиосульфата натрия), энергично взбалтывают содержимое пробирки и ставят пробирку в штатив. Через некоторое время в пробирке образуются два слоя. Верхний слой (этиловый спирт) пипеткой переносят в фарфоровую чашку и снова подносят к нему горящую лучинку. Воспламеняется ли спирт? Затем исследуют на горючесть нижний слой. Объясните результаты опыта.

Опыт 4. Образование и гидролиз алкоголятов натрия

Реактивы: этиловый спирт (абсолютный), пропиловый (или изопропиловый) спирт, амиловый (или изоамиловый) спирт, металлический натрий, 1-процентный спиртовой раствор фенолфталеина.

Оборудование: прямые газоотводные трубки с оттянутыми концами.

В три сухие пробирки наливают по 2 мл спиртов: в первую – абсолютный этиловый, во вторую – пропиловый (или изопропиловый), в третью – амиловый (или изоамиловый). В каждую пробирку вносят по маленькому кусочку (размером с горошину) очищенного от оксидного слоя металлического натрия. Пробирки закрывают пробками с газоотводными трубками, концы которых оттянуты.

Почему для этого опыта нельзя брать ректификат, а нужно брать абсолютный спирт? Отметьте, в какой пробирке реакция идет наиболее интенсивно, а в какой – медленно.

Через 1-2 минуты после начала реакции поджигают выделяющийся газ у отверстий газоотводных трубок. Если реакция этанола с натрием сильно замедлится, можно слегка подогреть пробирку.

Напишите уравнения реакций спиртов с металлическим натрием. Как расщепляется σ-связь О-Н в этой реакции? Какие свойства спиртов (основные, кислотные) проявляются в реакции с металлическим натрием? Почему спирты реагируют с натрием спокойнее, чем вода?

В пробирки добавляют по 1 капле раствора фенолфталеина. Изменяется ли окраска индикатора?

Доводят реакцию этанола с натрием до конца. Для этого открывают пробирку (снимают пробку) и осторожно подогревают ее. На дне пробирки образуется белый твердый этилат натрия, (кусочков натрия в пробирке быть не должно!) Добавляют в пробирку 1-1,5 мл воды и растворяют в ней этилат натрия. Если окраска не появляется, добавляют 1 каплю раствора фенолфталеина.

Напишите уравнение реакции этилата натрия с водой. Объясните, почему появляется окраска при добавлении фенолфталеина.

Опыт 5. Реакции окисления спиртов

Реактивы: этиловый спирт, изопропиловый спирт, хромовая смесь, перманганат калия, концентрированная серная кислота.

Оборудование: пипетки, штатив с пробирками.

1) *Окисление спиртов хромовой смесью.* В две пробирки наливают по 2-3 мл хромовой смеси и по каплям при встряхивании добавляют в одну пробирку 0,5 мл этилового спирта (Осторожно! Смесь сильно разогревается!), а во вторую – 0,5 мл изопропилового спирта. Цвет растворов меняется из оранжевого в зеленый, в пробирке с этиловым спиртом ощущается запах уксусного альдегида, напоминающий запах яблок (нюхать осторожно!), а в пробирке с изопропиловым спиртом – запах ацетона.

Напишите уравнения реакций окисления хромовой смесью этилового спирта в уксусный альдегид, а изопропилового спирта – в ацетон. Подберите коэффициенты.

2) *Окисление этилового спирта перманганатом калия. (Тяга!)* В сухую пробирку, закрепленную в штативе, пипеткой аккуратно, не смачивая стенок, вносят 5 мл концентрированной серной кислоты. Затем по стенке другой пипеткой осторожно приливают 5 мл этилового спирта так, чтобы получилось два слоя. После этого насыпают 1-1,5 г$KMnO_4$. Через несколько минут на границе двух слоев появляются яркие вспышки, ощущается запах уксусного альдегида.

Напишите уравнение реакции окисления этилового спирта в уксусный альдегид перманганатом калия и подберите коэффициенты.

Лабораторная работа № 8

Многоатомные спирты, простые эфиры, сложные эфиры минеральных кислот

Опыт 1. Получение и горение диэтилового эфира

Реактивы: смесь этилового спирта и концентрированной кислоты (1:1), этиловый спирт.

Оборудование: пипетки, прямые газоотводные трубки с оттянутыми концами, штатив с пробирками.

В сухую пробирку наливают 3 мл смеси этилового спирта и концентрированной серной кислоты (1:1) и осторожно нагревают ее до начинающегося кипения. После этого горелку убирают и к горячей смеси приливают по стенке пробирки из пипетки 5-10 капель этилового спирта. Образующийся диэтиловый эфир обнаруживают по запаху.

Затем пробирку закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, снова осторожно нагревают пробирку и поджигают выделяющийся эфир. Почему диэтиловый эфир горит светящимся пламенем в отличие от этилового спирта?

Вычислите процентное содержание углерода в диэтиловом эфире.

Напишите уравнение реакции получения диэтилового эфира и рассмотрите ее механизм.

Опыт 2. Сложные эфиры минеральных кислот.

Реактивы: этиловый спирт, концентрированная серная кислота, 10-процентный раствор серной кислоты, раствор соляной кислоты (1:1), карбонат бария, 5-процентный раствор гидроксида натрия, борная кислота.

Оборудование: химические стаканы (50-100 мл), прямые газоотводные трубки с оттянутыми концами, водяные бани, лакмусовая бумага, химические воронки, фильтры, кипятильники, штатив с пробирками.

1) *Получение и свойства этилсерной кислоты.* В пробирку к 1 мл этилового спирта осторожно, по каплям при встряхивании добавляют 1 мл концен В пробирку к 1 мл этилового спирта осторожно, по каплям при встряхивании добавляют 1 мл концентрированной серной кислоты. Разогревшуюся смесь нагревают 2-3 минуты на водяной бане, затем охлаждают. Полученный раствор выливают в небольшой стакан с 25 мл воды и нейтрализуют небольшими порциями сухого $BaCO_3$. Смесь перемешивают стеклянной палочкой (реакционная смесь вспенивается – выделяется CO_2). Когда выделение CO_2 прекратится, реакция должна быть нейтральной (по лакмусу).

Напишите уравнения реакций образования этилсерной кислоты и бариевой соли этилсерной кислоты.

Часть жидкости отфильтровывают через плотный фильтр в две пробирки. В одну из них добавляют немного 10-процентного раствора серной кислоты; выпадает осадок.

Напишите уравнение реакции его образования. Какие ионы находятся в фильтрате?

К другой части фильтрата добавляют 1 мл раствора соляной кислоты (1:1) и нагревают прозрачный кислый раствор на кипящей водяной бане. Через несколько минут выделяется осадок сульфата бария.

Напишите уравнение реакции гидролиза в кислой среде бариевой соли этилсерной кислоты. При комнатной температуре гидролиз идет медленно: осадок $BaSO_4$ выделяется лишь через несколько дней.

2) *Получение этилового эфира борной кислоты.* В сухой пробирке прокаливают 1г борной кислоты до полного её обезвоживания (пробирку необходимо держать в горизонтальном положении и периодически всю её прогревать для удаления капелек воды). После полного расплавления кристаллов кислоты пробирку охлаждают. К затвердевшему плаву (оксиду бора (III)) добавляют 2,5мл этилового спирта и 1мл конц. серной кислоты. В пробирку добавляют кипятильники, закрывают её пробкой с прямой газоотводной трубкой с оттянутым концом. Осторожно нагревают смесь в пламени горелки, выделяющиеся пары эфира поджигают у конца газоотводной трубки.

Отметьте характер горения и запишите уравнения происходящих реакций.

Опыт 3. Свойства глицерина и этиленгликоля

Реактивы: глицерин, этиленгликоль, 2-процентный раствор сульфата меди (II), 10-процентный раствор гидроксида натрия, раствор серной кислоты (1:1), гидросульфат калия.

Оборудование: штатив с пробирками, пипетки.

1) *Получение глицерата меди и гликолята меди*. В пробирку наливают 3-4 капли 2-процентного раствора $CuSO_4$ и 2-3 мл 10-процентного раствора NaOH. К образовавшемуся осадку голубого цвета приливают несколько капель глицерина и смесь перемешивают. Осадок растворяется, и появляется васильковое окрашивание раствора от образующегося комплексного соединения – глицерата меди. Напишите уравнения происходящих реакций, укажите, какие свойства глицерина проявляются.

Опыт повторяют, но вместо глицерина вводят в реакцию этиленгликоль. Напишите уравнение реакции образования гликолята меди.

2) *Дегидратация глицерина* – образование акролеина (тяга!) В сухую пробирку насыпают слоем в 1 см$KHSO_4$ и смачивают его двумя каплями глицерина. Смесь сильно нагревают – до образования тяжелых паров акролеина с едким запахом. (Нюхать осторожно!) Гидросульфат калия при сильном нагревании превращается в пиросульфат калия $K_2S_2O_7$, который отнимает воду.

Напишите схему реакции дегидратации глицерина (образования акролеина).

Экспериментальная задача.

В двух пробирках находятся: а) этиловый спирт и б) раствор глицерина. Определите с помощью химических реакций, какое вещество находится в каждой пробирке.

Лабораторная работа № 9
Ароматические углеводороды ряда бензола

Опыт 1. Получение бензола из бензоата натрия

Реактивы: натронная известь, бензоат натрия.

Оборудование: лёд, изогнутые газоотводные трубки, ступки, стеклянные палочки, стаканы на 100 мл, стаканы.

В ступке тщательно растирают 1г бензоата натрия и 2г натронной извести. Смесь помещают в сухую пробирку, закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и закрепляют пробирку в лапке штатива с наклоном в сторону пробки. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку-приёмник, охлаждаемую водой со льдом. Прогревают сначала всю пробирку, а потом только ту часть, в которой находится реакционная смесь. Образующийся бензол собирают в пробирку-приёмник. Обнаруживают по характерному запаху и горючести. Для этого стеклянную палочку смачивают дистиллятом и подносят к пламени горелки.

Опыт 2. Окисление ароматических углеводородов

Реактивы: бензол, толуол, 5-процентный раствор перманганата калия, 2н раствор серной кислоты, бензоат натрия.

Оборудование: водяная баня.

В две пробирки помещают по 1 мл раствора перманганата калия и по 1 мл разбавленной серной кислоты. Затем в одну из них добавляют бензол, а в другую – толуол. Пробирки закрывают пробками с вертикальными газоотводными трубками и нагревают на водяной бане. В одной из пробирок наблюдается побурение и выпадение осадка, а в другой не происходит никаких изменений.

Напишите уравнение реакции перманганата калия с толуолом. Объясните причину различного отношения бензола и толуола к перманганату калия. Следует заметить, что бензол может содержать примеси, способные изменять окраску перманганата калия, поэтому для опыта следует брать предварительно очищенный бензол.

Опыт 3. Бромирование ароматических углеводородов

Реактивы: бензол, толуол, бромная вода, бром, четыреххлористый углерод.

Оборудование: водяная баня, синяя лакмусовая бумага.

1) *Бромирование бензола* (*тяга!*). В две пробирки помещают по 1 мл бензола и 1 мл раствора брома в четыреххлористом углероде (1 мл брома и 5 мл четыреххлористого углерода). В одну из пробирок добавляют немного железных опилок (на кончике шпателя). Пробирки закрывают пробками с вертикальными газоотводными трубками и после этого нагревают на тёплой водяной бане. Через некоторое время в одной из пробирок происходит обесцвечивание реакционной смеси. Открывают пробирки и подносят к отверстию влажную лакмусовую бумагу, отмечают при этом цвет индикатора. Делают вывод: в какой из пробирок происходят изменения.

Через 5-10 минут после начала реакции в реакционную смесь опускают полоску фильтровальной бумаги, которую затем высушивают на воздухе. На бумаге остаётся бромбензол, отличающийся по запаху от исходного бензола.

Напишите уравнение реакции и объясните происходящие изменения. Рассмотрите механизм реакции. Какие изомеры могут получиться при дальнейшем бромировании бензола?

2) *Бромирование толуола*. Повторяют предыдущий опыт, но вместо бензола в пробирки вносят толуол. Пробирку, не содержащую железных опилок, нагревают на кипящей водяной бане.

В отличие от предыдущего опыта, реакции идут в обеих пробирках: в отсутствии катализатора идёт замещение в боковой цепи, в присутствии – в кольце.

Рассмотрите механизмы происходящих реакций. Объясните роль катализатора и ориентирующее влияние алкильных радикалов в реакциях электрофильного замещения с точки зрения статического и динамического подходов.

Опыт 3. Нитрование ароматических углеводородов

Реактивы: бензол, концентрированные азотная и серная кислоты.

Оборудование: водяная баня, лёд.

1) *Нитрование бензола* (*тяга!*). В маленькой колбе смешивают 4 мл концентрированной серной кислоты (плотность 1,84 г/см^3) с 3 мл концентрированной азотной кислоты (плотность 1,4 г/см^3). К полученной смеси приливают по каплям 3 мл бензола, сильно встряхивают содержимое колбы (температура не должна подниматься выше 40°C), охлаждая в случае необходимости водой. Закрыв колбу пробкой с воздушным холодильником, нагревают ее 15 минут на водяной бане до 60°C, часто встряхивая. Затем реакционную смесь охлаждают и выливают в стакан с 20 мл ледяной воды, при этом образуются 2 слоя. Водный слой сливают, а выпавшее на дне масло (нитробензол) дважды промывают водой. После отделения от воды сырой нитробензол переливают в сухую пробирку, добавляют 2-3 кусочка прокаленного $CaCl_2$ и нагревают смесь на водяной бане, пока нитробензол не станет прозрачным. Перегоняют нитробензол из маленькой колбы Вюрца или пробирки с нисходящей трубкой при 207-211°C. (*Нитробензол нельзя перегонять досуха! Возможен взрыв!*)

Напишите уравнение нитрования бензола. Какова роль серной кислоты при нитровании ароматических соединений? Объясните механизм нитрования ароматических соединений.

Опыт 4. Сульфирование ароматических углеводородов

Реактивы: бензол, толуол, концентрированная серная кислота.

Оборудование: химические стаканы на 50 мл, водяная баня.

В пробирки помещают по 1 мл каждого из углеводородов и по 4 мл концентрированной серной кислоты. Пробирки закрывают пробками с вертикально вставленными трубками и нагревают на кипящей водяной бане, часто встряхивая смесь. В пробирке с толуолом наблюдается постепенное растворение углеводорода, в пробирке с бензолом никаких изменений не происходит. Когда растворение закончится, то пробирки охлаждают и вещества из них выливают в стаканы, содержащие по 20 мл воды.

Отметьте вид получившейся смеси. Выделяется ли исходный углеводород или продукт реакции? Сделайте вывод о легкости сульфирования различных углеводородов. Объясните механизм реакции сульфирования толуола и влияние алкильного радикала.

Лабораторная работа № 10
Ароматические углеводороды с конденсированными и неконденсированными бензольными ядрами

Опыт 1. Нафталин.

Реактивы: нафталин, концентрированная азотная кислота (1, 4), концентрированная серная кислота, спирт.

Оборудование: стаканы химические на 50 мл, колба Бунзена, воронка Бюхнера, водяная баня.

1) *Нитрование нафталина.*В пробирку добавляют к 4 мл концентрированной азотной кислоты 1 г нафталина при частом встряхивании. Смесь нагревают на кипящей водяной бане до полного растворения нафталина, а затем выливают в 20 мл холодной воды. Выделяются желтые кристаллы α-нитронафталина. Кристаллы отсасывают, промывают водой и перекристаллизовывают из разбавленного спирта, температура плавления α- нитронафталина 61^0С.

2) *Сульфирование нафталина.* В пробирку помещают 1 г нафталина и нагревают его до плавления. После охлаждения к нафталину добавляют 1 мл концентрированной серной кислоты. Смесь осторожно нагревают при встряхивании до образования однородной жидкости. Затем её охлаждают, прибавляют 2—3 мл воды и снова нагревают. При охлаждении выделяется β-нафталинсульфокислота. В избытке воды кислота полностью растворяется.

В пробирку помещают 1 г нафталина и 1 мл концентрированной серной кислоты и нагревают на кипящей водяной бане в течение 10-15 мин. Смесь при этом встряхивают, возгоняющийся нафталин сбрасывают со стенок обратно в жидкость. После растворения нафталина смесь охлаждают и к ней осторожно добавляют 2-3 мл воды. Наблюдается полное растворение α -нафталинсульфокислоты.

Напишите уравнения нитрования и сульфирования нафталина. Объясните влияние температуры реакции на место вступления сульфогруппы в ароматическое кольцо нафталина. Обратите внимание на различие в свойствах α - и β-сульфокислот нафталина.

Опыт 2. α - и β- Нафтолы.

Реактивы: α - и β- нафтолы, этиловый спирт, 3-процентный раствор хлорида железа (III), 10-процентный раствор гидроксида натрия, йодистый метил, хлористый бензоил, уксусный ангидрид, 5-процентный раствор карбоната натрия, 1-процентный раствор перманганата калия, хлороформ.

Оборудование: пипетки, колба Бунзена, воронка Бюхнера, водяная баня, обратный холодильник.

1) *Окисление а-, β- нафтолов*. В двух пробирках растворяют по 0,2 г α - и β-нафтолов в 3 мл раствора карбоната натрия. Постепенно при встряхивании прибавляют раствор перманганата калия. Происходит обесцвечивание растворов.

Чем вызвано обесцвечивание растворов? Объясните происходящие процессы.

2) *Взаимодействие а-, β-нафтолов с хлоридом железа (III).* Кристаллики - α и β-нафтола при нагревании растворяют в двух пробирках с 1-2 мл спирта. К полученным растворам прибавляют по капле раствора хлорида железа (III). В пробирке с α- нафтолом появляется фиолетовое окрашивание, а с β-нафтолом - темно-зеленое. Чем объясняется появление интенсивного окрашивания?

3) *Образование нафтолятов*. В пробирки помещают 0,1 г α -или β-нафтола и смешивают с водой. Заметного растворения не наблюдается. К смеси добавляют раствор гидроксида натрия. При этом наблюдается растворение осадка.

Напишите уравнение реакции гидроксида натрия с нафтолами. Какие свойства проявляет нафтол в этой реакции?

4) *Бензоилирование β-нафтола.* В пробирке растворяют (тяга!) 0,3 г β-нафтола в 5 мл 40-процентного раствора гидроксида натрия и добавляют по каплям при сильном встряхивании 0,4 мл хлористого бензоила. Затем смесь осторожно нагревают на горелке (продолжая встряхивать пробирку) до тех пор, пока растворится весь хлористый бензоил. Смесь охлаждают. Выпадают кристаллы бензонафтола. Его отфильтровывают, промывают разбавленным раствором гидроксида натрия, водой, высушивают. Перекристаллизовывают из этилового спирта. Определяют температуру плавления (т. пл. 107-108°С).

5) *Ацилирование β- нафтола.* В пробирке растворяют 1 г β-нафтола в 5 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия. При охлаждении и встряхивании добавляют 1 мл уксусного ангидрида. Пробирку закрывают пробкой и еще раз встряхивают. Выпадают кристаллы β- нафтилацетата. Кристаллы отсасывают, промывают водой и перекристаллизовывают из разбавленного спирта (т. пл. 68°С).

Напишите уравнение реакции бензоилирования и ацилирования β-нафтола. Объясните механизм этой реакции. Какова роль гидроксида натрия в этих реакциях?

6) *Получение эфира β- нафтола (неролин).* К раствору 0,5 г β- нафтола в 2,5 мл гидроксида натрия прибавляют 1,5 мл йодистого метила. Смесь нагревают в пробирке с обратным холодильником в течение 20—25 мин на водяной бане. Затем смесь охлаждают, добавляют воды. Выпадает масло, закристаллизовывающееся при трении стеклянной палочкой о стенки пробирки. Метиловый эфир β- нафтола обладает приятным запахом.

Рассмотрите механизм образования эфира β- нафтола. Какова роль щелочи в этой реакции?

7) *Качественная реакция на β- нафтол*. В пробирке растворяют 0,1 г β-нафтола в 2,5 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия, прибавляют 0,5 мл хлороформа. Смесь сильно встряхивают. При этом раствор сначала окрашивается в синий цвет, затем в зеленый и, наконец, в коричневый.

Опыт 3. Субстантивное (прямое) крашение.

Реактивы: конго красный, разбавленная соляная кислота (1:1), 2 н. раствор карбоната натрия.

Оборудование: стакан химический на 50 мл, кусочки белой хлопчатобумажной ткани.

В стакан на 50 мл помещают раствор конго красного и кусочек хлопчатобумажной ткани. Смесь нагревают до кипения. Окрашенную в красный цвет ткань промывают водой, а затем погружают в стакан с разбавленной кислотой. Ткань окрашивается в синий цвет. При погружении ткани в раствор карбоната натрия снова появляется красная окраска.

Напишите уравнение реакции получения конго красного и структурные формулы его в кислой и щелочной среде.

Опыт 4. Антрацен.

1) *Нитрование антрацена.*

Реактивы: антрацен, ледяная уксусная кислота, 20-процентный раствор нитрата аммония, концентрированная серная кислота, оксид хрома (VI), антрахинон, цинковая пыль.

Оборудование: колба Бунзена, воронка Бюхнера.

Небольшое количество антрацена растворяют при нагревании в 3-4 мл ледяной уксусной кислоты. К полученному теплому раствору осторожно приливают 1 мл 20-процентного раствора нитрата аммония в концентрированной серной кислоте. Смесь перемешивают. Образуется ярко-желтый осадок нитроантрацена. Если осадок плохо выделяется, то выливают смесь в холодную воду.

Напишите уравнение реакции нитрования антрацена.

2) *Окисление антрацена.*

В пробирке растворяют 0,1 г антрацена в 3 мл ледяной уксусной кислоты. К раствору прибавляют 2 мл оксида хрома (VI) в ледяной уксусной кислоте. Вначале реакция идет бурно; когда реакция замедляется, смесь нагревают 5 мин и выливают в стакан с водой. Выделяется желтый осадок антрахикона. Осадок отсасывают, промывают водой на фильтре.

3) *Восстановление антрахинона.*

В пробирку помещают часть полученного антрахинона, 3 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия, немного цинковой пыли и смесь нагревают до кипения. Появляется красная окраска антрагидрохинона. При взбалтывании раствора цвет исчезает, так как происходит окисление антрагидрохинона до антрахинона кислородом воздуха.

Напишите схемы реакций окисления антрацена и восстановления антрахинона.

Лабораторная работа 11.
Красители трифенилметанового ряда

Опыт 1. Трифенилметановые красители.

Реактивы: фенол, фталевый ангидрид, резорцин, щавелевая кислота, n-диметиламинобензофенон (кетон Михлера), диметиланилин, бромная вода, хлороксид фосфора, концентрированная серная кислота, концентрированный и 2 н. растворы соляной кислоты, концентрированный и 2 н. растворы гидроксида натрия, водный раствор аммика, цинковая пыль.

Оборудование: пипетки, фильтровальная бумага, водяная баня.

1) *Получение красителя фенолфталеина.* В пробирке смешивают при встряхивании 0,05—0,1 г тонко растертого фталевого ангидрида с двойным количеством фенола, а затем к смеси добавляют 1—2 капли концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки осторожно нагревают в пламени горелки в течение 2—3 мин до расплавления смеси и образования темно-красного окрашивания. К остывшей массе, содержащей фенолфталеин, приливают при встряхивании 5 мл горячей воды. Напишите уравнение реакции конденсации фталевого ангидрида с фенолом. Одну каплю кислого раствора фенолфталеина наносят на кусочек фильтровальной бумаги (4х4 см). Когда капля расплывется, то в центр мокрого пятна помещают одну каплю 2 н. раствора гидроксида натрия. Появляется пятно малиново-красного цвета. Часть пятна смачивают каплей 2 н. раствора соляной кислоты, при этом происходит обесцвечивание. При подщелачивании каплей 2 н. раствора гидросида натрия обесцвеченный участок вновь окрашивается в малиновый цвет.

Наблюдение за изменением окраски раствора фенолфталеина в зависимости от кислотности среды можно провести в пробирке, приливая к кислому раствору фенолфталеина попеременно раствор гидроксида натрия и соляной кислоты.

Объясните причину изменения окраски фенолфталеина в зависимости от кислотности среды. Напишите формулу фенолфталеина в кислой и щелочной среде.

К 3—5 каплям водного кислого раствора фенолфталеина в пробирке прибавляют 2 н. раствор гидроксида натрия. Появляется малиновая окраска. При добавлении избытка гидроксида натрия окраска исчезает.

К полученной сильнощелочной бесцветной жидкости добавляют по каплям соляную кислоту. Раствор сначала становится малиновым, а при избытке кислоты обесцвечивается.

Объясните действие избытка гидроксида натрия и соляной кислоты на изменение цвета фенолфталеина.

Напишите структурную формулу фенолфталеина в сильнощелочной среде.

2) *Получение флуоресцеина и эозина.* В пробирке смешивают 0,05—0,1 г тонкорастертого фталевого ангидрида с двойным количеством резорцина и добавляют 3—4 капли концентрированной серной кислоты. Полученную смесь осторожно нагревают на горелке 2—3 мин до сплавления и появления темно-красного окрашивания. При нагревании смеси необходимо время от времени выводить пробирку из пламени, чтобы не обуглить содержимое. К остывшей массе, содержащей флуоресцеин, приливают 5—6 мл воды и пробирку слегка нагревают для ускорения растворения флуоресцеина.

Одну-две капли полученного раствора приливают к 10—15 мл воды и подщелачивают несколькими каплями раствора гидроксида натрия. В жидкости немедленно появляется флуоресценция, имеющая желтую окраску в проходящем свете и зеленую - в отражённом.

К оставшемуся раствору флуоресцеина прибавляют 2—3 мл бромной воды. Выпадает осадок. Затем смесь слегка нагревают для растворения образовавшегося осадка эозина. После охлаждения в пробирку добавляют 2 н. раствор гидроксида натрия до щелочной реакции (по лакмусу) и смесь разбавляют водой. Образуется желтовато-розовый раствор эозина с сильной флуоресценцией. В пробирку отливают 1—2 мл розового раствора эозина и прибавляют 2 н. раствор соляной кислоты, при этом происходит обесцвечивание раствора.

Напишите уравнение реакции получения флуоресцеина и эозина. Объясните причины появления окраски растворов флуоресцеина и эозина в щелочной среде и обесцвечивания в кислой. Напишите структурные формулы флуоресцеина и эозина в щелочной и кислой среде.

3) *Получение аурина.* В пробирке нагревают смесь 0,03—0,05г щавелевой кислоты, двойного количества фенола с 1—2 каплями концентрированной серной кислоты до образования плава. К содержимому пробирки при встряхивании добавляют 5 мл воды, образуется раствор аурина. Напишите уравнение реакции конденсации фенола со щавелевой кислотой.

К раствору аурина добавляют несколько капель концентрированного раствора гидроксида натрия. Отметьте изменение окраски раствора аурина.

Объясните действие гидроксида натрия на аурии. Напишите структурные формулы аурина в кислой и щелочной среде.

4) *Получение кристаллического фиолетового.* В пробирке, снабженной пробкой с воздушным холодильником (трубкой) длиной 30 -40 см, нагревают 20—30 мин смесь, состоящую из 0,1 г кетона Михлера, 5 капель диметиланилина и 2 капель хлороксида фосфора. Затем добавляют 10 мл воды и перемешивают. В пробирку с 10 мл воды приливают 2—3 капли полученного раствора. Смесь обрабатывают водным раствором аммиака. (Изменяется ли при этом окраска раствора?) К аммиачному раствору кристаллического фиолетового постепенно по каплям прибавляют соляную кислоту.

Как меняется окраска красителя в зависимости от количества использованной кислоты? Объясните происходящие процессы, Напишите уравнение реакции получения кристаллвиолета.

5) *Свойства фуксина (гидрохлорид розанилина).* В колбе растворяют 0,5 г фуксина в 50 мл воды. Затем к 10 мл водного раствора фуксина по каплям прибавляют концентрированную соляную кислоту. Появляется желтое или оранжевое окрашивание. К следующей порции (10 мл) водного раствора фуксина приливают 10 мл 5-процентного раствора гидроксида натрия, и смесь нагревают до кипения. Раствор обесцвечивается, и выпадают хлопья карбинольного основания. В пробирку отливают часть обесцвеченного раствора с осадком и добавляют по каплям 5-процентный раствор соляной кислоты. Снова появляется красно-фиолетовое окрашивание.

Объясните действие кислоты и щелочи на раствор фуксина. Напишите формулы фуксина в кислой и щелочной среде.

6) *Восстановление фуксина*. Нагревают колбу с 30 мл водного раствора фуксина и 5 мл соляной кислоты на водяной бане. Постепенно вносят небольшими порциями 3 г цинковой пыли, прибавляя каждую последующую после прекращения бурного выделения водорода из смеси. Постепенно раствор обесцвечивается.

Напишите схему восстановления фуксина.

Опыт 2. Крашение фуксином.

Реактивы: фуксин, концентрированный раствор аммиака.

Оборудование: колба на 50 мл, кусочки белой шелковой ткани.

В колбе растворяют при нагревании 0,1 г фуксина в 30—40 мл воды и приливают 2 мл концентрированного водного раствора аммиака. Раствор обесцвечивается. В него опускают кусочек шёлковой ткани и закрывают пробкой. Через несколько минут ткань окрашивается. Разберите происходящие процессы при крашении.

Опыт 6. Хроматографическое разделение красителей.

1) *Разделение смеси флуоресцеина и метиленового синего.* В колонку1 (10 —12 мм), заполненную 15 г оксида алюминия в этаноле, заливают сразу 30 мг смеси флуоресцеина и метиленового синего (1:1) в 20 мл этанола. По мере прохождения раствора через колонку наблюдается разделение синей полосы метиленового синего от зелено-желтой полосы флуоресцеина. Метиленовый синий вымывают этанолом из колонки в приемник. Затем меняют приемник, и флуоресцеин вымывают водой. Полученные растворы выпаривают, определяют выход каждого красителя.

2) *Разделение смеси метиленового синего и метилового оранжевого*. Работу проводят по вышеописанной методике. Для разделения берут 40 мг смеси метилового оранжевого и метиленового синего (1:3) в 20 мл этанола. Метиленовый синий вымывают этанолом, метиловый оранжевый — водой.

3) Разделение смеси β- нафтолового оранжевого и метилового β- фиолетового. Работу проводят по вышеописанной методике. Для разделения берут 40 мг смеси

β- нафтолового оранжевого и метилового фиолетового (1:1) в этаноле. Красители элюируют смесью бутанола, ацетона и воды (2:7:2).

Лабораторная работа № 12
Фенолы

Опыт 1. Реакция фенолов с хлоридом железа (III)

Реактивы: 1-процентный раствор фенола, 1-процентный раствор *м*-крезола, 1-процентный раствор *п*-крезола, 1-процентный раствор пирогаллола, 1-процентный раствор резорцина, 1-процентный раствор гидрохинона, 1-процентный раствор пирокатехина, 1-процентный раствор хлорида железа (III), этиловый спирт, соляная кислота (конц).

Оборудование: пипетки.

Опыт проводят с каждым из фенолов. В каждую пробирку приливают по 1 мл раствора соответствующего фенола и прибавляют каплю хлорида железа (III). Появляется интенсивное окрашивание: для фенола – фиолетовое, для *м*-крезола – красно-фиолетовое, для *п*-крезола – темно-синее, для пирокатехина и гидрохинона – зелёное, для резорцина - фиолетовое.

Напишите уравнения взаимодействия фенолов с хлоридом железа (III). Чем объясняется появление яркой окраски?

Содержимое пробирки с фенолом и хлоридом железа (III) разделить на две части. К одной добавить несколько капель спирта, к другой – раствора соляной кислоты. Объясните, почему исчезает окраска в опытах со спиртом и соляной кислотой.

Опыт 2. Реакция фенола с азотистой кислотой

Реактивы: 5-процентный раствор фенола, 5-процентный раствор нитрита натрия, концентрированная серная кислота.

Оборудование: пипетки.

В пробирку помещают 0,5 мл концентрированной серной кислоты и при охлаждении добавляют 2-3 капли раствора фенола. К полученному бесцветному раствору при охлаждении прибавляют каплю раствора нитрита натрия. Образуется интенсивно окрашенная смесь. Напишите уравнение реакции.

Опыт 3. Образование и разложение фенолятов

Реактивы: фенол, 2 н раствор *гидроксида натрия*, 2 н раствор карбоната натрия, 2 н раствор серной кислоты.

1) *Образование и гидролиз фенолятов.* К 0,1-0,3 г фенола прибавляют 1-2 мл раствора гидроксида натрия. Постепенно происходит растворение фенола. Смесь нагревают до получения однородной жидкости. К охлажденному раствору приливают разбавленную серную кислоту. Наблюдают помутнение раствора. Напишите уравнение реакции образования фенолята натрия. Объясните причину помутнения смеси при реакции с серной кислотой.

2) *Реакция фенола с солями угольной кислоты.* Для проведения опыта в две пробирки помещают по 0,1-0,2 г фенола. В одну приливают 1-2 мл раствора карбоната натрия, а в другую – такой же объем гидрокарбоната натрия. Наблюдается ли растворение фенола и образование однородной жидкости в обеих пробирках? О чем свидетельствует этот опыт? Напишите уравнение реакции карбоната натрия с фенолом. Какие свойства проявляет фенол при реакции со щелочами и карбонатом натрия?

Опыт 4. Реакции электрофильного замещения в фенолах. Бромирование

Реактивы: 5-процентный раствор фенола, бромная вода.

Оборудование: пипетки.

В пробирку помещают 1 мл водного раствора фенола и при встряхивании по каплям прибавляют бромную воду. Раствор обесцвечивается и выпадает белый осадок. При добавлении избытка бромной воды осадок превращается в желтый.

Напишите уравнение реакции бромирования фенола и рассмотрите механизм данного процесса. Сравните легкость бромирования фенола, бензола и толуола. Какой продукт образуется при действии избытка бромной воды на трибромфенол?

Опыт 5. Получение и свойства пикриновой кислоты

Реактивы: фенол, концентрированная серная кислота, азотная кислота (плотность 1,5 г/см^3), глюкоза, карбонат натрия.

Оборудование: водяная баня.

1) *Получение пикриновой кислоты*. В пробирке осторожно смешивают 0,5г фенола с 1,5мл концентрированной серной кислоты (*тяга!*), затем смесь нагревают до получения однородной жидкости. Охлажденную жидкость осторожно переливают в пробирку, содержащую 2 мл воды, и постепенно приливают дымящую азотную кислоту. Раствор окрашивается в темно-красный цвет. Затем смесь нагревают 15 минут на водяной бане, и после охлаждения разбавляют равным объемом воды. Выделяются желтые кристаллы пикриновой кислоты.

2) С*войства пикриновой кислоты.* В пробирку помещают несколько кристаллов пикриновой кислоты, 3 мл раствора карбоната натрия и 0,1г глюкозы. Смесь нагревают и кипятят несколько минут. Окраска меняется до кроваво-красной, а при подкислении становится оранжево-желтой.

Напишите уравнение реакции нитрования фенола при получении пикриновой кислоты. Чем вызвано изменение окраски раствора при реакции пикриновой кислоты с глюкозой? Объясните переходы окраски в зависимости от pH раствора.

Опыт 6. Сульфирование фенола

Реактивы: фенол, концентрированная серная кислота.

Оборудование: водяная баня.

К 3 мл концентрированной серной кислоты постепенно при встряхивании прибавляют 2г фенола. (*Осторожно! Фенол вызывает ожоги!*) Смесь разливают в две пробирки. В одну из них постепенно добавляют 3-5 мл холодной воды. При этом фенол выделяется в

виде мути, появляется запах. Другую пробирку с однородной смесью нагревают на водяной бане 5 минут и после охлаждения ее выливают в 10 мл холодной воды. Полученная смесь остается однородной, запах фенола отсутствует.

Объясните происхождение изменений в смеси. Напишите уравнение сульфирования фенола. Какого типа эта реакция?

Опыт 7. Восстановительные свойства многоатомных фенолов

Реактивы: 5-процентные растворы пирокатехина, резорцина, гидрохинона, пирогаллола, аммиачный раствор оксида серебра.

Оборудование: водяная баня.

В каждую из пробирок, содержащих по 1 мл всех растворов многоатомных фенолов, добавляют аммиачный раствор оксида серебра (0,5 мл) и нагревают на водяной бане. Появляется черный осадок.

Объясните происходящие изменения в пробирках.

Опыт 8. Окисление фенолов

Реактивы: растворы фенола, пирокатехина, резорцина, гидрохинона, пирогаллола, 1-процентный раствор перманганата калия, 5-процентный раствор карбоната натрия, 1-процентный раствор нитрата серебра.

Оборудование: водяная баня, пипетки, предметные стёкла.

1) *Окисление фенола*. К раствору карбоната натрия прибавляют водный раствор фенола. Затем при взбалтывании приливают по каплям раствор перманганата калия. Раствор обесцвечивается, и выпадает бурый осадок. Объясните наблюдаемое изменение окраски.

2) *Окисление многоатомных фенолов*. На предметное стекло наносят по капле растворов многоатомных фенолов. К каждому из растворов добавляют по 1 капле 1-процентного раствора нитрата серебра. Происходит восстановление серебра. Скорость реакции различна. Очень медленно восстанавливает серебро резорцин, гидрохинон и пирокатехин – интенсивнее. Быстрее всего окисляется пирогаллол. Его раствор становится коричневым и на поверхности выделяется плёнка металлического серебра.

Лабораторная работа № 13
Альдегиды и кетоны

Опыт 1. Получение альдегидов и некоторые цветные реакции на них.

Реактивы: этиловый спирт, 10-процентный раствор формальдегида, 10-процентный раствор уксусного альдегида, фуксинсернистая кислота, концентрированная соляная кислота, 2-процентный водный раствор нитропруссида натрия, ацетон, 10-процентный раствор NaOH .

Оборудование: спираль из медной проволоки, пипетки, изогнутые трубки.

1) *Реакция альдегидов с фуксинсернистой кислотой.* В пробирку наливают 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты и добавляют несколько капель 10-процентного раствора формальдегида. Пробирку ставят в штатив. Во вторую пробирку к фуксинсернистой кислоте добавляют такое же количество 10-процентного раствора уксусного альдегида и тоже оставляют ее. Через несколько минут в пробирке с формальдегидом появляется фиолетовая окраска, а в пробирке с уксусным альдегидом - розово-фиолетовая.

При добавлении к окрашенным растворам по 0,5 мл концентрированной соляной кислоты происходят следующие изменения: окраска в пробирке с формальдегидом переходит в фиолетово-синюю. А в пробирке с уксусным альдегидом через несколько минут она исчезает.

Объясните результаты опыта. Что собой представляет фуксинсернистая кислота? Почему при добавлении альдегидов к бесцветной фуксинсернистой кислоте появляется окраска?

2) *Цветная реакция на формальдегид с резорцином.* В пробирку наливают 3 мл 0,5-процентного раствора резорцина и 1 мл 10-процентного раствора формальдегида. Пипеткой осторожно по стенке добавляют 1-2 мл концентрированной серной кислоты. На границе двух жидкостей появляется малиновое кольцо.

3) *Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта оксидом меди (II).* Для получения уксусного альдегида смачивают спиртом стенки сухой пробирки. Нагревают спираль из медной проволоки в пламени газовой горелки до образования на ее поверхности черного налета оксида меди (II). Раскаленную докрасна спираль опускают в подготовленную пробирку. Эту операцию повторяют несколько раз. Этиловый спирт превращается в уксусный альдегид, имеющий резкий запах. (*Нюхать осторожно!*) В небольших концентрациях уксусный альдегид пахнет яблоками. Обнаруживают его цветной реакцией с фуксинсернистой кислотой.

Напишите уравнение реакции окисления этилового спирта в уксусный альдегид оксидом меди (II).

4) Реакция альдегидов и кетонов с нитропруссидом натрия. В две пробирки наливают по 1 мл дистиллированной воды, затем в одну из них добавляют 0,5 мл уксусного альдегида, в другую – такой же объём ацетона. К полученным растворам приливают по 0,5 мл раствора нитропруссида натрия $Na_2[Fe(CN)_5NO]$ и 0,5 мл 10-процентного раствора NaOH.. Наблюдают появление красно-фиолетового окрашивания, которое при стоянии переходит в жёлтое, а в случае ацетона – в вишнево-красное.

Следует отметить, что более яркое окрашивание дают кетоны. Цветная реакция на ацетон с нитропруссидом натрия (проба Легаля) применяется в медицине.

Опыт 2. Получение и свойства ацетона

Реактивы: ацетат кальция, ацетон, свежеприготовленный, концентрированная уксусная кислота.

Оборудование: фото- или кинопленка, целлулоид, ацетатный шелк (волокно или ткань), деревянные или стеклянные пластинки.

1) *Получение ацетона пиролизом ацетата кальция*. В сухую пробирку насыпают безводный ацетат кальция (3-4см высотой), равномерно распределяют его по нижней стенке пробирки. Пробирку закрывают пробкой, изогнутой под тупым углом, закрепляют в лапке штатива с наклоном в сторону пробки. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку – приёмник с 1,5-2мл дистиллированной воды. Сначала прогревают всю пробирку, затем прокаливают её, начиная со дна. Соль плавится, затем разлагается с образованием ацетона.

2) *Свойства ацетона как растворителя.* В пробирки вносят по небольшому кусочку целлулоида, фото- или кинопленки, ацетатного шелка и добавляют по 3-4 мл ацетона. Помешивая стеклянной палочкой, растворяют образцы. Вязким раствором, полученным при растворении целлулоида, смазывают стеклянную или деревянную пластинку; после испарения ацетона образуется слой лака. Смачивают ацетоном концы двух кусочков целлулоида (или кинопленки), через 1-2 минуты накладывают их друг на друга и сдавливают. После высыхания ацетона кусочки склеиваются.

Опыт 3. Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе

Реактивы: насыщенный раствор гидросульфита натрия $NaHSO_3$, ацетон, 10-процентный раствор HCl, 10-процентный раствор Na_2CO_3.

Оборудование: лед, предметные стекла, микроскоп.

В пробирку наливают 3 мл насыщенного раствора гидросульфита натрия и при энергичном встряхивании добавляют 1 мл ацетона. Смесь разогревается. При ее охлаждении в ледяной воде выпадает кристаллический осадок. Если осадок сразу не появляется, то кристаллизацию вызывают потиранием стеклянной палочкой стенки пробирки. Переносят немного кристаллов гидросульфитного соединения ацетона на предметное стекло и рассматривают их форму под микроскопом при увеличении в 120 раз.

Напишите уравнение реакции ацетона с гидросульфитом натрия и рассмотрите ее механизм (A_N). Возможна ли реакция с метилэтилкетоном или диэтилкетоном?

Кристаллы гидросульфитного производного ацетона отфильтровывают и переносят в две пробирки. В одну пробирку приливают 1 мл 10-процентного раствора соляной кислоты, в другую – 1 мл 10-процентного раствора Na_2CO_3. Слегка нагревают пробирки и отмечают запах выделяющихся паров. (*Нюхать осторожно!*)

Напишите уравнения этих реакций.

Опыт 4. Реакции окисления альдегидов

Реактивы: формалин (40-процентный раствор формальдегида), 5-процентный раствор формальдегида, ацетон, 1-процентный раствор гидроксида натрия, 2-процентный раствор сульфата меди (II).

Оборудование: бани водяные, термометры.

1) *Окисление формальдегида аммиачным раствором гидроксида серебра (реакция «серебряного зеркала»)*. Для получения «серебряного зеркала» необходимо сначала хорошо вымыть пробирку. Для этого в пробирке кипятят (осторожно!) в течение 1-2 минут около 5 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия, а затем споласкивают ее дистиллированной водой. В вымытой пробирке готовят аммиачный раствор гидроксида серебра: к 2-3 мл 1-процентного раствора нитрата серебра прибавляют по каплям при встряхивании 5-процентный раствор аммиака до тех пор, пока образующийся сначала осадок полностью растворится. Избыток аммиака в растворе снижает чувствительность реакции. К полученному бесцветному раствору прибавляют несколько капель 5-процентного раствора формальдегида и опускают пробирку на несколько минут в водяную баню (60-70 ºС). На стенках пробирки постепенно выделяется слой серебра в виде зеркала, иногда серебро выделяется в виде темного осадка.

Напишите уравнения реакций образования аммиачного раствора гидроксида серебра и окисления им формальдегида до муравьиной кислоты. Подберите коэффициенты. Вступает ли в эту реакцию ацетон и другие кетоны?

2) *Окисление формальдегида гидроксидом меди (II).* В пробирку наливают 2 мл 5-процентного раствора формальдегида, 2 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия и при встряхивании добавляют по каплям 2-процентный раствор сульфата меди (II) до появления неисчезающей взвеси. Верхнюю часть жидкости нагревают до начала кипения. Голубая окраска меняется на желтую (осадок), а затем на красную (осадок). Эта реакция, как и реакция «серебряного зеркала», является качественной реакцией на альдегиды.

Какие соединения меди имеют голубую, желтую и красную окраску? Напишите уравнение реакции окисления формальдегида гидроксидом меди (II) в муравьиную кислоту. Подберите коэффициенты.

3) *Отношение ацетона к гидроксиду меди (II).* Повторяют опыт б, но вместо раствора формальдегида вводят в реакцию ацетон.

Почему при нагревании смеси гидроксида меди (II) с ацетоном образуется осадок черного цвета?

4) *Окисление бензальдегида*

Реактивы: бензойный альдегид, ацетофенон, аммиачный раствор оксида серебра, раствор перманганата калия, 2 н раствор серной кислоты.

Оборудование: часовые стекла, пробирки, воронка, водяная баня.

А) На одно часовое стекло помещают 1-2 капли бензойного альдегида, а на другое – 1-2 капли ацетофенона и оставляют стоять на воздухе. Через 1-2 ч на одном из стекол появляются кристаллы бензойной кислоты. Изменяется ли вещество на другом стекле?

Б) В две тщательно вымытые пробирки помещают по 1 мл аммиачного раствора оксида серебра и добавляют в первую 1-2 капли бензальдегида, а во вторую – 1-2 капли ацетофенона. Содержимое пробирок нагревают на водяной бане. Сравните изменения, происходящие в каждой пробирке.

Пробирку со смесью 2-3 мл раствора перманганата калия и 1-2 капель бензальдегида нагревают при встряхивании на водяной бане до исчезновения запаха бензальдегида, после этого добавляют несколько капель спирта (фиолетовая окраска исчезает). Затем горячий раствор отфильтровывают от бурого осадка через складчатый фильтр. При подкислении бесцветного фильтрата разбавленной серной кислотой выделяются кристаллы бензойной кислоты, хорошо растворимой в щелочах и горячей воде, но малорастворимой в холодной воде.

Какие процессы происходят с карбонильными соединениями в данных опытах? Чем объяснить различное поведение бензальдегида и ацетофенона в проведенных опытах? Напишите уравнения реакций.

5. *Альдольная и кротоновая конденсация уксусного альдегида и его осмоление.*

Реактивы: уксусный альдегид, 10-процентный раствор гидроксида натрия.

Оборудование: пробирки.

В пробирку наливают 3мл 10-процентного раствора гидроксида натрия и добавляют 5-6 капель уксусного альдегида. Полученную смесь нагревают на газовой горелке. Сначала образуется альдоль (приятный запах), а затем непредельный кротоновый альдегид – соединение с резким неприятным запахом (нюхать осторожно). При достаточно длительном нагревании жидкость становится бурой, образуется смола.

Запишите уравнение реакции альдольной конденсации (реакция Бородина) и кротоновой. Рассмотрите механизм. Какие продукты получатся при конденсации диметилуксусного альдегида?

6.*Реакции замещения карбонильного кислорода.*

Реактивы: уксусный альдегид, ацетон, насыщенный раствор солянокислого фенилгидразина, ацетат натрия, солянокислый гидроксиламин, карбонат натрия (безводный).

Оборудование: пробирки, стаканы химические на 100 мл, лёд.

1) *Получение фенилгидразона уксусного альдегида*. В пробирку приливают 1мл насыщенного раствора солянокислого фенилгидразина, добавляют небольшое количество кристаллического ацетата натрия и при встряхивании вносят 1мл уксусного альдегида. Наблюдают выпадение фенилгидразона уксусного альдегида.

Запишите уравнение реакции, объясните механизм.

2) *Получение оксима ацетона.* В пробирке растворяют 1г солянокислого гидроксиламина в 3мл воды. Полученный кислый раствор нейтрализуют 0,7г безводного карбоната натрия. При встряхивании пробирки наблюдается выделение углекислого газа. Пробирку с полученным раствором охлаждают в стакане со ледяной водой, а затем добавляют 0,7мл ацетона при встряхивании. Смесь разогревается, снова выделяется углекислый газ и появляются бесцветные кристаллы оксима ацетона. При дальнейшем охлаждении пробирки количество кристаллов увеличивается.

Напишите уравнение реакции образования оксима ацетона, объясните механизм.

Лабораторная работа № 14
Монокарбоновые кислоты

Опыт 1. Растворимость предельных карбоновых кислот в воде и в органических растворителях

Реактивы: карбоновые кислоты: муравьиная, уксусная, масляная (или изомасляная), стеариновая (или пальмитиновая), диэтиловый эфир (или бензол).

Оборудование: штатив с пробирками.

В пробирки вносят по 0,5г следующих кислот: муравьиной, уксусной, масляной (или изомасляной), стеариновой и добавляют по 2 мл воды. Содержимое пробирок взбалтывают, если кислота не растворяется, пробирку нагревают. После охлаждения отмечают растворимость в воде взятых для опыта кислот.

Опыт повторяют, но в качестве растворителя используют диэтиловый эфир (или бензол). Отмечают результаты в рабочем журнале.

Опыт 2. Сравнение силы карбоновых и минеральных кислот

Реактивы: 0,1М растворы муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой и соляной кислот.

Оборудование: универсальная индикаторная бумага со шкалой pH.

На полоску фильтровальной бумаги наносят по капле растворов органических и неорганических кислот и по шкале определяют pH этих растворов. Результаты опытов записывают в рабочей тетради.

Опыт 3. Получение и свойства муравьиной кислоты

Реактивы: хлороформ, 10-процентный раствор гидроксида натрия, 1-процентный раствор нитрата серебра, 5-процентный раствор аммиака, муравьиная кислота (или формиат натрия), концентрированная серная кислота, 10-процентный раствор серной кислоты, 5-процентный раствор $KMnO_4$, известковая вода.

Оборудование: бани водяные, изогнутые газоотводные трубки, пипетки, штатив с пробирками.

1) *Получение муравьиной кислоты гидролизом хлороформа.* В пробирку наливают 5-6 капель хлороформа, добавляют 2-3 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия и при встряхивании осторожно нагревают в течение 3-4 минут. Смесь не должна кипеть, так как хлороформ может испариться.

Напишите уравнение реакции получения муравьиной кислоты гидролизом хлороформа (в щелочной среде образуется соль муравьиной кислоты – формиат натрия).

2) *Взаимодействие муравьиной кислоты с аммиачным раствором гидроксида серебра (реакция "серебряного зеркала").* В молекуле муравьиной кислоты имеется альдегидная группа, поэтому открыть ее в растворе можно реакциями, характерными для альдегидов, например реакцией "серебряного зеркала".

В пробирке готовят аммиачный раствор гидроксида серебра. Для этого к 1-2 мл 1-процентного раствора нитрата серебра добавляют 1-2 капли 10-процентного раствора гидроксида натрия, образовавшийся осадок оксида серебра растворяют, добавляя по каплям 5-процентный раствор аммиака. К полученному прозрачному раствору добавляют 0,5 мл раствора формиата натрия, образовавшегося при гидролизе хлороформа (см. опыт 1.). Пробирку с реакционной смесью нагревают несколько минут на водяной бане (60-70 ^oC). Металлическое серебро выделяется в виде зеркального налета на стенках пробирки или в виде темного осадка.

Напишите уравнение реакции окисления формиата натрия аммиачным раствором гидроксида серебра и подберите коэффициенты методом электронного баланса.

3) *Окисление муравьиной кислоты перманганатом калия* В пробирку помещают примерно 0,5 г муравьиной кислоты или ее соли, 0,5 мл 10-процентного раствора серной кислоты и 1 мл 5-процентного раствора $KMnO_4$. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в другую пробирку с 2 мл известковой (баритовой) воды и нагревают реакционную смесь.

Какие изменения в пробирках вы наблюдаете? Напишите уравнения реакций и подберите коэффициенты.

Опыт 4. Получение и свойства уксусной кислоты

Реактивы: ацетат натрия, ацетат кальция, концентрированная серная кислота, 10-процентный раствор серной кислоты, ледяная уксусная кислота, 10-процентный раствор уксусной кислоты, метиловый оранжевый, раствор синего лакмуса, 1-процентный спиртовой раствор фенолфталеина, 10-процентный раствор ацетата натрия, 3-процентный раствор хлорида железа (III), 10-процентный раствор карбоната натрия, металлический магний, оксид меди (II), 1-процентный раствор перманганата калия, 5-процентный раствор серной кислоты, синяя лакмусовая бумага.

Оборудование: изогнутые газоотводные трубки, прямые газоотводные трубки с оттянутым концом, химические стаканы (50-100 мл), лед, штатив с пробирками.

1) *Получение уксусной кислоты из ее солей* (*тяга!*). В пробирку помещают 1г ацетата натрия и добавляют 2-3мл концентрированной серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают реакционную смесь. Выделяющуюся уксусную кислоту определяют по запаху (*осторожно!*) и по изменению цвета влажной синей лакмусовой бумаги, поднесенной к отверстию газоотводной трубки.

Напишите уравнение реакции.

2) *Кристаллизация уксусной кислоты.* Уксусная кислота имеет температуру плавления +16,6 ^oC. При охлаждении она кристаллизуется, причем ее кристаллы похожи на лед, поэтому безводную уксусную кислоту принято называть «ледяной».

Пробирку с 1-2 мл ледяной уксусной кислоты ставят на несколько минут в стакан со льдом. Отмечают вид кристаллов.

3) *Горение паров уксусной кислоты (тяга!)*. В сухую пробирку наливают 1-2 мл ледяной уксусной кислоты, закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, и осторожно нагревают до кипения. Выделяющиеся пары кислоты поджигают. Они горят слабосветящимся голубым пламенем.

Напишите уравнение реакции горения уксусной кислоты.

4) *Кислотные свойства уксусной кислоты.* В три пробирки наливают по 1 мл 10-процентного раствора уксусной кислоты. В первую пробирку добавляют 1-2 капли метилового оранжевого, во вторую – 1-2 капли раствора синего лакмуса, в третью - 1-2 капли 1-процентного спиртового раствора фенолфталеина. Отмечают, в каких пробирках изменилась окраска.

Результаты опыта записывают в журнал.

5) *Взаимодействие уксусной кислоты с карбонатом натрия.* К 3-4 мл 10-процентного раствора карбоната натрия приливают 2-3 мл ледяной уксусной кислоты.

Что вы наблюдаете? Напишите уравнение реакции. Какой вывод можно сделать о кислотных свойствах уксусной и угольной кислот? Будет ли уксусная кислота реагировать с растворами сульфата натрия и хлорида натрия?

6) *Взаимодействие уксусной кислоты с магнием и с оксидом меди (II).* В пробирку наливают 2-3 мл уксусной кислоты, добавляют немного металлического магния и закрывают пробирку прямой газоотводной трубкой с оттянутым концом. Через некоторое время поджигают выделяющийся газ.

Напишите уравнение реакции.

К 0,2г оксида меди (II), помещенного в пробирку, приливают 2-3мл уксусной кислоты, затем пробирку осторожно нагревают. Обращают внимание на цвет раствора.

Напишите уравнение реакции.

7) *Образование и гидролиз ацетата железа (III)*. В пробирку наливают 2-3 капли 10-процентного раствора ацетата натрия и прибавляют несколько капель 3-процентного раствора хлорида железа (III). Появляется желтовато-красное окрашивание раствора вследствие образования растворимой комплексной соли – хлорида основного гексаацетата железа (III) $[Fe_3(OH)_2(CH_3COO)_6]^+Cl^-$. При кипячении раствора происходит гидролиз комплексной соли (упрощенно - ацетата железа) с образованием основной соли – двузамещенного ацетата железа (III), которая выпадает в виде хлопьев красно-бурого цвета.

Напишите уравнения реакций: образования ацетата железа (III) и его гидролиза. Эту реакцию применяют для удаления из раствора ионов трехвалентного железа. Аналогично реагируют с хлоридом железа (III) муравьиная и пропионовая кислоты.

Опыт 5. Получение и свойства предельных высших кислот и их солей

Реактивы: мыло (стружки), 1-процентный водный раствор мыла, спиртовой раствор мыла, 10-процентный раствор серной кислоты, 10-процентный раствор соляной кислоты, 10-процентный раствор уксусной кислоты, 5-процентный раствор ацетата свинца, 5-процентный раствор хлорида кальция, 5-процентный раствор сульфата меди (II), 1-процентный спиртовой раствор фенолфталеина, 10-процентный раствор гидроксида натрия, хлорид натрия, диэтиловый эфир, бензол (или керосин, скипидар), стеарин, подсолнечное масло.

Оборудование: пипетки, часовые стекла, стаканы (50-100 мл), корковые пробки к пробиркам, штатив с пробирками.

1) *Кислотные свойства высших предельных кислот.* В сухой пробирке растворяют примерно 0,5 стеарина в диэтиловом эфире (без нагревания) и добавляют 2 капли 1-процентного спиртового раствора фенолфталеина. Затем по каплям приливают 10-процентный раствор гидроксида натрия. Появляющаяся вначале малиновая окраска исчезает при встряхивании.

Напишите уравнение реакции стеариновой кислоты с гидроксидом натрия. (Стеарин представляет собой смесь стеариновой и пальмитиновой кислот.)

2) *Гидролиз натриевых солей высших жирных кислот (гидролиз мыла).* В сухую пробирку наливают 0,5 мл спиртового раствора мыла и прибавляют 2 капли спиртового раствора фенолфталеина.

Появляется ли окраска? Затем в пробирку постепенно приливают дистиллированную воду. Что при этом происходит? Как можно объяснить этот опыт? Напишите уравнение реакции гидролиза мыла.

3) *Выделение высших жирных кислот из мыла.* В стакане растворяют 1 г мыльной стружки в 10 мл дистиллированной воды. Полученный раствор разливают в четыре пробирки. К одной части приливают 2 мл 10-процентного раствора серной кислоты.

Что вы наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

Смесь нагревают почти до кипения. Расплавившиеся жирные кислоты всплывают в виде слоя, затвердевающего при охлаждении пробирки. Какие высшие предельные кислоты входят в состав мыла?

К охлажденной смеси добавляют 3 мл диэтилового эфира. Пробирки закрывают корковыми пробками и энергично встряхивают. Водный слой становится прозрачнее, жирные кислоты растворяются в эфире. Эфирный раствор осторожно с помощью пипетки переносят на часовое стекло. После испарения эфира на стекле остается осадок, напоминающий парафин.

4) *Эмульгирующие свойства мыла.* В две пробирки наливают по 2-3 капли подсолнечного масла. В одну из них приливают 2 мл дистиллированной воды, а в другую – 2 мл 1-процентного раствора мыла. Энергично встряхивают обе пробирки. В пробирке с мылом образуется довольно устойчивая молочно-белая эмульсия, в пробирке с водой капельки масла выделяются и постепенно всплывают: эмульсия масла в воде неустойчива. Моющие свойства мыла объясняются его эмульгирующими свойствами, понижающими поверхностное натяжение капелек масла. Это приводит к значительному увеличению устойчивости пены и эмульсии.

Опыт 6. Получение бензойной кислоты окислением толуола.

Реактивы: толуол, перманганат калия, 40-процентный раствор гидроксида натрия.

Оборудование: круглодонная колба на 50 мл, пробка со стеклянной трубкой, фарфоровая чашка, воронка, пробирка с отводом для отсасывания.

В круглодонную колбу на 50 мл помещают 1,5 г перманганата калия, 30 мл воды, 1 мл 40-процентного раствора гидроксида натрия, 1 мл толуола и кусочек пористого кирпича в качестве кипятильника.

Колбу закрывают пробкой со вставленной в нее вертикально стеклянной трубкой. Смесь кипятят 1 ч. (Обратите внимание на изменение окраски раствора и появление темного осадка.) Если окраска перманганата полностью не исчезает, то прибавляют несколько капель спирта до обесцвечивания. (Объясните, почему происходит обесцвечивание при добавлении спирта.) Выделившийся темный осадок отфильтровывают, промывают небольшим количеством горячей воды. Фильтрат упаривают в фарфоровой чашке на водяной бане, отфильтровывают от выпавших темных хлопьев, охлаждают и подкисляют серной кислотой по конго. Выпавшую бензойную кислоту отфильтровывают на воронке. Для очистки кислоту возгоняют (т. пл. 122°С).

Опыт 7. Взаимодействие бензойной, салициловой и коричной кислот с бромом

Реактивы: бензойная, салициловая и коричная кислоты, бромная вода.

Оборудование: пипетка, синяя лакмусовая бумага.

В трех пробирках готовят насыщенные растворы бензойной, салициловой и коричной кислот в 3 мл воды. В каждую из пробирок добавляют несколько капель бромной воды и наблюдают за происходящими изменениями. (Объясните механизм данных реакций.) К пробиркам подносят влажную синюю лакмусовую бумагу. Что при этом наблюдается? Напишите уравнения реакций.

Опыт 8. Взаимодействие бензойной и салициловой кислот с хлоридом железа (III)

Реактивы: бензойная и салициловая кислоты, раствор хлорида железа (III).

Оборудование: пипетки.

В одну пробирку помещают несколько кристаллов бензойной кислоты, в другую – салициловой, а затем приливают несколько капель воды и нагревают. К полученным растворам кислот добавляют по капле 0,1 н раствора хлорида железа (III).

Объясните различие в изменении окраски растворов.

Опыт 9. Получение и свойства эфиров кислот

Реактивы: бензойная и салициловая кислоты, ледяная уксусная кислота, этиловый спирт, концентрированная серная кислота, концентрированный раствор гидроксида натрия, насыщенный раствор хлорида натрия, концентрированная соляная кислота, этилацетат, аспирин.

Оборудование: стаканы химические на 50 мл, водяная баня, термометры, обратные холодильники к пробиркам.

1) *Получение этилацетата*. В сухую пробирку наливают 2 мл этилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и 1 каплю концентрированной серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на водяной бане 5-10 минут при температуре 70^0С.

Раствор охлаждают и к содержимому пробирки приливают 3-4 мл насыщенного раствора хлорида натрия. Этилацетат в процессе высаливания всплывает, образуя слой бесцветной жидкости с приятным запахом.

Рассмотрите механизм реакции этерификации. В чём заключается роль серной кислоты? Почему при добавлении избытка серной кислоты сложный эфир не образуется?

2) *Получение изоамилацетата*. Повторяют предыдущий опыт. После охлаждения пробирки её содержимое выливают в в другую пробирку с 2-3мл ледяной воды. Изоамилацетат всплывает на поверхность воды. Ощущается запах грушевой эссенции (изоамилацетат раздражает верхние дыхательные пути).

Напишите уравнение реакции образования изоамилцетата и рассмотрите механизм реакции.

3) *Получение сложных эфиров бензойной и салициловой кислот*. В пробирке смешивают 5 мл спирта с 2 мл концентрированной серной кислоты при охлаждении. Смесь разделяют на две части: к одной при встряхивании добавляют 0,5г бензойной кислоты, а к другой – 0,5г салициловой кислоты. Пробирки закрывают пробками с обратными воздушными холодильниками и кипятят на водяной бане 15 минут, а затем выливают в стаканы с 15 мл воды. На поверхности воды появляется слой сложного эфира с сильным характерным запахом.

Напишите уравнение реакции этерификации бензойной и салициловой кислот. Рассмотрите механизм этих реакций.

4) *Гидролизбензоэтилового эфира*. К нескольким каплям бензоэтилового эфира прибавляют 1-2 мл концентрированного раствора гидроксида натрия, смесь кипятят на водяной бане в течение 10 минут при встряхивании. Затем смесь охлаждают и подкисляют концентрированной соляной кислотой. Выпадает осадок.

Объясните происходящие изменения.

5) *Гидролиз этилацетата.* В две пробирки наливают по 2-3 мл этилацетата. В первую добавляют 1 мл 20%-ного раствора серной кислоты, во вторую – 1 мл 30%-ного раствора гидроксида натрия. Пробирки закрывают пробками с обратными холодильниками, их содержимое энергично перемешивают и нагревают на водяной бане (70-75^0С) в течение 10 минут.

После окончания опыта сравнивают, насколько уменьшилось количество этилацетата в каждой пробирке, и делают выводы о скорости гидролиза сложного эфира в зависимости от pH среды.

Напишите уравнения и механизмы гидролиза этилацетата в кислой и щелочной средах. Почему реакция щелочного гидролиза необратима, в отличие от кислотного?

6) *Гидролиз аспирина (ацетилсалициловой кислоты)*. Растворяют 0,1-0,2 г аспирина в 3-5 мл воды. Раствор разделяют на две части. К одной из них прибавляют 1-2 капли раствора хлорида железа (III). При этом окраска не изменяется. Другую часть раствора кипятят в пробирке несколько минут, после охлаждения прибавляют 1-2 капли раствора хлорида железа (III). При этом появляется красновато-фиолетовое окрашивание.

Чем объясняется различие в окрашивании растворов? Напишите уравнение реакции аспирина с водой.

Лабораторная работа № 15
Непредельные карбоновые кислоты и жиры

Опыт 1. Свойства олеиновой кислоты

Реактивы: олеиновая кислота, 2-процентный раствор перманганата калия, 10-процентный раствор карбоната натрия, бромная вода (насыщенный раствор), концентрированная азотная кислота, медь (стружки или проволока).

Оборудование: штатив с пробирками.

1) *Реакция олеиновой кислоты с бромной водой*. В пробирку наливают 2 мл воды и вносят около 0,5г олеиновой кислоты. Смесь энергично взбалтывают.

Что происходит? Напишите уравнение реакции.

2) *Окисление олеиновой кислоты перманганатом калия.* В пробирку помещают 1 мл 5-процентного раствора перманганата калия, 1 мл 10-процентного раствора карбоната натрия и 0,5 мл олеиновой кислоты. Смесь энергично перемешивают. Отмечают изменения, происходящие с реакционной смесью.

Напишите уравнение реакции и подберите коэффициенты. Какие выводы можно сделать на основании результатов опытов?

Опыт 2. Жиры и масла

Реактивы: подсолнечное масло, животный жир (сливочное масло, бараний жир), этиловый спирт, диэтиловый эфир, хлороформ, четыреххлористый углерод, 10-процентный раствор карбоната натрия, 2-процентный раствор перманганата калия, бромная вода.

Оборудование: штатив с пробирками.

1) *Растворимость жиров и масел в органических растворителях.* В четыре пробирки наливают по 2 капли подсолнечного масла и добавляют по 2 мл органических растворителей: в первую пробирку – этиловый спирт, во вторую – диэтиловый эфир, в третью – хлороформ, в четвертую – четыреххлористый углерод. Содержимое всех пробирок энергично встряхивают.

В каких растворителях масло растворяется? Результат опыта записывают в журнал. Пробирку, в которой образовалась эмульсия, нагревают до начинающегося кипения и встряхивают. Увеличивается ли растворимость масла при нагревании?

Опыт повторяют, но вместо подсолнечного масла в пробирки с органическими растворителями вносят небольшое количество животного жира (свиного, говяжьего или бараньего сала).

2) *Взаимодействие растительного масла с водным раствором перманганата калия (реакция Е.Е. Вагнера)*. В пробирку наливают примерно 0,5 мл подсолнечного масла, 1 мл 10-процентного раствора карбоната натрия и 1 мл 2-процентного раствора перманганата калия. Энергично встряхивают содержимое пробирки. Фиолетовая окраска перманганата калия исчезает.

Напишите уравнение реакции дипальмитоолеина с перманганатом калия в водной среде и подберите коэффициенты.

3) *Определение непредельности растительного масла реакцией с бромной водой.* В пробирку вносят о,5мл растительного масла и 1-2 капли насыщенной бромной воды, которая при встряхивании содержимого пробирки быстро обесцвечивается.

Напишите уравнение реакции присоединения брома к трилинолеину.

Лабораторная работа № 16
Двухосновные кислоты

Опыт. Получение и свойства щавелевой кислоты

Реактивы: муравьинокислый натрий (формиат натрия), щавелевая кислота кристаллическая ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$), щавелевая кислота (насыщенный раствор), 1 н раствор щавелевой кислоты, 1 н раствор гидроксида калия, 10-процентный раствор соляной кислоты, 10-процентный раствор уксусной кислоты, 10-процентный раствор серной кислоты, концентрированная серная кислота, 5-процентный раствор хлорида кальция, известковая (или баритовая) вода – насыщенный раствор, 5%-ный раствор перманганата калия.

Оборудование: изогнутые трубки с оттянутыми концами, бюретки, химические воронки, фильтры, штатив с пробирками.

1) *Получение щавелевокислого натрия (оксалата натрия) из муравьинокислого натрия (формиата натрия).* В пробирку помещают 1-1,5 г формиата натрия и нагревают ее пламенем горелки. Кристаллы соли плавятся, после удаления кристаллизационной воды формиат натрия становится твердым. В этот момент пробирку закрывают газоотводной трубкой с оттянутым концом и продолжают нагревание. Соль разлагается с выделением газообразного водорода, который поджигают у отверстия газоотводной трубки. Нагревание продолжают до прекращения выделения водорода.

Напишите уравнение реакции термического разложения формиата натрия.

Щавелевую кислоту, образовавшуюся в пробирке, обнаруживают следующим образом. После охлаждения пробирки ее содержимое растворяют в 3-4 мл воды. Раствор фильтруют и к фильтрату добавляют 5-процентный раствор хлорида кальция. Выпадает осадок щавелевокислого кальция (оксалата кальция).

Напишите уравнение реакции его образования. Осадок (оксалат кальция) делят на две части: к одной части приливают 10-процентный раствор соляной кислоты, к другой – 10-процентный раствор уксусной кислоты. В какой пробирке осадок оксалата кальция растворился? Напишите уравнение реакции.

В пробирке растворяют немного формиата натрия и добавляют 10-процентный раствор хлорида кальция. Выпадет ли осадок?

2) *Получение калиевых солей щавелевой кислоты.* В пробирку наливают из бюретки 2 мл 1н раствора щавелевой кислоты, из другой бюретки добавляют 1 мл 1н раствора гидроксида калия. Выпадает осадок калиевой соли щавелевой кислоты. (Значительное количество такой кислоты содержится в щавеле). При дальнейшем прибавлении раствора гидроксида калия осадок растворяется.

Напишите уравнения реакций образования солей (кислой и средней) щавелевой кислоты.

3) *Разложение щавелевой кислоты при нагревании.* В сухую пробирку вносят примерно 1 г кристаллической щавелевой кислоты. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и укрепляют в лапке штатива. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку с известковой (или баритовой) водой. При нагревании щавелевая кислота разлагается с выделением оксида углерода (IV), который обнаруживают по помутнению известковой воды.

Напишите уравнения реакций: разложения щавелевой кислоты при нагревании, оксида углерода (IV) с известковой водой.

4) *Окисление щавелевой кислоты перманганатом калия.* В пробирку наливают 1 мл насыщенного раствора щавелевой кислоты, добавляют 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты и 2 мл 5%-ного раствора перманганата калия. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой, конец которой погружают в известковую воду. Реакционную смесь несильно нагревают. Раствор быстро обесцвечивается, а известковая вода мутнеет.

Напишите уравнения реакции, подберите коэффициенты.

Лабораторная работа № 17

Гидроксикислоты. Оксокислоты

Опыт 1. Качественное определение силы кислоты

Реактивы: 0,1 н растворы кислот: серной, муравьиной, уксусной, щавелевой, винной, лимонной, 0,5-процентный раствор индикатора метилового оранжевого, цинк гранулированный.

Оборудование: штатив с пробирками.

1) *Реакция кислот с металлическим цинком.* В 6 пробирок наливают по 2 мл 0,1 н растворов кислот: серной, муравьиной, уксусной, щавелевой, винной и лимонной. Вносят в каждую пробирку по кусочку цинка одинаковой величины. Располагают пробирки с кислотами (в штативе) в порядке уменьшения интенсивности реакции с цинком.

2) *Реакция растворов кислот с метиловым оранжевым.* Повторяют опыт 1, но вместо цинка в каждую пробирку добавляют по 2 капли индикатора метилового оранжевого.

Сравните окраску растворов. Сопоставьте интенсивность взаимодействия растворов кислот с цинком. Совпадают ли эти ряды?

Опыт 2. Свойства молочной кислоты

Реактивы: молочная кислота, концентрированная серная кислота, разбавленная серная кислота (1:2), фуксинсернистая кислота, 1-процентный раствор хлорида железа (III), 1-процентный раствор фенола, уксусная кислота, 5-процентный раствор перманганата калия.

Оборудование: изогнутые газоотводные трубки, газоотводные трубки с оттянутыми концами, стаканы химические (50-100 мл), кипятильники, молочная сыворотка (от простокваши или творога), штатив с пробирками.

1) *Реакция молочной кислоты с хлоридом железа (III).* К 3-4 мл 1-процентного раствора фенола добавляют несколько капель 1-процентного раствора хлорида железа (III). Раствор становится фиолетовым. Его делят на три части. К одной части раствора приливают 0,5 мл молочной кислоты, к другой – 0,5 мл уксусной кислоты, к третьей - 0,5 мл молочной сыворотки. В пробирках с молочной кислотой и молочной сывороткой появляется характерное для α-оксикислот зеленовато-желтое окрашивание. В пробирке с уксусной кислотой такого окрашивания не наблюдается.

Напишите уравнение реакции образования молочнокислого железа (III) (лактата железа).

2) *Разложение молочной (α-оксипропионовой) кислоты при нагревании с концентрированной серной кислотой (тяга!).* В пробирке, закрытой пробкой с газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, нагревают до кипения смесь из 0,5 мл молочной кислоты и 1 мл концентрированной серной кислоты. Для равномерного кипения в реакционную смесь кладут кипятильники (2-3 кусочка битого фарфора). Выделяющийся газ поджигают у отверстия газоотводной трубки.

Напишите уравнение реакции разложения молочной кислоты концентрированной серной кислотой. Какие вещества должны получиться при нагревании с серной кислотой α- оксимасляной кислоты?

3) *Разложение молочной кислоты при нагревании с разбавленной серной кислотой (1:2).* В пробирку помещают кипятильники, наливают 1 мл молочной кислоты, 1 мл разбавленной серной кислоты и закрывают её пробкой с изогнутой газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опускают в другую пробирку с 2 мл фуксинсернистой кислоты, погружённую в стакан с холодной водой. Реакционную смесь нагревают до кипения. Через 2-3 мин раствор становится фиолетово-красным.

Напишите уравнение реакции и объясните, почему появляется окраска в пробирке с раствором фуксинсернистой кислоты.

4) *Окисление молочной кислоты перманганатом калия в кислой среде.* В пробирку наливают 0,5 мл молочной кислоты, 0,5 мл разбавленной (1:2) серной кислоты и 1 мл 5-процентного раствора перманганата калия. Смесь осторожно нагревают.

Что происходит с реакционной смесью? (Осторожно нюхают содержимое пробирки.) Напишите уравнение реакции разложения молочной кислоты при нагревании с

разбавленной серной кислотой и уравнение реакции окисления муравьиной кислоты перманганатом калия в кислой среде.

Опыт 3. Свойства винной кислоты

Реактивы: 10-процентный раствор винной кислоты, 5-процентный раствор винной кислоты, 1н раствор винной кислоты, 1н раствор гидроксида калия, 10-процентный раствор серной кислоты, 5-процентный раствор сульфата меди, 15-процентный раствор гидроксида натрия, 35-процентный раствор сегнетовой соли (смешанной натриево-калиевой соли винной кислоты) или двузамещенной (средней) соли винной кислоты, 5-процентный раствор хлорида кальция, 10-процентный раствор аммиака, лакмусовая бумага (красная).

Оборудование: бюретки, штатив с пробирками.

1) *Образование калиевых солей винной кислоты.* В пробирку из бюретки наливают 2 мл 1 н раствора гидроксида калия. При встряхивании выпадает мелкокристаллический осадок белого цвета. Если осадок не выпадает, стенки пробирки потирают стеклянной палочкой. Затем продолжают добавлять из бюретки 1 н раствор гидроксида калия до полного растворения осадка (при встряхивании). Напишите уравнения реакций и объясните опыт.

Половину полученного раствора отливают в пробирку и добавляют к нему по каплям 10-процентный раствор серной кислоты. Снова появляется осадок или муть, исчезающие при добавлении избытка серной кислоты. Напишите уравнение реакции.

2) *Получение кальциевой соли винной кислоты.* В пробирку наливают 1 мл 5-процентного раствора винной кислоты и добавляют по каплям 10-процентный раствор аммиака до нейтральной реакции по лакмусу. Затем приливают небольшое количество 5-процентного раствора хлорида кальция. Появляется белый осадок труднорастворимой кальциевой соли винной кислоты.

Напишите уравнение реакции образования средней соли винной кислоты.

3) *Взаимодействие соли винной кислоты с гидроксидом меди (II).* К 1 мл 35-процентного раствора сегнетовой соли (смешанной калиево-натриевой соли винной кислоты) добавляют 1 мл 15-процентного раствора гидроксида натрия и при встряхивании по каплям добавляют 5-процентный раствор сульфата меди (II). От каждой капли вначале получается осадок голубого цвета – гидроксид меди (II), при встряхивании он растворяется. Образуется интенсивно окрашенный раствор василькового цвета. Винная кислота содержит две гидроксильные группы и способна в щелочном растворе образовывать комплексные соединения типа алкоголятов с гидроксидом меди (II) подобно многоатомным спиртам. Щелочной раствор комплексного соединения двухвалентной меди с солью винной кислоты называют фелинговой жидкостью. Она легко окисляет многие альдегиды и сахара. Фелингову жидкость широко используют для качественного и количественного анализа восстанавливающих сахаров.

Напишите уравнения реакций: образования гидроксида меди (II) и взаимодействия сегнетовой соли с гидроксидом меди (II).

Опыт 4. Свойства лимонной кислоты

Реактивы: лимонная кислота (кристаллическая), 5-процентный раствор лимонной кислоты, 5-процентный раствор хлорида кальция, 10-процентный раствор аммиака, концентрированная серная кислота, известковая (или баритовая) вода (насыщенный раствор), раствор иода в иодиде калия, 10-процентный раствор гидроксида натрия, лакмусовая бумага (красная).

Оборудование: изогнутые газоотводные трубки, штатив с пробирками.

1) *Получение цитрата кальция*. В пробирку наливают 1 мл 5-процентного раствора лимонной кислоты и добавляют по каплям 10-процентный раствор аммиака до нейтральной реакции по лакмусу. После этого приливают 1 мл 5-процентного раствора хлорида кальция и осторожно нагревают реакционную смесь до кипения. Выпадает осадок цитрата кальция. Эта соль в горячей воде растворяется труднее, чем в холодной: при кипячении раствора она выпадает в осадок, при охлаждении вновь растворяется.

Напишите уравнение реакции образования цитрата кальция (средней соли).

2) *Разложение лимонной кислоты при нагревании с концентрированной серной кислотой* (*тяга!*). В сухую пробирку с изогнутой газоотводной трубкой помещают около 1 г кристаллической лимонной кислоты, приливают 2 мл концентрированной серной кислоты, затем укрепляют пробирку в лапке штатива. Осторожно нагревают реакционную смесь. Поджигают у отверстия газоотводной трубки выделяющийся оксид углерода (II), он горит характерным голубоватым пламенем. Затем опускают конец газоотводной трубки в пробирку с известковой водой и по помутнению ее обнаруживают оксид углерода (IV). После этого опускают конец газоотводной трубки в пробирку, где находится заранее приготовленный щелочной раствор иода (к 2 мл раствора иода в иодиде калия по каплям добавляют 10-процентный раствор гидроксида натрия до почти полного обесцвечивания раствора иода). Образуется осадок иодоформа, имеющий специфический запах.

Напишите уравнение реакции разложения лимонной кислоты при нагревании ее с концентрированной серной кислотой – образование ацетондикарбоновой кислоты, оксида углерода (II) и воды. Ацетондикарбоновая кислота при нагревании декарбоксилируется с образованием ацетона и оксида углерода (IV). Напишите уравнение реакции.

Напишите уравнение образования иодоформа из ацетона.

Опыт 5. Получение пировиноградной кислоты окислением молочной кислоты.

Реактивы: 5-процентный раствор молочной кислоты, 1-процентный раствор перманганата калия, 10-процентный раствор карбоната натрия, 10-процентный раствор гидроксида натрия, уксусная кислота, гидросульфит натрия (насыщенный раствор), 2-процентный раствор нитропруссида натрия.

Оборудование: лакмусовая бумага (красная), фильтровальная бумага, химические воронки.

В пробирку наливают 2 мл 5-процентного раствора молочной кислоты и добавляют по каплям при встряхивании 10-процентный раствор карбоната натрия до нейтральной реакции по лакмусу. Затем приливают 1 мл 1-процентного раствора перманганата калия и смесь нагревают до кипения. В условиях опыта молочная кислота окисляется до пировиноградной кислоты.

Напишите уравнение реакции.

Содержимое пробирки фильтруют и в фильтрате обнаруживают пировиноградную кислоту качественными реакциями на карбонильную группу (с гидросульфитом натрия) и на кетонную группу (с нитропруссидом натрия).

Опыт 6. Свойства ацетоуксусного эфира.

Реактивы: ацетоуксусный эфир (свежеперегнанный), 2-процентный раствор гидроксида натрия, 10-процентный раствор соляной кислоты, натрий металлический, бромная вода (насыщенная), 2-процентный раствор хлорида железа (III), 10-процентный раствор серной кислоты, известковая (или баритовая) вода (насыщенный раствор).

Оборудование: бумага конго (индикатор), фильтровальная бумага, пинцеты, скальпели, стаканы химические (50—100 мл), лед, изогнутые газоотводные трубки.

1) *Реакция ацетоуксусного эфира с раствором гидроксида натрия.* В пробирку наливают 1 мл ацетоуксусного эфира и по каплям при встряхивании добавляют 2-процентный раствор гидроксида натрия до полного растворения ацетоуксусного эфира.

Напишите схему таутомерных превращений ацетоуксусного эфира и уравнение реакции взаимодействия его с гидроксидом натрия. Какая форма ацетоуксусного эфира — кетонная или енольная — вступает в реакцию с гидроксидом натрия?

К полученному прозрачному раствору приливают 10-процентный раствор соляной кислоты до кислой реакции по конго. Ацетоуксусный эфир выделяется в виде маслянистого слоя.

Напишите уравнение реакции.

2) *Получение натрийацетоуксусного эфира.* В пробирку наливают 1 мл свежеперегнанного ацетоуксусного эфира и бросают в него небольшой кусочек (с четверть горо-

шины) металлического натрия, очищенного от оксидной пленки и отжатого в фильтровальной бумаге. Когда весь натрий прореагирует, пробирку охлаждают в стакане с ледяной водой. Натрийацетоуксусный эфир выпадает в осадок.

Напишите уравнение реакции образования натрийацетоуксусного эфира.

3) *Реакция ацетоуксусного эфира с хлоридом железа (III) и бромом (кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира).* Растворяют 1-2 капли ацетоуксусного эфира в 2 мл воды и прибавляют 1 каплю 2-процентного раствора хлорида железа (III). Постепенно появляется фиолетовое окрашивание, обусловленное образованием комплексной железной соли енольной формы ацетоуксусного эфира. При добавлении нескольких капель бромной воды окраска раствора исчезает, но через несколько секунд вновь появляется. При повторном добавлении бромной воды она вновь исчезает.

Объясните опыт. Напишите уравнение реакции ацетоуксусного эфира с бромом.

4) *Кетонное расщепление ацетоуксусного эфира.* В пробирку наливают 1 мл ацетоуксусного эфира и 2 мл 10-процентного раствора серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой, конец которой опускают в другую пробирку, содержащую 3 мл известковой (или баритовой) воды. Реакционную смесь перемешивают встряхиванием и осторожно нагревают до кипения. Происходит гидролиз ацетоуксусного эфира и декарбоксилирование ацетоуксусной кислоты. Выделяющийся оксид углерода (IV) обнаруживают по помутнению известковой воды. Затем отгоняют несколько капель жидкости в пустую пробирку, охлаждаемую снаружи ледяной водой. В пробирку-приемник добавляют около 1 мл воды и в полученном растворе обнаруживают ацетон реакцией с нитропруссидом натрия.

Напишите уравнения реакций кетонного расщепления ацетоуксусного эфира и образования йодоформа из ацетона.

Экспериментальная задача

В шести пробирках с зашифрованными номерами находятся вещества: уксусный альдегид, уксусная кислота, молочная кислота, щавелевая кислота, винная кислота, лимонная кислота.

С помощью качественных реакций определите, в какой пробирке находится какое вещество.

Лабораторная работа № 18
Нитросоединения

Опыт 1. Получение нитрометана

Реактивы: хлоруксусная кислота, гидрокарбонат натрия, нитрит натрия, нитрометан, раствор нитрита натрия (100 г нитрита натрия в 60 г воды), нитрит натрия кристаллический, лакмусовая бумага (синяя или красная).

Оборудование: химические стаканы (25 и 100 мл), технические весы, лед, кристаллизаторы, круглодонные колбы (100 мл), изогнутые газоотводные трубки с пробками для колб, кипятильники.

В круглодонной колбе емкостью 100 мл растворяют 5 г хлоруксусной кислоты в 10 мл воды. Колбу охлаждают в кристаллизаторе с ледяной водой. Хлоруксусную кислоту нейтрализуют, добавляя к ней небольшими порциями 5 г гидрокарбоната натрия. Во время нейтрализации реакционную смесь непрерывно перемешивают; она вспенивается от выделяющегося оксида углерода (IV). Нейтрализацию проводят при охлаждении во избежание гидролиза хлоруксусной кислоты – превращения ее в оксиуксусную (гликолевую) кислоту.

Напишите уравнение реакции нейтрализации хлоруксусной кислоты гидрокарбонатом натрия.

Когда выделение оксида углерода (IV) закончится, к натриевой соли хлоруксусной кислоты приливают охлажденный раствор 10 г нитрита натрия в 6 мл воды. Реакционную смесь перемешивают и вносят в нее кипятильники. Колбу укрепляют в лапке штатива и закрывают пробкой с длинной газоотводной трубкой, конец которой опускают в пустую пробирку, охлаждаемую ледяной водой (рис. 3).

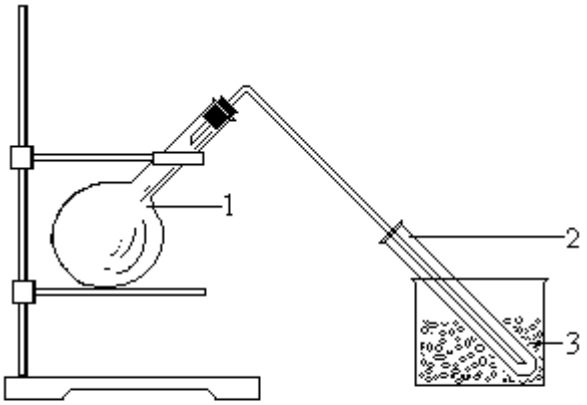


Рис. Прибор для получения нитрометана.
1 - круглодонная колба (100 мл);
2 - пробирка-приемник;
3 - стакан с ледяной водой.

Колбу осторожно нагревают небольшим пламенем горелки, следя за тем, чтобы жидкость равномерно кипела и чтобы пены не было слишком много. Постепенно реакционная смесь приобретает бурый цвет. В пробирку-приемник отгоняется смесь нитрометана (в виде тяжелой бесцветной маслообразной жидкости) и воды. Нагревание реакционной смеси прекращают, когда начинает отгоняться одна вода.

Напишите уравнения следующих реакций: взаимодействие натриевой соли хлоруксусной кислоты с нитритом натрия (рассмотрите механизм реакции – S_N2); гидролиз натриевой соли нитроуксусной кислоты; декарбоксилирование нитроуксусной кислоты.

Опыт 2. Получение динитробензола

Реактивы: нитробензол (4.2.2.1.1), азотная кислота, серная кислота, этиловый спирт. Оборудование: круглодонная колба на 100 мл, стакан, пипетки, воздушный холодильник, термометр, водяная баня, пробирки.

В круглодонную колбу наливают 17 мл концентрированной серной кислоты. Затем постепенно, при взбалтывании добавляют 12,5 мл концентрированной азотной кислоты. К полученной смеси добавляют по каплям 4,1 мл нитробензола и закрывают колбу пробкой с воздушным холодильником. Содержимое колбы при частом перемешивании нагревают 1 ч на водяной бане. После этого делают пробу на окончание реакции, для чего в пробирку с холодной водой помещают с помощью стеклянной палочки несколько капель реакционной массы. Она должна застыть в кристаллы м-динитробензола без примесей маслянистого нитробензола. В случае наличия последнего смесь нагревают еще 15 минут. Охлажденную реакционную смесь выливают при перемешивании в стакан с холодной водой, отфильтровывают затвердевший м-динитробензол и промывают водой. Очищают м-динитробензол перекристаллизацией из этилового спирта. Выход 5-6 г (75-90%), т. пл. 89,5°С. м-Динитробензол растворяется в бензоле, эфире, ацетоне, спирте.

Опыт 3. Получение о- и п-нитротолуола.

Реактивы: толуол, азотная кислота, серная кислота. Оборудование: трехгорлая колба вместимостью 250 мл; капельная воронка; термометр; делительная воронка; холодильник воздушный; мешалка. В трехгорлой колбе, снабженной мешалкой, термометром и капельной воронкой, готовят нитрующую смесь, приливая порциями к 24,3 мл (34 г) азотной кислоты 25 мл серной кислоты и следя, чтобы температура не превышала 60°С. При этой температуре добавляют по каплям 25 г (29 мл) толуола. Затем смесь перемешивают еще 30 мин, охлаждают до комнатной температуры и переносят содержимое колбы в делительную воронку. Нижний кислотный слой отделяют, а верхний, масляный слой несколько раз промывают водой и сушат прокаленным хлоридом кальция. Масло отделяют от хлорида кальция и в стаканчике или колбе охлаждают льдом, Через некоторое время выпавшие кристаллы п-нитротолуола отфильтровывают от масла. Выход 23 г (60% от теоретического). п-Нитротолуол - бледно-желтое кристаллическое вещество с т. пл. 51-54°С, т. кип. 238°С; легко

растворяется в этиловом спирте, эфире, ацетоне, бензоле, трудно - в воде. Для полной очистки его перегоняют, собирая фракцию 232-236°С. Маслянистый маточник перегоняют из того же прибора, собирая фракцию с т. кип. 216-222°С. Полученная желтая жидкость состоит в основном из о-нитротолуола. Выход 16,7 г (35% от теоретического). Т. пл. - 9,5°С (α-форма), -3,8°С (β-форма); т. кип. 219-219,5°С (α-форма), 222- 223°С (β-форма). о-Нитротолуол очень хорошо растворим в большинстве органических растворителей (этаноле, эфире, бензоле, ацетоне, хлороформе), трудно – в воде.

Опыт 4. Реакции нитрометана

Реактивы: нитрометан (из 4.2.5.1.1); едкий натр (0,1 н раствор); азотистокислый натрий, цинк (гранулированный); эфир. Оборудование: пробирки, лакмусовая бумага.

А)К нескольким каплям нитрометана добавляют воду по каплям при встряхивании до полного растворения. Проверяют реакцию раствора 174 лакмусовыми бумажками, добавляют к нему каплю раствора фенолфталеина и затем, медленно, - 0,1 н щелочь по каплям до устойчивого покраснения жидкости. К розовому раствору добавляют несколько капель раствора (хлорида железа (III)); при встряхивании с эфиром (1-2 мл) появившаяся интенсивная окраска переходит в эфирный слой.

Б) Смешивают несколько капель нитрометана, 1 мл воды и 2-3 капли концентрированного раствора щелочи. Полученную прозрачную жидкость охлаждают в воде или в снеге, прибавляют 0,5-1 мл раствора азотистокислого натрия и затем разбавленную серную кислоту по каплям до появления оранжево- красного окрашивания и последующего его исчезновения. При добавлении щелочи снова появляется окрашивание.

В)Несколько капель нитрометана растворяют в 1-2 мл конц. щелочи; вносят 2- 3 кусочка цинка и нагревают смесь. Отмечают появление характерного запаха и посинение поднесенной к отверстию пробирки влажной красной лакмусовой бумажки.

Запишите уравнения происходящих реакций.

Опыт 5. Восстановление нитробензола.

Реактивы: нитробензол (4.2.2.1.1), концентрированная соляная кислота, кусочек олова, бромная вода. Оборудование: пробирки, водяная баня. В пробирку помещают 0,5 мл концентрированной соляной кислоты, 1 каплю нитробензола и кусочек олова. Бурно протекающая реакция ослабевает через 2-3 мин. Смесь нагревают на водяной бане до исчезновения запаха нитробензола (запаха горького миндаля). Одну каплю полученного раствора переносят в другую пробирку, добавляют несколько капель бромной воды. Появление белой мути свидетельствует об образовании анилина.

Запишите уравнение реакции.

Лабораторная работа № 19
Амины

Опыт 2. Получение этиламида из ацетамида

В пробирке растворяют примерно 0,5 г ацетамида в 5 мл этилового спирта. Затем вносят в раствор 2 кусочка металлического натрия размером с горошину и быстро закрывают пробирку пробкой с изогнутой газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку-приемник, содержащую 2 мл этилового спирта. Пробирку с реакционной смесью периодически встряхивают. Реакцию ведут до полного исчезновения металлического натрия. Отмечают запах раствора в пробирке-приемнике. Полученный спиртовой раствор этиламина используют в последующих опытах.

Напишите уравнения реакций этилового спирта с натрием, восстановления ацетамида водородом (водород в момент выделения).

Опыт 3. Горение аминов и взаимодействие их с водой

В сухую пробирку помещают примерно 0,5 г хлорида метиламмония и примерно 1 г натронной извести. Смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой. Пробирку закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, и нагревают реакционную смесь пламенем горелки. Выделяющийся метиламин поджигают у конца га-

зоотводной трубки. В отличие от аммиака амины горят на воздухе. Затем подносят к отверстию газоотводной трубки влажную красную лакмусовую бумагу; она синеет, так как при растворении метиламина в воде образуются гидроксид-ионы.

Напишите уравнения реакций: образование метиламина из хлорида метиламмония и гидроксида натрия, горение метиламина, взаимодействие метиламина с водой.

Опыт 4. Образование солей аминов. Метиламин получают нагреванием хлорида метиламмония с натронной известью. К отверстию пробирки, из которой выделяется газообразный метиламин, подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Палочка окутывается туманом.

Объясните опыт и напишите уравнение реакции.

В две пробирки наливают по 1-2 мл: в одну – 3-процентный раствор хлорида железа (III), в другую – 5-процентный раствор сульфата меди (II). В каждую пробирку приливают по 1 мл раствора аминов, полученных в опыте 2 или 3. Можно в пробирки с растворами $FeCl_3$ и $CuSO_4$ пропускать газообразный метиламин. В пробирке с раствором хлорида железа (III) выпадает бурый осадок, а в пробирке с раствором сульфата меди (II) образующийся вначале осадок голубого цвета растворяется с образованием комплексной соли, окрашенной в ярко-синий цвет.

Напишите уравнения реакций (с $FeCl_3$ в ионном виде).

Опыт 5. Изонитрильная реакция (тяга!). Эта реакция специфична для первичных аминов.

1) *Образование изонитрила метиламина (работать в вытяжном шкафу!).*

В пробирку вносят несколько кристаллов хлорида метиламмония, добавляют 2-3 капли хлороформа и 1 мл 15-процентного спиртового раствора гидроксида калия. Смесь осторожно нагревают. Появляется характерный очень неприятный запах изонитрила. *(Нюхать осторожно!)* Изонитрил ядовит, поэтому после окончания опыта его гидролизуют. Для этого в охлажденную пробирку, содержащую изонитрил, приливают 3-4 мл концентрированной соляной кислоты или 10-процентного раствора серной кислоты.

Напишите уравнения реакций: образование изонитрила (CH_3—N=C:) при взаимодействии метиламина, хлороформа и гидроксида калия; гидролиз изонитрила в присутствии соляной кислоты.

2) *Образование изонитрила анилина (работать в вытяжном шкафу!).*

Реактивы: анилин, этиловый спирт, хлороформ, раствор гидроксида натрия.

В пробирку помещают 2 капли анилина, 3 капли хлороформа, 3 капли концентрированного раствора гидроксида натрия и 2 мл спирта. Смесь осторожно нагревают до начала реакции. Появляется характерный, неприятный запах изонитрила. После окончания опыта в пробирку помещают соляную или разбавленную серную кислоту для разложения изонитрила. Напишите уравнение соответствующей реакции.

Опыт 6. Реакция первичных аминов с азотистой кислотой. Эту реакцию используют как качественную реакцию на первичные амины алифатического ряда. В пробирку наливают 1 мл раствора метиламина (см. опыт 3) или растворяют в 1 мл воды 0,2 г хлорида метиламмония, затем приливают 1 мл 10-процентного раствора нитрита натрия. При добавлении к реакционной смеси нескольких капель ледяной уксусной кислоты выделяется азот в виде мелких пузырьков.

Напишите уравнение реакции.

Опыт 7. Реакция аминов с пикриновой кислотой. Большинство аминов дает с пикриновой кислотой хорошо кристаллизующиеся соединения (т.пл. 150-220 ^{o}C). Аммиак и соли аммония подобных соединений не образуют.

К 0,5 мл раствора аминов приливают 1,5 мл насыщенного водного раствора пикриновой кислоты. Смесь перемешивают, затем пробирку помещают в стакан с ледяной водой. Через некоторое время выделяются кристаллы смеси пикратов аминов.

Опыт 8. Образование и разложение солей анилина

Реактивы: анилин, этиловый спирт, концентрированная соляная кислота, разбавленная серная кислота, раствор гидроксида натрия, красная лакмусовая бумага.

К 5 - 6 каплям анилина добавляют 2-3 мл воды и смесь сильно встряхивают. В полученную эмульсию опускают красную лакмусовую бумагу. Окраска индикатора не меняется.

Эмульсию анилина делят на две части. К одной части прибавляют по каплям при встряхивании концентрированную соляную кислоту. Постепенно эмульсия превращается в однородную жидкость. При прибавлении к ней раствора гидроксида натрия жидкость мутнеет. К другой части эмульсии анилина прибавляют по каплям при встряхивании разбавленную серную кислоту. Выпадает белый осадок. При добавлении раствора гидроксида натрия осадок растворяется и жидкость мутнеет.

Напишите уравнения происходящих реакций.

Опыт 9. Бромирование анилина

Реактивы: анилин, бромная вода.

К 5 мл воды приливают 2-3 капли анилина и смесь сильно встряхивают. К полученной эмульсии по каплям прибавляют бромную воду. Смесь обесцвечивается и выпадает белый осадок трибромманилина.

Объясните легкость образования трибромзамещенного анилина и место вступления электрофильного агента в молекулу анилина. Рассмотрите механизм бромирования.

Опыт 10. Окисление анилина

Реактивы: анилин, дихромат калия, концентрированная серная кислота.

В пробирке встряхивают 0,5 мл анилина с 5 мл воды. К 1 мл полученной эмульсии прибавляют 4 мл хромовой смеси (2 г дихромата калия растворяют в 5 мл воды и осторожно прибавляют 3 мл концентрированной серной кислоты). Смесь нагревают, цвет изменяется. При дальнейшем нагревании выпадает осадок – черный анилин (краситель).

Напишите уравнение реакции образования черного анилина.

Лабораторная работа № 20
Диазосоединения

Опыт. Реакции диазосоединений с выделением азота

Реактивы: анилин, нитрит натрия, концентрированная соляная кислота, бромная вода, йодид калия, йодкрахмальная бумага, м-нитроанилин, 1-процентный раствор гидросульфита натрия, концентрированная серная кислота, раствор хлорида железа, мочевина, n-толуидин.

Оборудование: делительная воронка, прибор для перегонки с водяным паром, термометр, стаканы на 50 мл, водяная баня, лёд, колба Бунзена, воронка бюхнера.

1) *Получение фенола.* К 7 мл воды в стакане прибавляют 1,5 мл концентрированной серной кислоты, наливают 1 мл анилина и нагревают до полного его растворения. Затем смесь растворяют до 0^0С (во льду). Постепенно при перемешивании (можно термометром) прибавляют раствор 0,8 г нитрита натрия в 4 мл воды, следя за тем, чтобы температура была не выше 5-7^0С. Прибавив большую часть нитрита натрия, помещают каплю реакционной смеси на йодкрахмальную бумагу. Если посинение не наблюдается, то добавляют ещё нитрита натрия. Если же через 1-2 мин после прибавления последней порции нитрита натрия будет обнаруживаться азотистая кислота (посинение йодкрахмальной бумаги), диазотирование прекращают. Полученный прозрачный раствор соли диазония переливают в прибор для перегонки с водяным паром, добавляют кипятильники. Пробирку осторожно нагревают в стакане с горячей водой, охлаждая при этом приёмник холодной водой. После окончания выделения из пробирки газа её нагревают пламенем горелки и отгоняют с паром образовавшийся фенол. Перегонку прекращают, когда в приемник будет перегоняться прозрачная жидкость. К дистилляту по каплям прибавляют бромную воду. Происходит обесцвечивание бромной воды и образование белого осадка трибромфенола.

Напишите уравнение реакции диазотирования анилина. Рассмотрите механизм реакции.

2) *Получение йодбензола* (тяга!). В стакане смешивают 7 мл воды с 1,5 мл концентрированной серной кислоты. К раствору приливают 1 мл анилина. Смесь охлаждают до 0°С и при перемешивании добавляют 0,8 г нитрита натрия в 4 мл воды. Температура смеси должна быть не выше 5-7° С. Затем проверяют кислотность среды индикатором (конго), берут пробу раствора (стеклянной палочкой) и наносят её на йодкрахмальную бумагу. Посинение бумаги свидетельствует об окончании реакции диазотирования. Для удаления избытка азотистой кислоты в реакционной среде к соли диазония при охлаждении добавляют сухую мочевину до прекращения выделения газа. Полученную соль диазония прибавляют к раствору 2 г иодида калия в 3 мл воды. Смесь нагревают на водяной бане до прекращения выделения газа. Какой газ при этом выделяется? На дне появляется тяжелая жидкость (иодбензол), окрашенная в бурый цвет образующимся иодом. (Объясните, в результате каких реакций выделяется свободный йод.) Иодбензол отделяют делительной воронкой, встряхивают с 3—4 мл 1-процентного раствора гидросульфита натрия, водой и высушивают хлоридом натрия. Определяют показатель преломления иодбензола (1,6213).

Напишите уравнения следующих реакций: получение иодбензола и взаимодействие мочевины с азотистой кислотой. Какой газ при этом выделяется? Почему нельзя допускать избытка азотистой кислоты в реакционной среде?

3) *Получение иодтолуола (*тяга!). К 3 мл концентрированной соляной кислоты в стакане приливают 7 мл воды, 1,5 гп-толуидина. Смесь охлаждают во льду, а затем при перемешивании по каплям прибавляют раствор 0,7 г нитрита натрия в 5 мл воды, проверяя при этом кислотность среды индикатором (конго). Смесь оставляют в ледяной воде на 15 мин, а затем проверяют конец диазотирования по иодкрахмальной бумаге. Посинение бумаги свидетельствует об окончании диазотирования. Избыток азотистой кислоты удаляют прибавлением в смесь твердой мочевины (объясните, почему необходимо удалять азотистую кислоту) до прекращения выделения газа, после этого добавляют раствор 2,5 г иодида калия в 3 мл воды. Смесь слегка нагревают до начала разложения соли диазония. После прекращения выделения азота прибавляют гидроксид натрия до щелочной среды. (Почему необходимо добавление гидроксида натрия?) Смесь переносят в прибор для отгонки с водяным паром и отгоняют иодтолуол. Дистиллят 2 раза экстрагируют эфиром. Эфирные вытяжки сушат хлоридом натрия и перегоняют из пробирки с нисходящим воздушным холодильником, собирая фракцию с температурой кипения 207—210°С.

Составьте схему реакции.

4) *Получение м-нитрофенола* (тяга!). В стакане на 25 мл растворяют 2 гm-нитроанилина в 3 мл концентрированной серной кислоты и 5 мл воды. Смесь нагревают до растворения осадка, а затем охлаждают во льду до 3—5° С. К выпавшему сернокислому анилину приливают при перемешивании в течение 4—5 мин охлажденный раствор 1 г нитрита натрия в 3 мл воды, проверив при этом кислотность среды индикатором (конго). Смесь оставляют на 10 мин, а затем проверяют иодкрахмальной бумагой присутствие свободной азотистой кислоты. Для этого каплю раствора помещают на иодкрахмальную бумагу. Если она синеет, то диазотирование заканчивают. Полученную соль диазония выливают небольшими порциями в стакан с нагретым раствором серной кислоты в воде (10 мл концентрированной серной кислоты и 8 мл воды). После окончания выделения азота массу нагревают до кипения (для полного разложения соли диазония), а затем охлаждают во льду при помешивании. Выделившийся м-нитрофенол отсасывают, промывают небольшим количеством холодной воды (m-нитрофенол плавится при 97°С).

Присутствие фенольного гидроксила обнаруживают пробой с хлоридом железа.

Напишите уравнение протекающей реакции.

Лабораторная работа № 21
Азосоединения

Опыт 1. Реакции диазосоединений без выделения азота. Азосочетание.

Реактивы: диметиланилин, сульфаниловая кислота, нитрит натрия, n-ни-троанилин, β- нафтол, бензидин, нафтионовокислый натрий, ацетат натрия, концентрированная соляная кислота, 20-процентный раствор хлорида натрия, 30-процентный раствор гидроксида натрия, иодкрахмальная бумага.

Оборудование: стаканы химические на 50 мл, колба Бунзена, воронка Бюхнера, термометр, лед, пипетки, фильтровальная бумага.

1) *Получение красителя метилового оранжевого (гелиантин).* В одном стакане растворяют 1 г диметиланилина в 10 мл соляной кислоты. Во втором стакане растворяют 1 г сульфаниловой кислоты (в 2,5 мл 2 н. раствора гидроксида натрия в 5 мл воды). Охлаждённыйраствор (во льду) приливают к 2,5 мл 2 н. соляной кислоты.

К раствору в первом стакане приливают раствор из второго стакана, а затем добавляют 2 н. раствор гидроксида натрия до щелочной реакции. Краситель выпадает в виде оранжево-желтых хлопьев, его отфильтровывают, сушат между листами фильтровальной бумаги. Фильтрат разливают в две пробирки (наливают по 1 мл), разбавляют его водой. Затем прибавляют в одну пробирку разбавленную кислоту, а в другую - щёлочь. Отмечают цвет красителя в каждой пробирке.

Напишите уравнение реакции получения метилового оранжевого. Объясните механизм реакции. Найдите объяснение изменению окраски в зависимости от pH среды. Напишите строение молекулы красителя в кислой и щелочной среде.

2) *Получение красителя конго красного.* В стакане растворяют 0,5 г бензидина при нагревании в 1 мл концентрированной соляной кислоты и 10 мл воды. К раствору добавляют 15 мл воды, охлаждают до 2-3°С и при перемешивании приливают раствор 0,4 г нитрита натрия в 2 мл воды. Испытывают раствор иодкрахмальной бумагой на присутствие азотистой кислоты. Полученный диазораствор оставляют во льду на 5 мин, а затем постепенно переливают в другой стакан, содержащий охлажденный раствор 1,6 г нафтионовокислого натрия и 2 г ацетата натрия в 15 мл воды. Выпавший темно-синий осадок красителя оставляют стоять на 5 мин, а затем в реакционную смесь добавляют при нагревании 2 н. раствор карбоната натрия. Выпавший красный осадок высаливают твердым хлоридом натрия, добавляя его в раствор до насыщения. После этого осадок отсасывают, промывают на фильтре 20-процентным раствором хлорида натрия и сушат между листами фильтровальной бумаги.

Напишите уравнения реакций, объясните механизм их. В какой среде происходит азосочетание? Как меняется окраска красителя в зависимости от pH среды?

3) *Получение красителя β-нафтолового оранжевого*. В одном стакане растворяют 0,7 г β-нафтола в 10 мл 2 н. раствора гидроксида натрия при нагревании. В другом стакане растворяют при нагревании 1 г сульфаниловой кислоты в 2,5 мл 2 н. раствора гидроксида натрия. К щелочному раствору прибавляют раствор 0,4 н. нитрита натрия в 5 мл воды. Раствор охлаждают и приливают его при перемешивании к 10 мл 2 н. соляной кислоты, охлаждая льдом.

К полученному, раствору соли диазония приливают щелочной раствор β-нафтола. Выпавший краситель оставляют во льду на 30 мин, затем прибавляют 2,5 г хлорида натрия (насыщенный раствор), отфильтровывают, сушат между листами фильтровальной бумаги.

Рассмотрите возможность индикаторного перехода в различных средах. Напишите уравнение реакции получения β-нафтолового оранжевого.

4) *Получение красителя n-нитроанилинового красного*. В стакане растворяют 0,5 гn-нитроанилина в 5 мл воды и 1 мл 20-процентной соляной кислоты при нагревании. Раствор охлаждают до 5°С. Если при этом выпадает осадок, то добавляют воды и диазотируют раствором 0,3 г нитрита натрия в 4 мл воды (проба иодкрахмальной бумагой на свободную азотистую кислоту). Раствор оставляют на 30 мин. Во втором стакане растворяют 0,5 г β-нафтола в 2 мл 30-процентного раствора гидроксида натрия, добавив воду до растворения осадка.

К раствору соли диазония добавляют 1 г ацетата натрия в 4 мл воды, а затем раствор β-нафтола. Выпавший краситель отфильтровывают. Промывают 20-процентным раствором хлорида натрия, сушат на воздухе. Напишите уравнение соответствующей реакции. Возможны ли индикаторные переходы в этом красителе?

Опыт 2. Образование диазоаминобензола.

Реактивы: анилин, нитрит натрия, концентрированная соляная кислота, ацетат натрия.

Оборудование: пипетки, стаканы химические на 50 мл, колба Бунзена, воронка Бюхнера.

В стакане растворяют 0,4 мл анилина в 0,5 мл концентрированной соляной кислоты, приливают 2,5 мл воды. Раствор охлаждают ледяной водой и добавляют раствор 0,2 г нитрита натрия в 2 мл воды. К диазораствору приливают 1,2 г ацетата натрия в 5 мл воды. Выпавший осадок диазоаминобензола отсасывают, промывают водой. Часть полученного диазоаминобензола нагревают в пробирке с 2-3 мл соляной кислоты. Наблюдается выделение азота и обнаруживается запах фенола.

Напишите уравнения реакций. Объясните происходящие изменения с диазоаминобензолом. Как можно объяснить побочное образование диазоаминобензола при реакции диазотирования?

Опыт 3. Крашение азокрасителями.

Реактивы: метиловый оранжевый (гелиантин), раствор n-нитрофенилдиазония, 2 н. раствор ацетата натрия, β -нафтол, 1 н. раствор гидроксида натрия, 5 н. раствор серной кислоты

Оборудование: стаканы, фарфоровая чашка, кусочки белой ткани - шерстяной, шелковой (натуральной), хлопчатобумажной.

1) *Крашение шерсти и шелка кислотными красителями.* Растворяют 0,1 г метилового оранжевого в 50 мл воды. Раствор разливают в два стакана. В один из них добавляют 5 мл 4 н. раствора серной кислоты. Затем в оба стакана опускают кусочки белой шерстяной (или шелковой) ткани. Растворы с тканью кипятят 5 мин. Затем ткань вынимают, промывают водой, выжимают и высушивают на воздухе, развесив на стеклянных палочках. Обратите внимание на различие в интенсивности окраски кусочков ткани.

Как влияет кислотность среды на процесс окраски ткани? Объясните наблюдаемые явления.

2) *Ледяное крашение*. Полоску белой хлопчатобумажной ткани пропитывают 2-процентным раствором β-нафтола в 1 н. растворе гидроксида натрия. Ткань отжимают, развешивают на стеклянных палочках и высушивают над плиткой или горелкой в токе горячего воздуха. Высушенную ткань помещают в фарфоровую чашку и обливают раствором хлористого п-нитрофенилдиазония1, а затем добавляют 2 н. раствор ацетата натрия, при этом ткань окрашивается в красный цвет.

Лабораторная работа № 22
Аминокислоты

Опыт 1. Свойства аминокислот

Реактивы: 2-процентный раствор аминоуксусной кислоты (глицин), 10-процентный раствор аминоуксусной кислоты, 1-процентный раствор аминоуксусной кислоты, растворы индикаторов в капельницах: метиловый оранжевый, метиловый красный, лакмус, 40-процентный раствор формальдегида (формалин) – нейтрализованный, оксид меди (II), 10-процентный раствор гидроксида натрия, 10-процентный раствор нитрита натрия, ледяная уксусная кислота, 0,1-процентный раствор нингидрина, натрий металлический, ε-капролактам.

Оборудование: химические стаканы (100 мл), лед фильтровальная бумага, пинцеты, скальпели, бани песчаные, термометры (300°С), штатив с пробирками.

1) *Отношение моноаминомонокарбоновых кислот к индикаторам.* В три пробирки наливают по 1 мл 2-процентного раствора аминоуксусной кислоты (глицина) и добавляют

по 2 капли растворов индикаторов: в одну пробирку – метилового оранжевого, в другую – метилового красного, в третью – лакмуса.

Меняется ли окраска индикаторов? Объясните результаты опыта.

2) *Реакция аминоуксусной кислоты с формальдегидом.* В пробирку к 2 мл 2-процентного раствора аминоуксусной кислоты прибавляют 1 каплю индикатора метилового красного. Раствор окрашивается в желтый цвет. Этот индикатор применяют для обнаружения в растворах кислот: в кислой среде в интервале pH 4,2 – 6,2 желтая окраска индикатора меняется на красную. Водный раствор аминоуксусной кислоты имеет нейтральную реакцию.

Добавляют к раствору аминоуксусной кислоты 1 мл нейтрализованного формалина. Желтая окраска раствора переходит в красную, следовательно, реакция раствора стала кислой. Формальдегид присоединяется к аминогруппам, связывает их, карбоксильные группы при этом освобождаются и обусловливают кислую реакцию раствора.

Напишите уравнения реакций аминоуксусной кислоты с 1 моль формальдегида (образование N-монооксиметиламиноуксусной кислоты) и с 2 моль формальдегида (образование N,N-диоксидиметиламиноуксусной кислоты).

3) *Образование медной соли аминоуксусной кислоты.* В пробирке нагревают при встряхивании смесь 0,5 г оксида меди (II) и 2-3 мл 2-процентного раствора аминоуксусной кислоты. Через 2-3 минуты пробирку ставят в штатив. После отстаивания хорошо видна синяя окраска раствора. Отливают примерно 0,5 мл раствора и добавляют к нему 1-2 капли 10-процентного раствора гидроксида натрия. Выпадает ли осадок гидроксида меди (II)?

Избыточную жидкость сливают с осадка оксида меди (II) в пробирку и охлаждают ее в стакане с ледяной водой. Постепенно выпадают кристаллы труднорастворимой медной соли аминоуксусной кислоты. Образование комплексных окрашенных в синий цвет медных солей характерно для α-аминокислот.

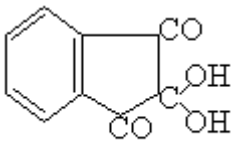
Напишите уравнение реакции образования комплексной медной соли аминоуксусной кислоты.

4) *Реакция аминокислот с азотистой кислотой*. Аминокислоты, как и первичные амины, реагируют с азотистой кислотой с выделением азота. Эту реакцию используют для количественного определения аминокислот.

К 2 мл 10-процентного раствора аминоуксусной кислоты приливают 2 мл 10-процентного раствора нитрита натрия и 2 капли ледяной уксусной кислоты. При встряхивании содержимого пробирки обильно выделяются пузырьки газа азота.

Напишите уравнение реакции аминоуксусной кислоты с азотистой кислотой.

5) *Реакция α-аминокислот с нингидрином*. Реакция с нингидрином очень чувствительна. Ее применяют для качественного и количественного анализа α-аминокислот. Нингидрин разлагает α-аминокислоты на альдегиды, оксид углерода (IV) и аммиак.



Нингидрин

Аммиак конденсируется с избытком нингидрина и с продуктами его восстановления. Продукты конденсации окрашены в розово-фиолетовый цвет. Различные α-аминокислоты образуют окрашенные соединения, отличающиеся оттенком. Механизм реакции α-аминокислот с нингидрином рассматривается в курсе биохимии.

К 2 мл 1-процентного раствора аминоуксусной кислоты приливают 2-3 капли 0,1-процентного раствора нингидрина. Содержимое пробирки встряхивают и ставят в штатив. Через некоторое время появляется фиолетовая окраска с синеватым оттенком.

Лабораторная работа № 23
Моносахариды

Опыт 1. Реакции на гидроксильные группы в моносахаридах

Реактивы: 1-процентный раствор глюкозы, 1-процентный раствор фруктозы, 10- и 20-процентный растворы глюкозы, 10-процентный раствор гидроксида натрия, 5-процентный раствор сульфата меди (II), известковое молоко (свежеприготовленная 10-15-процентная суспензия гидроксида кальция в воде).

Оборудование: водяная баня, термометр на 100°С, прибор для получения CO_2, стеклянные воронки, фильтровальная бумага, пипетки.

1) *Реакция моносахарида со щелочным раствором гидроксида меди (II).* В пробирке смешивают 2 мл 1-процентного раствора глюкозы и 1 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия, затем по каплям добавляют 5-процентный раствор сульфата меди. Образующийся вначале голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании растворяется, получается синий прозрачный раствор комплексного алкоголята (сахарата) меди (II). Реакция доказывает присутствие нескольких гидроксильных групп в молекуле глюкозы. Опыт повторяют с использованием 1-процентного раствора фруктозы.

Напишите уравнение реакции глюкозы с гидроксидом меди (II).

2) *Реакция моносахаридов с гидроксидом кальция.* К 2 мл 20-процентного раствора глюкозы добавляют по каплям при встряхивании известковое молоко. Гидроксид кальция растворяется, образуя глюкозат кальция. Гидроксид кальция добавляют до появления нерастворимого осадка. Раствор фильтруют. Через фильтрат пропускают ток углекислого газа из прибора. Выпадает осадок карбоната кальция, который растворяется при избытке CO_2.

Напишите уравнения реакций: образование глюкозата кальция и взаимодействие глюкозата с углекислым газом.

Опыт 2. Реакции на карбонильные группы в моносахаридах.

Реактивы: 1-процентный раствор глюкозы, 1-процентный раствор фруктозы, 2-процентный раствор глюкозы, 2-процентный раствор фруктозы, 10-процентный раствор глюкозы, 10-процентный раствор формальдегида, фуксинсернистая кислота, 5-процентный раствор сульфата меди (II), 10-процентный раствор гидроксида натрия, реактив Фелинга, бромная вода (насыщенный раствор), 1-процентный раствор хлорида железа (III), 1-процентный раствор фенола, 1-процентный раствор нитрата серебра, 5-процентный раствор глюкозы.

Оборудование: водяная баня, термометр на 100°С, пипетки.

1) *Реакции фуксинсернистой кислоты с формальдегидом и глюкозой.* В две пробирки наливают по 1,5 мл раствора фуксинсернистой кислоты. В одну пробирку приливают 1,5 мл 10-процентного раствора формальдегида, в другую – 1,5 мл 10-процентного раствора глюкозы. Содержимое пробирок перемешивают. Через некоторое время в пробирке с формальдегидом появляется фиолетово-розовое окрашивание. Раствор, содержащий глюкозу, остается неокрашенным.

Почему глюкоза (и другие моносахариды) не дает некоторых реакций на карбонильные группы? Например, она не реагирует с фуксинсернистой кислотой и с гидросульфитом натрия.

2) *Окисление моносахаридов гидроксидом меди (II) в щелочной среде.* В пробирке смешивают 3 мл 1-процентного раствора гидроксида натрия. Затем по каплям при встряхивании добавляют 5-процентный раствор сульфата меди до появления не исчезающей при встряхивании мути. Избыток гидроксида меди (II) мешает реакции, так как при нагревании он теряет воду и превращается в оксид меди CuO черного цвета. Если же гидроксида меди (II) слишком мало, то не связанная с ним глюкоза при нагревании осмоляется, продукты осмоления темного цвета маскируют реакцию. Содержимое пробирки нагревают до начинающегося кипения так, чтобы нагревалась лишь верхняя часть раствора, а нижняя оставалась для контроля. В нагретой части раствора появляется желтый осадок гидроксида меди (I), вскоре переходящий в красный осадок оксида меди (I). Опыт повторяют, но вместо раствора глюкозы берут 1-процентный раствор фруктозы.

В условиях опыта одинаково легко окисляются гидроксидом меди (II) и альдозы (глюкоза), и кетозы (фруктоза). Объясняется это тем, что при нагревании с окислителем в щелочной среде углеродные цепи молекул моносахаридов расщепляются, при этом образуется смесь веществ, в том числе легко окисляющихся (формальдегид, муравьиная кислота и др.). Среди продуктов окисления обнаружена также глюконовая (одноосновная) кислота. Она образуется при окислении глюкозы, которая образуется из фруктозы в результате процесса эпимеризации.

Напишите уравнение реакции окисления глюкозы в глюконовую кислоту гидроксидом меди (II).

3) *Окисление моносахаридов реактивом Фелинга.* Наливают в две пробирки по 1,5 – 2 мл растворов моносахаридов: в одну пробирку – 1-процентный раствор глюкозы, в другую – 1-процентный раствор фруктозы. Затем в каждую пробирку добавляют равный объем реактива Фелинга, содержимое пробирок перемешивают и нагревают верхнюю часть раствора до начинающегося кипения. В верхней части жидкости в обеих пробирках появляется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный осадок оксида меди (I), нижняя часть жидкости, которую не нагревали, остается синей.

Реактивом Фелинга пользоваться удобнее, чем гидроксидом меди (II), так как при нагревании смеси его с раствором моносахарида не происходит образования черного осадка оксида меди (II), маскирующего красный цвет осадка оксида меди (I). Реакция с фелинговой жидкостью протекает быстрее и более четко. Этой реакцией пользуются для качественного и количественного анализа моносахаридов и для отличия восстанавливающих дисахаридов от невосстанавливающих.

Что такое реактив Фелинга? Какое строение имеет этот реактив и как его готовят? Напишите уравнение реакции окисления глюкозы в глюконовую кислоту реактивом Фелинга.

4) *Окисление моносахаридов аммиачным раствором оксида серебра (реакция серебряного зеркала).* Сначала готовят аммиачный раствор гидроксида из 4 – 5 мл 1-процентного раствора нитрата серебра. Аммиачный раствор гидроксида серебра делят пополам. К одной части приливают 1,5 мл 1-процентного раствора глюкозы, к другой - 1,5 мл 1-процентного раствора фруктозы. Обе пробирки помещают на 5-10 минут водяную баню, нагретую до 70-80°С. Металлическое серебро в обеих пробирках выделяется на стенках в виде зеркального налета. Во время нагревания пробирки нельзя встряхивать, иначе металлическое серебро выделится в виде черного осадка, а не на стенках пробирок. Чтобы получить хорошее зеркало, в пробирках предварительно кипятят 10-процентный раствор гидроксида натрия, затем их споласкивают дистиллированной водой.

Среди продуктов окисления глюкозы образуется и альдоновая (одноосновная) глюконовая кислота. Напишите уравнения реакций: образование аммиачного раствора гидроксида серебра и окисление D-глюкозы до D-глюконовой кислоты аммиачным раствором гидроксида серебра.

5) *Окисление моносахаридов бромной водой (тяга!).* В две пробирки наливают по 3 мл бромной воды и добавляют по 0,5 мл 2-процентных растворов моносахаридов: в одну – глюкозу, в другую – фруктозу. Пробирки нагревают в кипящей водяной бане в течение 15 минут. Если бурая окраска брома за это время не исчезнет, реакционные смеси кипятят до обесцвечивания на пламени горелки (примерно 1 минута). После охлаждения к растворам добавляют по нескольку капель 1-процентного раствора хлорида железа (III), окрашенного фенолом в фиолетовый цвет. Сравните окраску растворов в обеих пробирках.

Напишите уравнение реакции окисления глюкозы бромом в глюконовую кислоту. Какой моносахарид – глюкоза или фруктоза – легче окисляется в условиях опыта?

Опыт 3. Осмоление моносахаридов

Реактивы: 10-процентный раствор глюкозы, 30-40-процентный раствор гидроксида натрия, 10-процентный раствор серной кислоты.

Оборудование: кипятильники.

В пробирке смешивают 1 мл 10-процентного раствора глюкозы и 1 мл концентрированного раствора гидроксида натрия, вносят в смесь кипятильники и кипятят ее в течение 2-3 минут. При выполнении опыта необходимо соблюдать осторожность: реакционная смесь кипит толчками, ее может выбросить из пробирки. Жидкость в пробирке приобретает желтый, затем бурый цвет. После охлаждения ее подкисляют 10-процентным раствором серной кислоты, при этом окраска бледнеет, и появляется запах жженого сахара.

При нагревании с концентрированным раствором щелочи моносахариды осмоляются и окисляются, образуется сложная смесь веществ. В ней содержатся продукты полимеризации и конденсации соединений, получающихся при распаде моноз, а также найдены молочная и муравьиная кислоты. Продукты осмоления содержат свободные гидроксильные группы, этим объясняется их растворимость в воде.

Лабораторная работа № 24
Дисахариды

Опыт 1. Реакции на гидроксильные группы дисахаридов

Реактивы: известковое молоко, 1-процентный раствор сахарозы, 1-процентный раствор лактозы (или мальтозы), 20-процентный раствор сахарозы, 10-процентный раствор гидроксида натрия, 5-процентный раствор сульфата меди (II).

Оборудование: химические стаканы (25-50 и 100 мл), мерные цилиндры (10 мл), химические воронки, фильтровальная бумага, лед.

1) *Получение сахарата кальция.* В стакан (25-50 мл) наливают 5-7 мл 20-процентного раствора сахарозы и по каплям при перемешивании добавляют свежеприготовленное известковое молоко. Гидроксид кальция растворяется в растворе сахарозы. Затем приливают избыток известкового молока (3-4 мл), перемешивают реакционную смесь стеклянной палочкой и оставляют ее на 5-7 минут. Затем отфильтровывают в пробирку раствор, в котором содержатся растворимые на холоде сахараты кальция. При нагревании фильтрата до кипения выпадает мелкокристаллический осадок сахаратов кальция:

$C_{12}H_{22}O_{11}\cdot CaO\cdot 2H_2O$, $C_{12}H_{22}O_{11}\cdot 3CaO\cdot 6H_2O$ и др.

При охлаждении реакционной смеси в стакане с ледяной водой осадок снова растворяется. Способность сахарозы давать растворимые сахараты кальция используется в промышленности для очистки сахара при выделении его из сахарной свеклы.

Напишите уравнение реакции образования моносахарата кальция.

2) *Реакция дисахаридов с гидроксидом меди (II) в щелочном растворе.* В пробирке смешивают 1,5 мл 1-процентного раствора сахарозы и 1,5 мл 10-процентного раствора гидроксида натрия. В другой пробирке смешивают такие же количества 1-процентного раствора лактозы (или мальтозы) и 10-процентного раствора щелочи. Затем в каждую пробирку по каплям добавляют 5-процентный раствор сульфата меди (II). Образующийся вначале бледно-голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании растворяется, растворы приобретают синеватую окраску вследствие образования комплексных сахаратов меди (II).

Напишите уравнения реакции образования моносахарата меди (II). Какой вывод можно сделать из данного опыта?

Опыт 2. Реакции дисахаридов по карбонильным группам (сравнение свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов)

Реактивы: 1-процентный раствор сахарозы, 1-процентный раствор лактозы (или мальтозы), реактив Фелинга, уксусная кислота, 10-процентный раствор гидроксида натрия, 40-процентный раствор гидроксида натрия, молоко, разбавленное водой в объемном отношении 1:1, 5-процентный раствор мальтозы, раствор уксуснокислого фенилгидразина.

Оборудование: химические стаканы (25 мл), мерные цилиндры (10 мл), химические воронки, фильтровальная бумага, фенолфталеиновая индикаторная бумага, кипятильники, микроскопы, предметные и покровные стекла, водяные бани.

1) *Реакция дисахаридов с реактивом Фелинга.* В три пробирки наливают по 1,5-2 мл 1-процентных растворов сахарозы, мальтозы, и лактозы. Затем в каждую пробирку добавляют равный объем реактива Фелинга, жидкости перемешивают и нагревают в пламени

горелки верхнюю часть растворов до начинающегося кипения. Нижняя часть растворов не должна нагреваться.

Во всех ли пробирках появляется красный осадок оксида меди (I)? Объясните результаты опыта. Напишите уравнения реакций с гидроксидом меди (II) для тех сахаридов, которые дают положительную реакцию с реактивом Фелинга.

2) *Обнаружение лактозы в молоке*. В небольшой химический стакан (25 мл) наливают 5-7 мл молока, разбавленного водой (1:1), и добавляют к нему несколько капель уксусной кислоты при перемешивании смеси стеклянной палочкой. В кислой среде белок свертывается и выпадает в виде хлопьев.

Осадок отфильтровывают и отбрасывают, а фильтрат нейтрализуют 10-процентным раствором гидроксида натрия до слабощелочной реакции по индикаторной фенолфталеиновой бумажке. Раствор щелочи добавляют по каплям при перемешивании жидкости стеклянной палочкой. Отливают 2 мл полученного щелочного раствора, добавляют к нему 2 мл реактива Фелинга, смесь перемешивают и нагревают верхнюю часть раствора до начинающегося кипения.

Меняется ли окраска раствора? Объясните опыт и напишите уравнение реакции.

3) *Получение озазонов мальтозы и лактозы.* Озазоны мальтозы и лактозы получают по методике, описанной в работе «Альдегиды и кетоны».

Полученные озазоны рассматривают под микроскопом. Кристаллы озазона мальтозы имеют форму игл, частично образующих скопления. Кристаллы озазона лактозы имеют форму пластинок, образующих розетки. Форму кристаллов зарисовывают в рабочий журнал.

Напишите уравнения реакций образования озазанов мальтозы и лактозы.

4) *Осмоление восстанавливающих дисахаридов.* В три пробирки наливают по 1,5 мл 1-процентных растворов мальтозы, лактозы и сахарозы. В каждую пробирку добавляют равный объём 40-процентного раствора гидроксида натрия. Вносят кипятильники и кипятят полученные растворы в течение нескольких минут. (Осторожно, щелочные жидкости кипят толчками.) В пробирках с восстанавливающими дисахаридами (мальтозой и лактозой) растворы приобретают бурую окраску. Раствор сахарозы не меняется.

При нагревании восстанавливающих дисахаридов с концентрированной щёлочью образуется сложная смесь продуктов – происходит осмоление.

Опыт 3. Гидролиз (инверсия) сахарозы

Реактивы: 1-процентный раствор сахарозы, 10-процентный раствор серной кислоты, реактив Фелинга, реактив Селиванова, сухой гидрокарбонат натрия.

Оборудование: термометры, водяные бани.

В пробирку наливают 3 мл 1-процентного раствора сахарозы и прибавляют 1 мл 10-процентного раствора серной кислоты. Полученный раствор кипятят в течение 1-2 минут, затем охлаждают и делят на две части. Половину раствора нейтрализуют сухим гидрокарбонатом натрия, добавляя его небольшими порциями при перемешивании. (*Осторожно, жидкость вспенивается от выделяющегося оксида углерода (IV).*) После нейтрализации (когда прекратится выделение CO_2) приливают равный объем реактива Фелинга и нагревают верхнюю часть жидкости до начинающегося кипения.

Изменяется ли окраска реакционной смеси?

В другой пробирке нагревают смесь 1,5 мл 1-процентного раствора сахарозы с равным объемом реактива Фелинга. Сравнивают результаты опыта - реакцию сахарозы с реактивом Фелинга до и после гидролиза.

Объясните процесс. Напишите уравнение реакции гидролиза сахарозы.

Вторую половину гидролизата сахарозы используют для обнаружения фруктозы (кетозы) реакцией Селиванова. В две пробирки наливают по 2 мл реактива Селиванова (раствор резорцина в соляной кислоте), затем в одну пробирку прибавляют 2 капли 1-процентного раствора фруктозы, а в другую – 2 капли 1-процентного раствора глюкозы. Обе пробирки одновременно помещают в водяную баню с температурой 80°С и выдерживают в

течение 8 минут. Сравнивают окраску растворов в пробирках с глюкозой и фруктозой. Параллельно проводят реакцию Селиванова с раствором негидролизованной сахарозы.

Сравните окраску растворов в двух пробирках. Объясните опыт.

Опыт 4. Цветные реакции на дисахариды

Реактивы: 10-процентный раствор сахарозы, 2-процентный раствор сульфата кобальта, 2-процентный раствор сульфата никеля, 5-процентный раствор гидроксида натрия, 5-процентный раствор мальтозы, 5-процентный раствор лактозы, 10-процентный раствор аммиака, 5-процентный раствор солянокислого метиламина, 20-процентный раствор гидроксида натрия.

Оборудование: пипетки, термометры, водяные бани.

1) *Реакции на сахарозу с сульфатами никеля и кобальта.* В две пробирки наливают по 2,5 мл 10-процентного раствора сахарозы и по 1 мл 5-процентного раствора гидроксида натрия. Затем в одну пробирку добавляют несколько капель 2-процентного раствора сульфата кобальта, в другую – несколько капель 2-процентного раствора сульфата никеля. В пробирке с солью кобальта появляется фиолетовое окрашивание, а с солью никеля – зеленое.

2) *Реакции на восстанавливающие дисахариды с аммиаком и с метиламином.* В пробирку наливают 1 мл 10-процентного раствора аммиака. Смесь встряхивают и нагревают в водяной бане при 80-90°С до появления красного окрашивания.

В другой пробирке смешивают 2,5 мл 5-процентного раствора мальтозы и 0,5 мл 5-процентного раствора солянокислого метиламина. Смесь кипятят 3-5 минут. После охлаждения в пробирки по каплям добавляют 20-процентный раствор гидроксида натрия при перемешивании до сильнощелочной реакции (примерно 1 мл). Появляется желтое окрашивание, переходящее в ярко-красное. Опыт повторяют с 5-процентным раствором лактозы.

Лабораторная работа № 25
Полисахариды

Опыт 1. Качественные реакции на углеводы

Реактивы: крахмал (или целлюлоза), сахароза (или глюкоза), 15-процентный раствор α-нафтола, концентрированная серная кислота, реактив Фелинга, 1-процентный крахмальный клейстер, 1-процентный раствор гликогена, разбавленный раствор иода в иодиде калия (светло-желтого цвета).

Оборудование: древесные опилки (сухие), пипетки, изогнутые газоотводные трубки, фильтровальная бумага, химические стаканы (100 мл), лёд.

1) *Реакция углеводов с α-нафтолом (реакция Молиша).* В две пробирки наливают по 1 мл воды и вносят очень небольшое количество углеводов: в одну пробирку – сахарозу (или глюкозу), в другую – крахмал (или целлюлозу). Затем в каждую пробирку добавляют 1-2 капли 15-процентного раствора α-нафтола и, наклонив пробирку, по стенкам из пипетки осторожно приливают по 1 мл концентрированной серной кислоты. Образуются два слоя: внизу – серная кислота, сверху – водный слой. Через небольшой промежуток времени на границе двух слоев появляется окрашенное кольцо, сначала зеленоватого цвета, потом фиолетовое.

Реакция с α-нафтолом – качественная реакция на углеводы.

При взаимодействии с концентрированной серной кислотой углеводы разлагаются, наряду с другими продуктами разложения образуется фурфурол и его производные; они конденсируются с α -нафтолом с образованием окрашенных продуктов.

Напишите уравнение реакции дегидратации D-глюкозы (образование оксиметилфурфурола).

2) *Реакция высших полисахаридов с реактивом Фелинга.* В две пробирки наливают по 1-1,5 мл 1-процентного крахмального клейстера и 1-процентного раствора гликогена и добавляют равный объем реактива Фелинга. Жидкости перемешивают и нагревают верхнюю часть растворов до начинающегося кипения.

Изменяется ли окраска растворов? Объясните опыт.

3) *Реакция с йодом.* В две пробирки наливают по 1 мл 1-процентных растворов крахмального клейстера и гликогена и затем добавляют по нескольку капель сильно разбавленного водой раствора йода в иодиде калия. В пробирке с крахмалом появляется интенсивное синее окрашивание. При нагревании этого раствора до кипения синяя окраска исчезает, при охлаждении раствора снова появляется. Гликоген с раствором йода дает красно-бурое окрашивание.

Йодокрахмальная реакция применяется в аналитической химии для открытия как крахмала, так и йода. Крахмал широко применяется в качестве индикатора в йодометрии.

4) *Реакция на пентозаны (образование фурфурола).* В пробирку вносят сухие древесные опилки (высота слоя 1-1,5 см) и добавляют соляную кислоту (1:1), в таком количестве, чтобы она покрыла опилки. На полоску фильтровальной бумаги наносят 1-2 капли анилина 1-2 капли ледяной уксусной кислоты (в то же пятно). Смоченную уксуснокислым анилином фильтровальную бумагу подносят к отверстию пробирки и кипятят смесь опилок с соляной кислотой. Фурфурол, содержащийся в выделяющихся парах, образует на бумаге яркое розово-красное пятно. Для отгонки фурфурола, летучего с водяным паром, пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой, конец, которой опускают в пустую пробирку-приёмник, охлаждаемую в стакане с ледяной водой. Отгоняют несколько капель водной эмульсии фурфурола. В пробирку-приёмник добавляют 1 каплю анилина и 1 каплю ледяной уксусной кислоты. Появляется окрашивание.

Объясните опыт и напишите уравнения следующих реакций: гидролиз пентозанов, дегидратация пентоз (образование фурфурола).

Опыт 2. Кислотный гидролиз крахмала.

Реактивы: 1-процентный крахмальный клейстер, 10-процентный раствор серной кислоты, разбавленный раствор йода в йодиде калия (светло-жёлтого цвета), 10-процентный раствор гидроксида натрия.

Оборудование: конические колбы (50 мл), пипетки, мерные цилиндры (50 и 10 мл), фарфоровые чашки, индикаторная фенолфталеиновая бумага, реактив Фелинга.

В коническую колбу ёмкостью 50 мл наливают 20-25 мл 1-процентного крахмального клейстера и 3-5 мл 10-процентного раствора серной кислоты. В 7-8 пробирок наливают по 1 мл очень разбавленного йода в йодиде калия. Пробирки ставят в штатив. В первую пробирку вносят 1-3 капли подготовленного для опыта раствора крахмала. Отмечают образовавшуюся окраску. Затем колбу нагревают на асбестовой сетке небольшим пламенем горелки. Через 30 с после начала кипения отбирают пипеткой вторую пробу раствора, которую вносят во вторую пробирку с раствором йода. После встряхивания отмечают цвет раствора. В дальнейшем отбирают пробы раствора через каждые 30 с и вносят их в последующие пробирки с раствором йода. Отмечают постепенное изменение окраски растворов при реакции с йодом. Изменение окраски происходит в следующем порядке: синяя, сине-фиолетовая, красно-фиолетовая, красновато-бурая, оранжевая, оранжево-жёлтая, жёлтая (цвет йода).

После того как реакционная смесь перестанет давать окраску с йодом, её кипятят ещё 2-3 мин, после чего охлаждают и нейтрализуют 10-процентным раствором гидроксида натрия, добавляя его по каплям до щелочной реакции среды (появление розовой окраски на фенолфталеиновой индикаторной бумаге).

Часть щелочного раствора переливают в пробирку, смешивают с равным объёмом реактива Фелинга и нагревают верхнюю часть жидкости до начинающегося кипения.

Выпадает ли красный осадок оксида меди (I)? Напишите уравнение реакции гидролиза крахмала, укажите промежуточные и конечный продукты. Объясните, почему в процессе гидролиза изменяется окраска гидролизата с йодом.

Опыт 3. Свойства целлюлозы

Реактивы: медно - аммиачный раствор (реактив Швейцера), концентрированная серная кислота, концентрированная азотная кислота, концентрированная уксусная кислота, уксусный ангидрид, 80-процентный раствор серной кислоты (80 мл концентрированной

серной кислоты и 20 мл воды), 5-процентный раствор аммиака, раствор иода в иодиде калия, сухой карбонат натрия, реактив Фелинга, 40-процентный раствор гидроксида натрия, 10-процентный раствор соляной кислоты.

Оборудование: вата гигроскопическая, фильтровальная бумага, химические стаканы (25, 100 и 300 мл), фарфоровые чашки, воздушные холодильники.

1) *Растворение целлюлозы в медно - аммиачном растворе (реактиве Швейцера).* В пробирку наливают 5 мл медно - аммиачного раствора (реактива Швейцера), опускают в него очень маленький кусочек гигроскопической ваты (целлюлозы) и тщательно перемешивают содержимое пробирки стеклянной палочкой до полного растворения ваты. Получается вязкая прозрачная жидкость ярко-синего цвета. Ее выливают тонкой струей в стакан, содержащий около 100 мл теплой воды, подкисленной 2-3 мл концентрированной серной кислоты. Целлюлоза выделяется из раствора в виде хлопьев. Способностью целлюлозы растворяться в реактиве Швейцера пользуются при производстве медно - аммиачного искусственного шелка.

2) *Получение растительного пергамента (амилоида).* В три фарфоровые чашки наливают: в первую – 80-процентный раствор серной кислоты, во вторую – дистиллированную воду, в третью – 5-процентный раствор аммиака. В раствор серной кислоты опускают на 8-10 с среднюю часть полоски фильтровальной бумаги (10×3 см), сухие концы бумаги держат в руках. Промывают участок бумаги, обработанный кислотой, в воде, налитой во вторую чашку. Затем нейтрализуют остатки кислоты разбавленным раствором аммиака. Просушивают полученный растительный пергамент между листами фильтровальной бумаги и сравнивают вид и прочность обработанного кислотой участка бумаги с необработанным. Наносят каплю разбавленного раствора иода на обработанный кислотой участок бумаги. Какая получается окраска? Объясните опыт.

3) *Кислотный гидролиз целлюлозы.* В сухую коническую колбу емкостью 50-100 мл помещают немного мелко нарезанных кусочков фильтровальной бумаги (целлюлозы) и смачивают их концентрированной серной кислотой. Тщательно перемешивают содержимое колбы стеклянной палочкой до полного разрушения бумаги и образования бесцветного вязкого раствора. После этого к нему добавляют небольшими порциями при перемешивании 15-20 мл воды (*осторожно!*), колбу соединяют с воздушным обратным холодильником и кипятят реакционную смесь 20-30 минут, периодически перемешивая. После окончания гидролиза отливают 2-3 мл жидкости, нейтрализуют ее сухим карбонатом натрия, добавляя его небольшими порциями (жидкость вспенивается), и обнаруживают присутствие восстанавливающих сахаров реакцией с реактивом Фелинга.

Напишите уравнение реакции гидролиза целлюлозы и объясните опыт.

4) *Реакция целлюлозы со щелочью.* В небольшой стакан наливают 40-процентный раствор гидроксида натрия и опускают в него полоску фильтровальной бумаги. Вторую полоску такого же размера опускают в стакан с водой (контрольный образец). Через 5-7 минут полоски бумаги вынимают. Образец, который был в воде, отжимают в фильтровальной бумаге. Второй образец – из стакана с раствором гидроксида натрия – промывают водой (в стакане или фарфоровой чашке), затем 10-процентным раствором соляной кислоты и снова водой. Промытую полоску отжимают в фильтровальной бумаге. Когда обе бумажные полоски высохнут, сравнивают их длину и плотность.

При обработке целлюлозы концентрированными растворами щелочей образуется «щелочная целлюлоза» (алкалицеллюлоза).

В растворе щелочи целлюлоза сильно набухает, ее волокна становятся толще и короче. Обработанная щелочью полоска бумаги (или ткани) становится более плотной и короткой по сравнению с контрольной. В текстильной промышленности обработку щелочью хлопчатобумажных тканей и ниток проводят с целью их облагораживания (мерсеризация).

5) *Получение и свойства нитратов целлюлозы.* В небольшую колбу наливают 4 мл концентрированной азотной кислоты и осторожно при размешивании добавляют 8 мл концентрированной серной кислоты. Разогревшуюся смесь несколько охлаждают и помещают

в неё с помощью стеклянной палочки небольшой кусочек ваты. Реакционную смесь периодически перемешивают стеклянной палочкой и нагревают на водяной бане (60-70^{0}С) 5 мин. Затем вату вынимают и тщательно промывают водой сначала в стакане, а потом в струе воды под водопроводным краном. Избыток воды отжимают в фильтровальной бумаге, вату разрыхляют и высушивают в фарфоровой чашке на кипящей водяной бане. В условиях опыта получается в основном динитрат целлюлозы – коллоксилин.

Напишите схему реакции образования динитрата целлюлозы.

Высушенный волокнистый нитрат целлюлозы (светло-жёлтого цвета) делят на три части. Одну часть кладут на асбестовую сетку и поджигают. Рядом поджигают кусок гигроскопической ваты. Отмечают разницу в характере горения этих двух образцов.

Вторую часть коллоксилиновой ваты помещают на дно сухой пробирки и нагревают её в пламени горелки. Коллоксилин при нагревании разлагается и вылетает из пробирки.

Третью часть коллоксилина растворяют растворяют при перемешивании палочкой в смеси этилового спирта и диэтилового эфира (1:3). Образуется вязкий раствор – коллодий. Часть коллодия наливают на стекло, после испарения растворителя образуется твёрдая плёнка. Её вносят тигельными щипцами в пламя горелки. Плёнка коллодия сгорает медленнее, чем коллоксилиновая вата.

6) *Получение и свойства триацетата целлюлозы.* В стакан ёмкостью 25 мл или в фарфоровую чашку помещают небольшой кусочек гигроскопической ваты (примерно 0,4 г), заливают его водой и выдерживают в ней 3-5 мин. Затем вату вынимают из воды, отжимают в фильтровальной бумаге, расщипывают и погружают небольшими порциями при помешивании стеклянной палочкой в коническую колбочку (50 мл), в которой находится смесь 5 мл уксусного ангидрида, 5 мл ледяной уксусной кислоты и 1-2 капель концентрированной серной кислоты (катализатор). При внесении в колбу влажной ваты происходит разогревание реакционной смеси, поэтому колбу охлаждают холодной водой. Когда саморазогревание смеси прекратится (через 5-10 мин), колбу помещают в нагретую водяную баню и тщательно перемешивают реакционную смесь стеклянной палочкой до полного растворения целлюлозы. Полученный раствор выливают тонкой струёй при перемешивании в стакан с 250 мл холодной воды. Выпадает ацетилцеллюлоза в виде хлопьев. Их отсасывают на воронке Бюхнера, промывают водой, расщипывают и сушат в фарфоровой чашке на кипящей водяной бане. Сухая ацетицеллюлоза представляет собой аморфную массу, которая легко растирается в порошок. В условиях опыта получается преимущественно триацетат целлюлозы.

Напишите уравнение реакции получения триацетата целлюлозы.

Часть сухого ацетата целлюлозы переносят в пробирку с 2 мл ацетона и при перемешивании нагревают смесь до кипения. Выдерживают при слабом кипении примерно 2 мин. Полученный раствор сливают с осадка на часовое стекло и дают ацетону испариться. Образуется ли на стекле плёнка?

Остальную часть сухого ацетата целлюлозы растворяют при слабом нагревании в 1-2 мл хлороформа. Полученный вязкий раствор выливают на стеклянную пластинку (10х10) см и оставляют в горизонтальном положении для высушивания (в вытяжном шкафу). Чтобы снять получившуюся плёнку, стекло осторожно поливают водой. Затем плёнку высушивают между листами фильтровальной бумаги, и кусочек её вносят щипцами в пламя горелки. Легко ли она загорается? Какое практическое значение имеют ацетаты целлюлозы?

Экспериментальная задача.

В трех пробирках находятся: а) крахмал, б) сахароза, в) мальтоза. С помощью качественных реакций определите, в какой пробирке находится какое вещество.

Практическое занятие 1

Тема: Теоретические основы органической химии

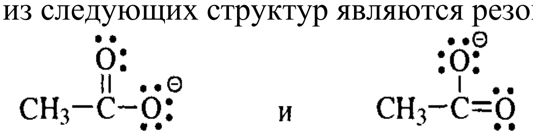
Вопросы для подготовки к занятию:

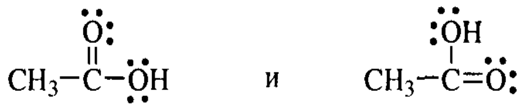
1. Природа индуктивного эффекта.
2. Природа мезомерного эффекта.

3. Правила написания резонансных структур.
4. Статические и динамические электронные эффекты.
5. Используя конкретные примеры, покажите взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений. Ответ подтвердите необходимыми уравнениями реакций.
6. Протолитическая теория Бренстеда.
7. Органические протонсодержащие кислоты. Классификация. Сравнение кислотных свойств.
8. Сопряжённые кислоты и основания. Примеры.
9. Кислоты Льюиса. Особенности строения. Примеры.
10. Жёсткие и мягкие кислоты Льюиса. Участие в органических реакциях.

Задания:

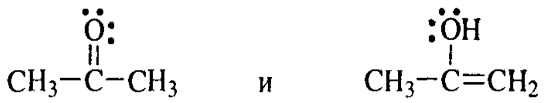
1. Какие из следующих структур являются резонансными?

а) 

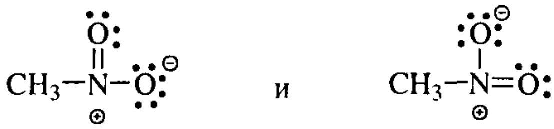
б) 

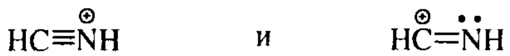
в) $CH_2{=}C{=}CH_2$ и $CH_3{-}C{\equiv}CH$

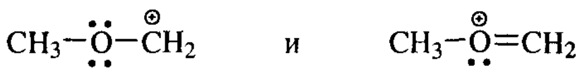
г) $\overset{\oplus}{C}H_2{-}CH{=}CH_2$ и $CH_2{=}CH{-}\overset{\oplus}{C}H_2$

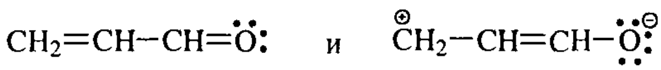
д) 

2.

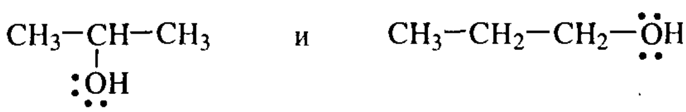
е) 

ж) 

з) 

и) 

к) $CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3$ и $CH_3{-}CH_2{-}CH{=}CH_2$

л) 

м)

1. Для каждой пары указанных выше структур определите более стабильную. Объясните свой выбор.

2. Условными символами укажите направление электронных эффектов в следующих структурах. Укажите электронодонорные и электроноакцепторные группы.

а) CH_3-CH_2-F б) $CH_3-CH_2-CH=CH_2$ в) $CH_3-C(=O)H$ г) $Cl-CH_2-C(=O)OH$

д) $CH_2=CH-Cl$ е) $CH_2=CH-\overset{\oplus}{N}(=O)O^{\ominus}$ ж) $CH_2=CH-C(=O)H$ з) $CH_2=CH-CF_3$

В соединениях с мезомерным эффектом изобразите распределение электронной плотности с помощью набора граничных структур и мезоформулы.

5. Расположите частицы в порядке возрастания их устойчивости. Ответ аргументируйте.

а) $CH_3CH_2-\overset{\oplus}{C}(CH_3)-CH_3$ $CH_2=CH-\overset{\oplus}{C}(CH_3)-CH_3$ $\overset{\oplus}{C}H_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

б) $CH_2=CH-\dot{C}H_2$ $CH_3-CH(CH_3)-\dot{C}H_2$ $CH_3-\dot{C}(CH_3)-CH_3$

в) $CH_3-\overset{\ominus}{C}H-CH_3$ $CH_3-\overset{\ominus}{C}H-\overset{\oplus}{N}(=O)O^{\ominus}$ $CH_3-\overset{\ominus}{C}H_2$

6. Какое соединение является более сильным основанием: 2,4,6- тринитроанилин или 2,4,6-тринитро-N,N-диметиланилин?

7. Изобразите строение предложенных ниже соединений в виде набора резонансных структур. Покажите при помощи стрелок, как можно преобразовать одни предельные структуры в другие: *м*-$NO_2C_6H_4F$; *п*-$COCH_3C_6H_4F$.

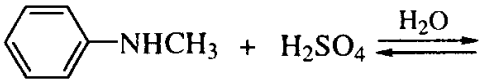
8. Электронодонорный или электроноакцепторный характер проявляют аминогруппа и карбоксильная группа в соединениях?

9. Расположите в порядке возрастания констант диссоциации следующие кислоты: цианоуксусную, α-цианопропионовую, β-цианопропионовую. Будут ли эти кислоты сильнее уксусной?

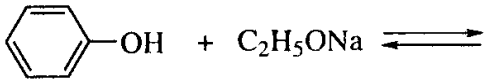
10. Среди перечисленных соединений выберите кислоты Бренстеда и Льюиса: этиламин, хлорид алюминия, хлорид аммония, метанол, хлорид железа, пропановая кислота, фенол, анилин, ацетон, нитрометан, ацетилен.

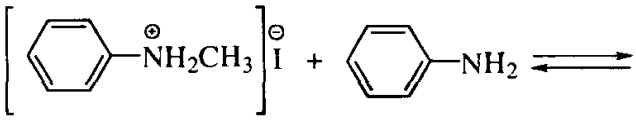
11. Допишите кислотно-основные равновесия:

1. $C_4H_9OH + HBr \xrightleftharpoons{H_2O}$

2. 

3. $CH_3COONa + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons$

4. 

5. 

12. Напишите уравнение диссоциации для следующих соединений: а) этан, б) толуол, в) нитрометан, г) ацетилен, д) тринитрометан. Расположите перечисленные их в порядке возрастания кислотных свойств.

13. Среди перечисленных ниже частиц выберите кислоты Льюиса:

а) $:CCl_2$ б) $\overset{\oplus}{N}R_4$ в) Br_2 г) $ZnCl_2$ д) $:\overset{\oplus}{O}(C_2H_5)_3$ е) $:\overset{\ominus}{C}Cl_3$ ж) $:\ddot{S}(CH_3)_2$

Практическое занятие 2
Тема: Производные карбоновых кислот

Вопросы для подготовки к занятию:

1. Галогенангидриды. Получение с помощью галогенидов фосфора, тионилхлорида, бензоилхлорида.
2. Свойства галогенангидридов: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения). Восстановление до альдегидов - по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие диазометана с галогенангидридами карбоновых кислот (реакция Арндта-Эйстерта).
3. Ангидриды. Методы получения: дегидратация кислот с помощью P_2O_5 и фталевого ангидрида; ацилирование солей карбоновых кислот хлорангидридами. Реакции ангидридов кислот.
4. Кетены. Получение и свойства.
5. Сложные эфиры. Методы получения: этерификация карбоновых кислот (механизм), ацилирование спиртов и их алкоголятов ацилгалогенидами и ангидридами, алкилирование карбоксилат-ионов, реакции кислот с диазометаном. Методы синтеза циклических сложных эфиров - лактонов.
6. Реакции сложных эфиров: гидролиз (механизм кислотного и основного катализа), аммонолиз, переэтерификация; взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов комплексными гидридами металлов.Сложноэфирная и ацилоиновая конденсации.
7. Амиды. Методы получения: ацилирование аммиака и аминов, пиролиз карбоксилатов аммония. Синтез циклических амидов - лактамов.
8. Свойства амидов: гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов. Понятие о секстетных перегруппировках. Перегруппировки Гофмана, Курциуса.
9. Нитрилы. Методы получения: дегидратация амидов кислот (с помощью P_2O_5, $SOCl_2$, $POCl_3$), алкилирование амбидентногоцианид-иона. Свойства: гидролиз, аммонолиз, восстановление комплексными гидридами металлов до аминов, взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями.

Задания:

1. Получите хлорангидрид изомасляной (2-метилпропановой) кислоты. Подействуйте на него приведенными ниже реагентами: 1) вода, 2) этиловый спирт; 3) диэтиламин (изб.); 4) триэтиламин; 5) гидразин (изб.); 6) этилмагнийбромид (1 экв.); 7) последовательно этилмагнийбромид (2 экв.) и вода, 8) литийдиэтилкупрат; 9) водород на Pd/BaSO4; 10) ДИБАЛ-Н.
2. В вашем распоряжении имеются этанол, окись этилена и любые неорганические реагенты. Предложите способ синтеза масляной кислоты.
3. Получите ангидрид пропионовой кислоты из любых реагентов (предложите не менее трех способов). Подействуйте на него приведенными ниже реагентами: 1) вода; 2) этанол; 3) этиламин; 4) алюмогидрид лития (изб.), затем вода; 5) метилмагнийбромид (изб.), затем вода. Приведите механизмы реакций.
4. Получите смешанный ангидрид муравьиной и уксусной кислот. Подействуйте на него 1 экв. пиперидина. Какие соединения при этом получатся? Ответ подробно мотивируйте.
5. Из бромбензола и бензальдегида получите N-фениламид бензойной кислоты.
6. Исходя из малонового эфира, аллилового и этилового спиртов, получите 2-этилпентен-4-овую кислоту.
7. Предложите несколько методов синтеза кетена из любых реагентов. Подейст-вуйте на него перечисленными ниже реагентами: 1) вода; 2) этанол; 3) аммиак; 4) уксусная кислота; 5) пропионовая кислота.
8. Структурные азотные аналоги кетенов — изоцианаты. RN=C=O, где R=алкил, арил. Предложите способ получения фенилизоцианата из бензилхлорида и неорганических реагентов. (Вспомните перегруппировку Курциуса). Подействуйте на фенилизоцианат следующими реагентами: 1) вода; 2) этанол; 3) аммиак; 4) метиламин; 5)пиперидин.
9. Из пропанола-1 и неорганических реагентов получите 2-метилпентен-2-овую кислоту.3. Предложите несколько методов синтеза этилового эфира бензойной кислоты. Подействуйте на него перечисленными ниже реагентами: l) NaOH/H2O; 2) H2O/H+; 3) н-C5H11OH / H+; 4) н-C5H11OH / OH-; 5) LiAlH4, затем H3O+; 6) ДИБАЛ-Н.
10. Из гептандиовой кислоты получите оксимциклогексанона. Какое соединение получится, если нагреть его в присутствии серной кислоты?
11. Используя реакцию сложноэфирной конденсации получите циклогександион-1,4.
12. Из α-хлоруксусной кислоты и других необходимых реагентов получите лимонную кислоту.
13. Из ацетона и других необходимых реагентов получите гептандион-2,6.
14. Как осуществить следующее превращение: этилацетат → гександион-2,6.
15. Как осуществить следующее превращение: этилацетат → этиловый эфир 4-гидроксипентановой кислоты.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ(САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ОПК-1	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.

		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Коллоквиум	Низкий –неудовлетворительно	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый – удовлетворительно	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый – хорошо	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий – отлично	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные , последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения;

			- владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
	Учебные задачи	Низкий –неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
	Тест	Низкий – до 60 баллов (неудовлетворительно)	за верно выполненное задание тестируемый получает максимальное количество баллов, предусмотренное для этого задания, за неверно выполненное – ноль баллов. После прохождения теста суммируются результаты выполнения всех заданий.
		Пороговый – 61-75 баллов	

		(удовлетворительно)	Подсчитывается процент правильно выполненных заданий теста, после чего этот процент переводится в оценку, руководствуясь указанными критериями оценивания.
		Базовый – 76-84 баллов (хорошо)	
		Высокий – 85-100 баллов (отлично)	
ОПК-2	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
УК-1	Коллоквиум	Низкий –неудовлетворительно	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый – удовлетворительно	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала;

			- затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый – хорошо	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий – отлично	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные , последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).

ПК-1		Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
	Отчет по лабораторной работе	Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
		Низкий –неудовлетворительно	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый – удовлетворительно	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
	Коллоквиум	Базовый – хорошо	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий – отлично	- глубокое и прочное усвоение программного материала;

			- полные , последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
	Тест	Низкий – до 60 баллов (неудовлетворительно)	за верно выполненное задание тестируемый получает максимальное количество баллов, предусмотренное для этого задания, за неверно выполненное – ноль баллов. После прохождения теста суммируются результаты выполнения всех заданий. Подсчитывается процент правильно выполненных заданий теста, после чего этот процент переводится в оценку, руководствуясь указанными критериями оценивания.
		Пороговый – 61-75 баллов (удовлетворительно)	
		Базовый – 76-84 баллов (хорошо)	
		Высокий – 85-100 баллов (отлично)	

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт, экзамен, защита курсовой работы.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. Вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок.

2. Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами.

3. Продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. Не раскрыто основное содержание учебного материала.

2. Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала.

3. Допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

4. Не сформированы компетенции, умения и навыки.

Вопросы для зачёта (5 семестр)

1. Номенклатура органических соединений (тривиальная, радикально-функциональная, заместительная).
2. Качественный анализ органических соединений. Обнаружение углерода, водорода, азота, серы, галогенов в органических соединениях.
3. Качественный анализ функциональных групп. Качественные реакции на кратные связи в алкенах и алкинах, качественные реакции на гидроксильную, группу (распознавание первичных, вторичных и третичных спиртов), качественные реакции на ароматические системы.
4. Типы химических связей в органических соединениях. Примеры.
5. Физические характеристики ковалентной связи: длина, энергия, кратность, полярность, поляризуемость.
6. Водородные связи. Их влияние на физические и химические свойства органических соединений.
7. Лабораторные способы получения углеводородов (алканов, алкенов, алкинов).
8. Лабораторные способы получения производных углеводородов (галогеноалканов, спиртов, простых эфиров).
9. Лабораторные способы получения производных ароматических углеводородов (галогенаренов, нитро и сульфопроизводных).
10. Химические реакции, характерные для ациклических углеводородов.
11. Химические реакции, характерные для ароматических углеводородов.
12. Химические реакции, характерные для галогенопроизводных алканов.
13. Химические реакции, характерные для спиртов (одно- и многоатомных).

Критерии оценивания устного ответа на экзамене

Оценка «5» (отлично) ставится, если студент:

1. Полно раскрыто содержание материала билета.

2. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология.

3. Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации.

4. Продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков.

5. Ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов.

6. Допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:

ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1. В изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа.

2. Допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора.

3.допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:

1.Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала.

2. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов.

3. При неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

4. Решение расчетной задачи вызывает затруднения.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

1. Не раскрыто основное содержание учебного материала.

2. Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала.

3. Допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

4. Не сформированы компетенции, умения и навыки.

Вопросы к экзамену, 5 семестр

1. Концепция гибридизации. Природа С-С и С-Н связей в алканах. Понятие о конформациях и конформерах алканов. Проекционные формулы Ньюмена. Конформации этана, пропана, бутана и высших алканов. Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана.
2. Стереохимия. Хиральность. Асимметрический атом. Оптическая активность. Способы изображения энантиомеров: трёхмерные клиновидные проекции, проекционные формулы Фишера, «лесопильные козлы». Относительная и абсолютная конфигурация. Диастереомеры. Рацематы. Методы разделения смеси изомеров.
3. Природные источники алканов. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литий-диалкилкупраты, восстановление алкилгалогенидов (активными металлами, алюмогидридом лития), гидролиз металлоорганических соединений, восстановление карбонильных соединений, реакция Вюрца и Вюрца - Гриньяра, электролиз водных растворов солей карбоновых кислот.
4. Химические свойства алканов. Механизм реакций S_R. Галогенирование (хлорирование, бромирование, иодирование, фторирование). Сульфохлорирование. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг. Нитрование. Жидкофазное нитрование (М.И. Коновалов), парофазное нитрование оксидами азота (А.И. Титов).
5. Окисление алканов. Горение. Окисление алканов с разрывом С-С связей. Окисление н-алканов до спиртов без разрыва С-С связей (способ Башкирова). Механизм реакции. Расщепление. Крекинг, пиролиз. Понятие о термическом и каталитическом крекинге. Изомеризация н-алканов в изоалканы.
6. Природа двойной связи. Геометрическая изомерия (*цис-, транс-* и Z-, E-номенклатура). Методы синтеза: элиминирование галогеноводорода из алкилгалогенидов, воды из спиртов. Реакции Гофмана, Виттига, стереоселективное восстановление алкинов. Ряд стабильности алкенов, выведенный на основе теплот гидрирования. Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов.
7. Электрофильное присоединение (Ad_E). Общее представление о механизме реакций, π- и σ-комплексы, ониевые ионы. Стерео - и региоселективность. Правило Марковникова.

Галогенирование: механизм, стереохимия. Процессы, сопутствующие Ad_E -реакциям: сопряженное присоединение, гидридные и алкильные миграции. Гидрогалогенирование. Гидратация.

8. Промышленный метод синтеза этанола и пропанола-2. Гидрокси- и алкоксимеркурирование. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие реагенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты. Окисление алкенов до оксиранов (по Прилежаеву) и до диолов по Вагнеру ($KMnO_4$) и Криге (OsO_4). Стереохимия гидроксилирования алкенов.

9. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Исчерпывающее окисление алкенов с помощью $KMnO_4$ или $Na_2Cr_2O_7$ в условиях межфазного катализа.

10. Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харашу (механизм) и аллильное галогенирование по Циглеру.

11. Карбены - частицы с двухкоординированным атомом углерода. Методы генерирования карбенов и дигалокарбенов. Присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам. Понятие о карбеноидах. Взаимодействие карбеноидов с алкенами.

12. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров).

13. Восстановление алкинов до цис- и транс-алкенов. Гидроборирование алкинов, синтез алкенов и альдегидов.

14. Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение.

15. Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов. С-Н-кислотность ацетилена, понятие о карбанионах. Ацетилениды натрия и меди, магнийорганические производные алкинов: их получение и использование в органическом синтезе. Конденсация алкинов-1 с кетонами и альдегидами (Фаворский, Реппе).

16. Типы диенов. Аллены, сопряженные диены. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, дегидратация 1,4-диолов. Бутадиен-1,3, особенности строения. Молекулярные орбитали 1,3-диенов. Галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. Аллил-катион. 1,2- и 1,4-присоединение, энергетический профиль реакции, термодинамический и кинетический контроль. Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами, стереохимия реакции и ее применение в органическом синтезе.

17. Металлоорганические соединения. Номенклатура. Способы получения. Механизм реакции Вюрца. Реактивы Гриньяра. Получение. Механизм реакции. Строение. Реактивы Норманна, Йоцича.

18. Химические свойства литий и магнийорганических соединений (взаимодействие с галогенидами металлов, трансметаллирование, синтез дейтерированных углеводородов, реакции нуклеофильного замещения и присоединения, окисление).

19. Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах, как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера, углерод-фосфор (получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др.).

20. Основные характеристики S_N2 реакций. Энергетический профиль реакций. Кинетика, стереохимия, вальденовское обращение. Понятие о нуклеофильности. Влияние природы радикала и уходящей группы субстрата, природы нуклеофильного агента и растворителя на скорость S_N2 реакций.

21. Реакции S_N1-типа. Кинетика, стереохимия, зависимость S_N1 процесса от природы радикала, уходящей группы, растворителя. Карбокатионы, факторы, определяющие их устойчивость. Перегруппировки карбокатионов. Методы генерирования карбокатионов. Понятие об ионных парах.

22. Конкурирующие реакции дегидрогалогенирования. Реакции α - и b -элиминирова-

ния. Классификация механизмов b -элиминирования: E1, E2 и E1cb. Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана.

23. Стереохимия элиминирования: *син*- и *анти*-элиминирование. Конкуренция процессов E2 и S_N2, E1 и S_N1. Факторы, влияющие на эту конкуренцию.Использование реакций элиминирования для синтеза алкенов, диенов и алкинов.

24. Одноатомные спирты. Электронное строение спиртов, схема σ- связей, их полярность. Методы получения: окисление алканов, из алкенов, карбонильных соединений, галогеналканов, гидроборирование – окисление, с помощью реактивов Гриньяра, из аминов, сложных эфиров и карбоновых кислот.

25. Свойства спиртов. Спирты, как слабые О-Н кислоты. Спирты, как основания Льюиса.

26. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Механизм и стереохимия замещения, перегруппировки с гидридным перемещением. Реагенты регио- и стереоспецифического замещения (комплексы трифенилфосфина с галогенами и четыреххлористым углеродом). Дегидратация спиртов.

27. Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и двуокиси марганца. Механизм окисления спиртов хромовым ангидридом.

28. Двухатомные спирты. Методы синтеза. Свойства. Окислительное расщепление 1,2-диолов (иодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

29. Простые эфиры. Методы получения: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование алкенов, межмолекулярная дегидратация спиртов. Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами.

30. Гидропероксиды. Краун-эфиры. Получение и применение в синтетической практике.

31. Оксираны. Способы получения. Раскрытие цикла в оксиранах под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

32. Строение бензола. Формула Кекуле. Молекулярные орбитали бензола. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Критерии ароматичности: квантовохимический, энергетический (теплоты гидрирования) и магнитный.

33. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин. Особенности строения. Получение. Свойства (реакции присоединения, окисления, электрофильного замещения).

34. Конденсированные ароматические углеводороды: фенантрен. Особенности строения. Получение. Свойства (реакции присоединения, окисления, электрофильного замещения).

35. Конденсированные ароматические углеводороды: антрацен. Особенности строения. Получение. Свойства (реакции присоединения, окисления, электрофильного замещения).

36. Ароматические системы небензоидного типа: циклопропенил-анион, катион циклопентадиенилия, тропилий-катион, азулен и др.Особенности строения, получение, свойства.

37. Получение ароматических углеводородов в промышленности - каталитический риформинг нефти, переработка коксового газа и каменноугольной смолы. Лабораторные методы синтеза: реакция Вюрца-Фиттига и другие реакции кросс-сочетания, алкилирование бензола и аренов по Фриделю-Крафтсу, восстановление жирноароматических кетонов.

38. Каталитическое гидрирование аренов, восстановление аренов по Берчу. Реакции замещения водорода в боковой цепи алкилбензолов на галоген. Окисление алкилбензолов и конденсированных ароматических углеводородов до карбоновых кислот.

39. Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Общие

представления о механизме реакций, кинетический изотопный эффект в реакциях электрофильного замещения водорода в бензольном кольце. Представление о π- и σ -комплексах. Структура переходного состояния. Изотопный обмен водорода как простейшая реакция электрофильного замещения. Аренониевые ионы в реакциях электрофильного замещения.

40. Влияние заместителя на скорость и направление электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация.

41. Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование нафталина, бифенила и других аренов.

42. Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования аренов и их производных.

43. Сульфирование. Сульфирующие агенты. Механизм реакции. Кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на примере фенола и нафталина. Превращения сульфогруппы.

44. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы - изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов. Триарилметилкатионы, анионы и радикалы. Методы их генерирования и стабильность.

45. Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу.Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману-Коху и другие родственные реакции.

46. Ароматические системы небензоидного типа: циклопропенил-анион, катион циклопентадиенилия, тропилий-катион, азулен и др. Особенности строения, получение, свойства.

Задачи к экзамену

1. Завершите уравнение реакции монохлорирования бутана (2-метилпропана). Дайте механизм и объясните состав продуктов реакции.

2. Установите строение основных продуктов присоединения бромоводорода к следующим соединениям в условиях свободноионного и радикального процессов: з-хлорпропилен, аллиловый спирт.

3. Из какого галогеноалкана и с помощью каких реакций можно получить следующие соединения: бутан, бутен-1, бутанол-2, бутилцианид, хлористый бутилмагний?

4. Установите строение вещества состава $C_5H_{12}O$, которое при взаимодействии с бромистым бутилмагнием выделяется бутан, а при окислении образуется вещество, восстанавливающее фелингову жидкость. Напишите уравнения упомянутых реакций.

5. Напишите превращения гексина-3 при действии следующих реагентов: а) натрий в жидком аммиаке, б)H_2,Pd|$BaSO_4$, в)$LiAlH_4$. Назовите продукты по заместительной номенклатуре.

6. Из бензола и пропилового спирта получите пропилбензол и изопропилбензол. Предложите механизм реакции. Полученные углеводороды окислите перманганатом калия.

7. Среди перечисленных соединений укажите те, в которых проявляется несогласованная ориентация: п-аминоанилин, м-нитрофенол, м-крезол. Приведите примеры реакций электрофильного замещения в этих соединениях. Рассмотрите механизм.

8. Расположите соединения по возрастающей лёгкости протекания реакций электрофильного замещения: бензонитрил, аминобензол, хлорбензол, изопропилбензол. Аргументируйте свой выбор. Приведите примеры соответствующих реакций.

9. Какой углеводород получается при алкилировании бензола бромистым изобутилом по реакции Фриделя-Крафтса? Рассмотрите механизм реакции. Предложите другой путь синтеза.

10. Расположите соединения по увеличению выхода м-изомера, образующегося при нитровании толуола, бензотрихлорида, бензола. Аргументируйте свой выбор. Рассмотрите механизм.

11. Нитрование 2,4,6-тритрет-бутилтолуола (нитрующая смесь, 25^0C) приводит к образованию трёх азотсодержащих органических соединений. Напишите структурные формулы этих продуктов реакции. Предложите механизмы, которые объяснили бы образование каждого продукта.
12. Напишите структурную формулу продукта, образующегося в результате реакции пропанола-1 с каждым из следующих реагентов: серная кислота (при 140^0); серная кислота (при200^0); азотная кислота (в присутствии серной); пиридин-оксид хрома(VI); металлический натрий, дихромат калия в присутствии серной кислоты.
13. Напишите уравнения реакций с указанием реагентов, необходимых для получения 2-фенилэтанола из следующих исходных соединений: бромбензол, стирол, фенилацетилен.
14. Предскажите основные продукты реакций пропена с 1) озоном (восстановительное расщепление), 2) перманганатом калия в щелочной среде, 3) водой в кислой среде, 4) бромоводородом в присутствии перекисей.
15. Получите бутадиен-1,3 из 1,4-дибромбутана, из 1,4-бутандиола, из 4-хлорбутена-1.
16. Какие соединения получатся в результате диенового синтеза изопрена с акрилонитрилом и метилвинилкетоном?
17. Получите акролеин из глицерина. Напишите для него реакцию гидратации.
!8. Осуществите превращение: этилен→ окись этилена → бутанол-1→ бутаналь. Укажите условия проведения реакций.
19. На 1,1-дибромбутан последовательно подействуйте избытком спиртового раствора гидроксида калия, избытком бромоводорода, водным раствором щёлочи. Назовите промежуточные вещества и конечный продукт.
20. Исходя из ацетилена, получите бромистый этил. Напишите для него реакции с нитритом серебра, с магнием в абсолютном эфире, с аммиаком, с этилатом натрия.

Вопросы к экзамену, 6 семестр

1. Превращение галогенбензолов в фенолы и ароматические амины. Методы генерирования и фиксации дегидробензола. Строение дегидробензола. Механизм присоединения-отщепления S_NAr, примеры реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей. Анионные σ -комплексы Мейзенгеймера и их строение.
2. Адипиновая кислота. Конденсация Дикмана. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот как метод синтеза средних макроциклов. Фталевая и терефталевая кислоты, промышленные методы получения. Фталевый ангидрид, фталимид и его использование в синтезе.
3. Методы получения фенолов. Свойства: фенолы как ОН-кислоты, влияние заместителей на кислотность фенолов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов по Кольбе. Формилирование. Перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Кляйзен).
4. Нитрилы. Методы получения: дегидратация амидов кислот, алкилирование амбидентного цианид-иона. Свойства: гидролиз, аммонолиз, восстановление комплексными гидридами металлов до аминов, взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями.
5. Двухосновные кислоты. Методы синтеза. Щавелевая кислота, диэтилоксалат в сложноэфирной конденсации. Малоновая кислота: синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кневенагель). Янтарная кислота, ее ангидрид, имид, N-бромсукцинимид.
6. Синтез моносахаридов. Реакции моносахаридов. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление и восстановление альдоз. Образование озазонов.
7. Методы получения альдегидов и кетонов. Промышленное получение формальдегида, ацетальдегида и высших альдегидов (гидроформилирование). Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость.
8. Механизм нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Кислотный и основной катализ. Примеры реакций. Защита карбонильной группы.

Получение бисульфитных производных и циангидринов. Взаимодействие альдегидов и кетонов с илидами фосфора (реакция Виттига), как метод синтеза алкенов.

9. Нитроалканы. Методы синтеза. Строение нитрогруппы. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Реакции нитроалканов. Ароматические нитросоединения. Синтез и восстановление нитроаренов. Бензидиновая перегруппировка.

10. Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями, с металлоорганическими соединениями. Синтез спиртов. Енолизация альдегидов и кетонов. Кислотный и основной катализ этих реакций.

11. Методы получения аминов. Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Амины как основания. Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре.

12. Кето-енольная таутомерия кетонов, 1,3-дикетонов и 1,3-кетоэфиров. Влияние структурных факторов на положение кето-енольного равновесия и зависимость его от соотношения С-Н и О-Н кислотности кетона и енола. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Интерпретация данных в рамках принципа ЖМКО.

13. Алкилирование и ацилирование аминов. Защита аминогруппы. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Взаимодействие алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление и галогенирование аминов. Реакции электрофильного замещения в ароматических аминах.

14. Конденсация альдегидов и кетонов, механизм реакций. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой. Аминометилирование альдегидов и кетонов (Манних). Бензоиновая конденсация.

15. Ароматические диазосоединения. Механизм реакции диазотирования. Строение и устойчивость солей диазония. Кислотно-основные равновесия с участием катиона арендиазония.

16. Восстановление альдегидов и кетонов. Ион-радикальная димеризация альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Окисление кетонов перкислотами по Байеру-Веллигеру. Диспропорционирование альдегидов по Канниццаро (прямая и перекрестная реакции).

17. Диазометан. Реакции с кислотами и кетонами. Реакции ароматических диазосоединений с выделением азота: замена диазогруппы на гидроксил-, галоген-, циан-, нитрогруппу и водород.

18. a -, b -Непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения. Сопряжение карбонильной группы с двойной углерод-углеродной связью. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения. Восстановление a -, b -непредельных карбонильных соединений.

19. Реакции диазосоединений без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и диазосоставляющие, условие сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители.

20. Сложноэфирная и ацилоиновая конденсации. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе. Кето-енольная таутомерия эфиров b -кетокислот, амбидентный характер енолят-иона.

21. Фуран, тиофен, пиррол. Синтез с использованием 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль-Кнорр), взаимные переходы (реакция Юрьева). Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах. Ориентация электрофильного замещения.

22. Строение карбоксильной группы. Физико-химические свойства: ассоциация, диссоциация, влияние заместителей на кислотность. Галогенирование кислот по Гелю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, электролиз по Кольбе, декарбоксилирование по Хунсдиккеру.

23. Индол. Синтез производных индола из фенилгидразина и кетонов (Фишер). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формилирование, галогенирование.

24. Пиридин. Особенности строения. Синтез пиридина. Реакции электрофильного и

нуклеофильного замещения в ядре пиридина. Основные свойства пиридина. Окисление и восстановление пиридина.

25. Галогенангидриды. Взаимодействие с нуклеофильными реагентами. Восстановление до альдегидов - по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Реакция Арндта-Эйстерта.

26. Пиридин и хинолин. Синтез. Основанные свойства. Реакции пиридина и хинолина с алкилгалогенидами. Окисление и восстановление. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине.

27. Ангидриды карбоновых кислот. Методы получения. Реакции ангидридов карбоновых кислот. Кетены. Получение и свойства.

28. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине. Активация метильной группы в 2- и 4-метилпиридинах и хинолинах. 2-Метилпиридины и хинолины как метиленовые компоненты в конденсациях с альдегидами.

29. Сложные эфиры. Методы получения. Методы синтеза циклических сложных эфиров - лактонов. Реакции сложных эфиров: гидролиз, аммонолиз, переэтерификация; взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями, восстановление.

30. Номенклатура аминокислот. Природные аминокислоты. Хиральность аминокислот, образующих протеины. Кислотно-основные (амфотерные) свойства природных аминокислот. Синтезы а -аминокислот и разделение рацемических форм. Асимметрический синтез.

31. Амиды. Методы получения. Синтез циклических амидов - лактамов. Свойства: гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов. Понятие о секстетных перегруппировках. Перегруппировки Гофмана, Курциуса.

32. Моносахариды. Классификация и стереохимия моносахаридов. Альдозы и кетозы. α- и b -Аномеры. Таутомерия моносахаридов, мутаротация глюкозы. Химические свойства моносахаридов.

33. Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Восстановительные свойства дисахаридов. Инверсия сахарозы. Полисахариды: крахмал, целлюлоза.

34. Оксикислоты. Классификация. Оптическая изомерия оксикислот. Синтезы оксикислот. Особенности химических свойств.

35. Классификация алициклов. Энергия напряжения циклоалканов и ее количественная оценка на основании сравнения теплот образования и теплот сгорания циклоалканов и соответствующих алканов. Типы напряжения в циклоалканах и подразделение циклов на малые, средние циклы и макроциклы.

36. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана.

37. Методы синтеза циклопропана, циклобутана и их производных. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом.

38. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана. Синтез соединений со средним размером цикла. Особенности химических свойств циклопентана и циклогексана.

Задачи к экзамену

1. Из анилина и других необходимых неароматических реагентов получите 3,4,5-тринитробромбензол.
2. Какие продукты можно получить при окислении глюкозы? Напишите уравнения соответствующих реакций, укажите условия их проведения.
3. Предложите схему синтеза 3-бром-2,5-диметилбензальдегида из толуола.
4. Из пентозы получите гексозу.
5. Напишите уравнения реакций: а) фруктозы с амальгамой натрия в водной среде,
6. б) фруктозы с хлористым ацетилом (в избытке).
7. Пятичленный насыщенный азотистый гетероцикл – пирролидин – имеет свойства вторичного амина. Напишите уравнения его реакций с хлороводородом, бензоилбромидом.

8. Для фурана, тиофена, пиррола приведите примеры реакций: а) электрофильного замещения, б) присоединения.
9. Из бензола и пропилового спирта получите пропилбензол и изопропилбензол. Полученные углеводороды окислите перманганатом калия.
10. Из бензола и других необходимых реагентов получите метиловый эфир 5-амино-4-бром-2-нитробензойной кислоты.
11. Получите 2,5-диметилциклопентанкарбоновую кислоту, исходя из натриймалонового эфира и соответствующих дигалогенопроизводных.
12. Из бензола получите йодбензол.
13. Как химическим путём отличить сахарозу от лактозы?
14. Приведите схему енолизации мальтозы.
15. Напишите уравнения реакций моносульфирования бензола, пиррола и пиридина. Укажите условия.
16. Получите 2-амино- и 3-аминопиридин.
Из альдозы получите кетозу.

Критерии оценивания курсовой работы

Анализ результатов курсовой работы проводится по следующим критериям:
1. Навыки самостоятельной работы с материалами исследования.
2. Умение правильно применять методы исследования.
3. Умение грамотно интерпретировать полученные результаты.
4. Способность осуществлять необходимые расчеты, получать результаты и грамотно излагать их в отчетной документации.
5. Умение выявить проблему, предложить способы ее разрешения, умение делать выводы.
6. Умение оформить итоговый отчет в соответствии со стандартными требованиями.
7. Умение работать с литературой, использовать первоисточники.
Пункты с 1 по 7 дают до 50% вклада в итоговую оценку студента.
8. Умение защищать результаты своей работы, грамотное построение речи, использование при выступлении специальных терминов.
9. Способность кратко и наглядно изложить результаты работы.
Пункты 7,8 дают до 35% вклада в итоговую оценку студента.
10. Уровень самостоятельности, творческой активности и оригинальности при выполнении работы.
11. Выступления на конференциях и подготовка к публикации тезисов для печати по итогам работы.

Пункты 8 – 11 дают до 15 % вклада в итоговую оценку студента.

Оценка 5 (отлично) ставится, если:

- студент в срок, в полном объеме и на высоком уровне выполнил курсовую работу;
- тема, заявленная в работе, раскрыта полностью, все выводы студента подтверждены материалами исследования и расчетами;
- при защите и написании работы студент продемонстрировал вышеперечисленные навыки и умения;
- отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Оценка 4 (хорошо) ставится, если:

- студент выполнил курсовую работу с незначительными замечаниями, был менее самостоятелен и инициативен;
- тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер**;**
- практические материалы обработаны не полностью.

Оценка 3 (удовлетворительно) ставится, если:

- студенту, который допускал просчеты и ошибки в работе;
- не полностью раскрыл заявленную тему;
- делал поверхностные выводы
- слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с

теоретическими источниками.

Оценка 2 (неудовлетворительно) ставится, если:

- студент не выполнил курсовую работу, либо выполнил с грубыми нарушениями требований;
- не раскрыл заявленную тему;
- не выполнил практической части работы.

6.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, ОПК-1, ОПК-2, УК-1, ПК-1

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	№ задания	Вес задания (балл)	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	4, 5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла; если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой являются	• ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. • ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-

	теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. • ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

Задание 1. При проведении качественного элементного анализа органического соединения студент использовал метод сплавления с металлическим натрием. После растворения плава в воде и добавления раствора нитропруссида натрия появилось интенсивное красно-фиолетовое окрашивание, которое постепенно перешло в бурое. Какой элемент был обнаружен в исходном веществе?

1. Азот
2. Сера
3. Галоген
4. Углерод

Ответ: 2

Задание 2. При исследовании стереоизомеров соединения, содержащего два асимметрических атома углерода, студент получил вещество, не обладающее оптической активностью. Проекционные формулы Фишера для данного соединения показали, что плоскости поляризации света двумя хиральными центрами компенсируют друг друга. Какой тип стереоизомеров был изучен?

1. Энантиомеры
2. Диастереомеры
3. Мезо-форма
4. Рацемат

Ответ: 3

Задание 3. В ИК-спектре органического соединения наблюдается широкая интенсивная полоса поглощения в области 3200–3600 см$^{-1}$, а также полоса в области 1700–1750 см$^{-1}$. При добавлении вещества к раствору гидрокарбоната натрия выделяется газ. Какой класс соединений наиболее вероятно представляет образец?

1. Альдегид
2. Спирт
3. Карбоновая кислота
4. Амин

Ответ: 3

Задание 4. При исследовании органического соединения методом ИК-спектроскопии получен спектр, в котором наблюдаются следующие характерные полосы поглощения: широкая полоса в области 2500–3300 см$^{-1}$, интенсивная полоса при 1715 см$^{-1}$, полоса средней интенсивности при 1240 см$^{-1}$, отсутствие полос в области 3500–3700 см$^{-1}$ (узких) и 1620–1680 см$^{-1}$

Какие выводы о структуре соединения можно сделать на основе этих данных? Выберите три верных утверждения.

1. В соединении присутствует карбонильная группа (C=O).
2. Соединение содержит гидроксильную группу спиртового типа.
3. Соединение является карбоновой кислотой.
4. В соединении присутствуют ароматические связи (C=C в кольце).
5. В соединении присутствует сложноэфирная группа (C–O–C).
6. В соединении отсутствуют связи N–H и O–H спиртового/фенольного типа (свободные).

Ответы: 1, 3, 6

Задание 5. При анализе спектра ПМР^{1}H неизвестного соединения были получены следующие сигналы: синглет с химическим сдвигом 2.1 м.д., интегральная интенсивность 3H; мультиплет в области 7.2–7.5 м.д., интегральная интенсивность 5H; синглет с химическим сдвигом 10.2 м.д., интегральная интенсивность 1H.
Интерпретация какого химического объекта соответствует этим данным? Выберите три верных утверждения.

1. Синглет при 2.1 м.д. соответствует протонам метильной группы, соседствующей с карбонильной группой.
2. Мультиплет в области 7.2–7.5 м.д. указывает на наличие бензольного кольца.
3. Синглет при 10.2 м.д. характерен для альдегидного протона.
4. Синглет при 10.2 м.д. может соответствовать протону карбоксильной группы.
5. Наличие только синглетов исключает наличие соседних протонов у атома углерода с H при 2.1 м.д.
6. Соединение является ароматическим кетоном.

Ответы: 1, 2, 3

Задание 6. При проведении качественного анализа органического соединения установлено, что оно даёт положительную реакцию «серебряного зеркала».
Какие выводы о природе соединения можно сделать?

1. Соединение содержит альдегидную группу.
2. Соединение является карбоновой кислотой.
3. Соединение способно окисляться до карбоновой кислоты.
4. Соединение содержит несколько гидроксильных групп у соседних атомов углерода (например, полиол).
5. Соединение является кетоном.
6. Соединение может восстанавливать гидроксид меди(II).

Ответы: 1, 3, 6

Задание 7.
При изучении оптически активного соединения с молекулярной формулой $C_4H_8O_2$ были поучены следующие данные: соединение вращает плоскость поляризации света вправо; при гидролизе в кислой среде образуется оптически активная кислота и оптически неактивный спирт; в ИК-спектре соединения наблюдается интенсивная полоса при 1740 см$^{-1}$ и отсутствие широкой полосы в области 2500–3500 см$^{-1}$.
Какие выводы о структуре и свойствах соединения корректны? Выберите три верных утверждения.

1. Соединение является сложным эфиром.
2. Исходное соединение содержит хиральный центр.
3. Спирт, образующийся при гидролизе, является этанолом.
4. Кислота, образующаяся при гидролизе, имеет оптическую активность.
5. Соединение может быть представлено парой энантиомеров.
6. Отсутствие полосы 2500–3500 см$^{-1}$ исключает наличие свободной OH-группы.

Ответы: 1, 2, 6

Задание 8. Установите соответствие между наблюдаемым эффектом и элементом, который обнаруживается с её помощью.

При сплавлении органического вещества с металлическим натрием, растворении плава и добавлении раствора нитропруссида натрия появляется красно-фиолетовое окрашивание : Реакция с нитропруссидом натрия характерна для сульфид-ионов, образующихся при сплавлении серосодержащих соединений.

При сплавлении органического вещества с металлическим натрием, растворении плава, добавлении растворов сульфата железа(II) и хлорида железа(III) с последующим подкислением образуется синее окрашивание : Образование берлинской лазури (синее окрашивание) — качественная реакция на цианид-ионы, указывающая на наличие азота.

При внесении в пламя горелки медной проволоки с нанесённым органическим веществом пламя окрашивается в зелёный цвет : Окрашивание пламени в зелёный цвет по Бейльштейну свидетельствует о присутствии галогенов.

При нагревании органического вещества с оксидом меди(II) и пропускании газообразных продуктов через известковую воду наблюдается её помутнение : Помутнение известковой воды обусловлено образованием CO_2 при окислении углерода оксидом меди(II).

Задание 9. Установите соответствие между характеристической полосой поглощения в ИК-спектре и функциональной группой, которой она соответствует.

Широкая полоса в области 3200–3600) : Гидроксильная группа
Интенсивная полоса в области 1700–1750 : Карбонильная группа
Полосы средней интенсивности в области 1500–1600 : Ароматическое кольцо
Полоса в области 2200–2250 : Нитрильная группа

Задание 10. Установите правильную последовательность ключевых этапов проведения качественного элементного анализа органического соединения.
1. Окисление вещества оксидом меди(II) для обнаружения углерода и водорода.
2. Сплавление вещества с металлическим натрием для перевода элементов в растворимые ионы.
3. Проведение качественной реакции на азот с образованием берлинской лазури.
4. Проведение качественной реакции на серу с раствором нитропруссида натрия.
.**Задание 11. Установите правильную логическую последовательность этапов интерпретации масс-спектра для установления структуры органического соединения.**
1. Определение молекулярной массы и формулы по пику молекулярного иона и изотопному составу.
2. Идентификация основных фрагментных ионов и предположение об их структурном происхождении.
3. Выдвижение гипотезы о строении молекулы на основе идентифицированных фрагментов.
4. Сопоставление предполагаемой структуры с библиотечными спектрами или литературными данными.
Задание 12. При анализе проекций Фишера для соединения с двумя асимметрическими атомами углерода было установлено, что молекула имеет внутреннюю плоскость симметрии и не обладает оптической активностью. Как называется данный тип стереоизомеров?
Ответ: Мезо-форма
Задание 13. В ИК-спектре органического соединения наблюдается широкая интенсивная полоса поглощения в области 3200–3600 см$^{-1}$ и отсутствие полосы в области 1700–1750 см$^{-1}$. При взаимодействии вещества с металлическим натрием выделяется газ. Какой класс органических соединений наиболее вероятно представляет исследуемый образец?
Ответ: Одноатомные спирты
Задание 14.

В ИК-спектре карбоновой кислоты полоса поглощения карбонильной группы (C=O) наблюдается при более низких волновых числах (~1710 см$^{-1}$) по сравнению с кетонами (~1715–1725 см$^{-1}$) или альдегидами (~1725–1740 см$^{-1}$). Чем объясняется это смещение полосы в область меньших частот?

Ответ: Это смещение объясняется образованием межмолекулярных водородных связей в димерах карбоновых кислот и мезомерным эффектом, что приводит к снижению порядка связи C=O.

Задание 15. При выполнении качественного анализа неизвестного органического вещества было установлено, что оно содержит бром, а его водный раствор после обработки раствором нитрата серебра образует бледно-желтый осадок, нерастворимый в аммиаке. О чем свидетельствует этот результат?

Ответ: Этот результат свидетельствует о том, что бром в исходном соединении был ковалентно связан, но в ходе анализа перешел в ионную форму, что подтверждается образованием бромида серебра.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием, **индикаторами** достижения которой является:	ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик. ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования. •

Задание 1. Какое соединение является продуктом восстановления нитробензола в кислой среде?

1) Анилин
2) Фенол
3) Азоксибензол
4) Гидразобензол

Ответ: 1

Задание 2. Какое из перечисленных соединений проявляет оптическую изомерию?

1) Пропанол-1
2) Уксусная кислота
3) 2-хлорпропановая кислота
4) Ацетон

Ответ: 3

Задание 3. Какой тип изомерии характерен для алканов с углеродной цепью более 3 атомов углерода?

1) изомерия положения
2) Геометрическая изомерия
3) Изомерия углеродного скелета
4) Таутомерия

Ответ: 3

Задание 4. При работе с металлическим натрием в лаборатории органической химии необходимо:

1. Работать в одиночку, чтобы не мешать коллегам.
2. Хранить натрий под слоем обезвоженного керосина.

3. Проводить все операции вдали от открытых источников воды.
4. Остатки натрия и обрезки выбрасывать в общий мусорный контейнер.
5. Использовать для осушения натрия галогеналканы и спирты.
6. Разрезать натрий на сухой фильтровальной бумаге и немедленно использовать в реакции.

Ответы: 2, 3, 6

Задание 5. Для успешного и безопасного проведения синтеза этилена дегидратацией этанола с серной кислотой необходимо:

1. Использовать прибор с газоотводной трубкой, соединенной с хлоркальциевой трубкой, заполненной натронной известью.
2. Нагревать реакционную смесь равномерно, добавив кипятильники, чтобы избежать переброса жидкости.
3. Проводить опыт без вытяжного шкафа для лучшего наблюдения за пламенем при горении этилена.
4. Интенсивно нагревать смесь с самого начала для ускорения реакции.
5. Собирать выделяющийся газ методом вытеснения воды для последующих опытов.
6. Обеспечить поглощение побочного продукта — оксида серы(IV) — с помощью натронной извести.

Ответы: 1, 2, 6

Задание 6. Какие из перечисленных мер безопасности и особенностей проведения эксперимента являются корректными для работы с ацетиленом и его производными?

1. Ацетилениды серебра и меди можно спокойно высушивать до постоянной массы для точного взвешивания.
2. Для обнаружения ацетилена используют реакцию с аммиачным раствором оксида серебра.
3. Остатки ацетиленида серебра необходимо уничтожить, обработав их раствором соляной кислоты.
4. При получении ацетилена из карбида кальция можно использовать большое количество реагентов для получения большего объема газа.
5. Ацетилен можно хранить в сжатом виде в стандартных стальных баллонах без дополнительной подготовки.
6. При поджигании ацетилена у отверстия газоотводной трубки следует ожидать образования коптящего пламени.

Ответы: 2, 3, 6

Задание 7. При проведении синтеза бромистого этила из этанола, серной кислоты и бромида калия необходимо соблюдать следующие условия:

1. Реакционную смесь в пробирке-приемнике следует охлаждать, так как бромистый этил — летучая жидкость.
2. Серную кислоту следует добавлять к спирту медленно, при охлаждении и перемешивании.
3. Для увеличения выхода продукта воду из реакционной среды нужно удалять.
4. Для проведения реакции можно использовать любую посуду, даже с мелкими трещинами.
5. Выделяющийся в ходе реакции газ (бромистый этил) следует собирать в колбу без охлаждения.
6. Продукт реакции (бромистый этил) можно идентифицировать по характерному зеленому окрашиванию края пламени.

Ответы: 1, 2, 6

Задание 8. Установите соответствие между химическим экспериментом и необходимыми мерами предосторожности и оборудованием для его безопасного проведения:

Обнаружение в составе органического вещества азота и серы реакцией с металлическим натрием : Проведение в вытяжном шкафу, использование защитных очков, уничтожение остатков натрия спиртом.
Получение и сбор бромистого этила : Охлаждение пробирки-приемника, использование прибора с газоотводной трубкой, проверка продукта по окрашиванию пламени.
Бромирование бензола в присутствии железа : Использование катализатора (железных опилок), проведение реакции на водяной бане, отведение паров брома
Работа с бромом (переливание, приготовление раствора) : Использование склянок с притертыми пробками, работа в вытяжном шкафу в резиновых перчатках и очках.
Задание 9. Установите соответствие между этапом проведения синтеза и его описанием или целью.
Нагревание реакционной смеси при получении этилена из этанола : Проведение дегидратации и для образования непредельной связи
Пропускание выделяющегося газа через хлоркальциевую трубку с натронной известью : Поглощение побочного продукта — оксида серы(IV) — для очистки целевого газа.
Добавление кипятильников в колбу перед началом нагрева : Использование пористых материалов для равномерного кипения и предотвращения резкого вскипания жидкости.
Растворение сплава, полученного при сплавлении с натрием, в воде и последующая фильтрация : Перевод твердого продукта в раствор для проведения качественных реакций.
Задание 10. **Восстановите правильную последовательность этапов проведения качественного анализа на азот.**
1. Сплавление исследуемого вещества с металлическим натрием.
2. Растворение охлажденного сплава в дистиллированной воде и фильтрование.
3. Добавление к фильтрату растворов солей железа (II) и (III).
4. Подкисление полученной смеси для образования берлинской лазури.

Задание 11. Восстановите правильную последовательность этапов безопасного синтеза бромистого этила.
1. Приготовление смеси этанола, воды и концентрированной серной кислоты с последующим добавлением бромида калия.
2. Сбор прибора с газоотводной трубкой, опущенной в охлаждаемый приемник с водой.
3. Нагревание реакционной смеси и сбор тяжелого слоя бромистого этила в приемнике.
4. Очистка продукта от водного слоя и проведение качественной пробы на бром.

Задание 12. С помощью какого реагента, кроме аммиачного раствора оксида серебра, можно безопасно и качественно обнаружить ацетилен или терминальные алкины?
Ответ: Аммиачный раствор хлорида меди(I)
Задание 13. При проведении качественного анализа на галогены в органическом соединении по методу Степанова используют реакцию восстановления атомарным водородом. Назовите **реагент**, обеспечивающий связывание образовавшихся галогенид-ионов в визуально обнаруживаемую форму.
Ответ: нитрат серебра
Задание 14. Почему при работе с ацетиленидами тяжёлых металлов запрещено их полное высушивание? Каков правильный способ утилизации этих соединений?
Ответ: Сухие ацетилениды серебра и меди крайне неустойчивы и детонируют при механическом воздействии или нагревании. Остатки соединений необходимо обрабатывать разбавленной минеральной кислотой для разложения до соответствующих солей и ацетилена.
Задание 15. Объясните, почему при перегонке нитробензола запрещено отгонять продукт досуха. Какое опасное явление может произойти при нарушении этого правила?

Ответ: При полном испарении нитробензола в колбе могут остаться термически неустойчивые полинитропроизводные или продукты окисления. Их перегрев приводит к резкому разложению с возможностью взрыва и разлёта осколков стекла.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ПК-1. Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой является:	ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования. ПК-1. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности ПК-1.3**.** Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин

Задание 1. **Какой из перечисленных заместителей проявляет отрицательный индуктивный эффект (-I) и отрицательный мезомерный эффект (-M)?**

1. Аминогруппа ($-NH_2$)
2. Гидроксильная группа (-OH)
3. Карбоксильная группа (-COOH)
4. Метильная группа ($-CH_3$)

Ответ: 3

Задание 2. Какое из перечисленных соединений является мезо-формой?

1. (2R,3R)-винная кислота
2. (2R,3S)-винная кислота
3. (2S,3S)-винная кислота
4. (2S,3R)-винная кислота

Ответ: 2

Задание 3. Какое из утверждений верно для S_N2-механизма?

1. Реакция проходит в две стадии
2. Скорость реакции зависит только от концентрации субстрата
3. Происходит обращение конфигурации (вальденовское обращение)
4. Карбокатион является промежуточной частицей

Ответ: 3

Задание 4. Какие из перечисленных частиц являются стабилизированными мезомерным эффектом (+M или –M)?

1. Алкильный радикал
2. Феноксид-анион
3. Метил-катион
4. Алллильный радикал
5. Этил-анион
6. Бензильный катион

Ответ: 2, 4, 6

Задание 5. Для каких из перечисленных соединений возможна цис-транс (Z/E) изомерия?

1. Бутен-2
2. Пропен
3. 1,2-дихлорэтен
4. 2-метилпропен
5. Пентадиен-1,3
6. 1,2-диметилциклопропан

Ответ: 1, 3, 6

Задание 6. Какие условия благоприятствуют протеканию реакции E2 (бимолекулярного элиминирования)?

1. Высокая температура
2. Сильное основание
3. Образование устойчивого карбокатиона
4. Апротонный полярный растворитель
5. Объёмный субстрат
6. Слабое основание

Ответ: 1, 2, 5

Задание 7. Какие из перечисленных частиц или соединений являются ароматическими согласно правилу Хюккеля?

1. Циклопентадиен
2. Циклобутадиен
3. Пиридин
4. Циклооктатетраен
5. Фуран
6. Циклопропенил-катион

Ответ: 1, 3, 5

Задание 8. Установите соответствие между соединением и его примерным значением pKa в водном растворе.

Уксусная кислота : 4.8

Фенол : 10

Этиловый спирт : 16

Анилин : 35

Задание 9. Установите соответствие между типом реакции и её характеристиками.

S_N1 : Одномолекулярная кинетика, карбокатион, рацемизация

S_N2 : Двухмолекулярная кинетика, обращение конфигурации, сильный нуклеофил

E1 : Одномолекулярная кинетика, образование алкена через карбокатион, правило Зайцева

E2 : Двухмолекулярная кинетика, анти-элиминирование, сильное основание

Задание 10. Расположите промежуточные частицы и конечный продукт в правильной последовательности для реакции гидрогалогенирования пропена по правилу Марковникова.

1. Образование π-комплекса
2. Образование карбокатиона
3. Присоединение нуклеофила (галогенид-иона)
4. Конечный продукт — 2-галогенпропан

Задание 11. Расположите этапы определения абсолютной конфигурации (R или S) для хирального центра в порядке их выполнения.

1. Расположить заместители по убыванию старшинства (1 → 4)
2. Направить младший заместитель (4) от наблюдателя (в тыл)
3. Определить направление обхода от 1 к 2 и 3
4. Сделать вывод: по часовой стрелке — R, против — S

Задание 12. При протонировании ацетона в кислой среде атом кислорода карбонильной группы выступает в роли основания по Льюису или по Бренстеду?

Ответ: По Льюису.

Задание 13. Какой тип ориентации (орто-, пара- или мета-) проявляет нитрогруппа (–NO_2) в реакциях электрофильного замещения в ароматическом кольце?

Ответ: Мета-ориентация

Задание 14. На примере реакции присоединения брома к бутадиену-1,3 объясните, при каких условиях преобладает продукт 1,2-присоединения, а при каких — 1,4-присоединения, и почему это происходит.
Ответ:
Продукт **1,2-присоединения** образуется как кинетически контролируемый при низких температурах, так как переходное состояние для его образования энергетически более доступно. Продукт **1,4-присоединения** преобладает как термодинамически более стабильный (за счёт сопряжения двойной связи) при высоких температурах или в условиях установления равновесия.
Задание 15. Объясните, почему бензол является ароматическим соединением, а циклобутадиен — нет, с точки зрения электронного строения и правила Хюккеля.
Ответ: Бензол является ароматическим, так как представляет собой плоскую циклическую сопряжённую систему с 6 π-электронами, что соответствует правилу Хюккеля (4n+2, где n=1). Циклобутадиен, имея 4 π-электрона (4n, где n=1), относится к антиароматическим системам, что делает его высоко реакционноспособным и нестабильным.

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижений которой являются:	- УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; - УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; - УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; - УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата. - УК-1.5.Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Задание 1. В каком из вариантов вещества перечислены в порядке возрастания кислотных свойств?
1. Этанол → Фенол → Эти́н → Уксусная кислота
2. Эти́н → Этанол → Фенол → Уксусная кислота
3. Этанол → Эти́н → Фенол → Уксусная кислота
4. Фенол → Этанол → Эти́н → Уксусная кислота

Ответ: 2
Задание 2. При изучении реакции алкенов с бромоводородом в отсутствие пероксидов студент должен объяснить, почему продуктом реакции пропена с HBr является 2-бромпропан, а не 1-бромпропан. Какое объяснение является наиболее полным и точным с точки зрения теории механизмов органических реакций?
1. Атом брома имеет больший радиус, чем атом водорода, поэтому он присоединяется к более замещенному атому углерода из-за стерических препятствий.
2. Реакция идет против правила Марковникова, так как бром является электроотрицательным элементом.

3. Реакция протекает по механизму электрофильного присоединения, и ее региоселективность определяется большей стабильностью вторичного карбокатиона по сравнению с первичным, образующимся при атаке протона на другой углерод двойной связи.
4. Продукт реакции определяется исключительно статистической вероятностью подхода молекулы HBr к симметричной молекуле пропена.

Ответ: 3.

Задание 3. При нитровании ароматического соединения C_8H_{10} образуется только один мононитропродукт. Проанализируйте эту информацию и сделайте вывод о строении исходного соединения.

1. Это толуол, а продукт реакции — пара-нитротолуол.
2. Это о-ксилол (1,2-диметилбензол).
3. Это м-ксилол (1,3-диметилбензол).
4. Это п-ксилол (1,4-диметилбензол).

Ответ: 4

Задание 4: Проанализируйте строение предложенных соединений. Выберите **ТРИ** из них, которые проявляют достаточно выраженные кислотные свойства, чтобы реагировать с гидроксидом натрия (NaOH) в водном растворе с образованием солей?

1. Этанол (C_2H_5OH)
2. Фенол (C_6H_5OH)
3. Уксусная кислота (CH_3COOH)
4. Этилен (C_2H_4)
5. Муравьиная кислота
6. Уксусный альдегид (CH_3CHO)

Ответ: 2, 3, 5

Задание 5: Какие **ТРИ** из перечисленных ниже процессов включают карбокатион в качестве промежуточной частицы?

1. Гидратация пропена в сернокислотной среде
2. Реакция бромистого этила с гидроксидом натрия по механизму S_N2
3. Дегидратация этанола в кислой среде
4. Присоединение брома к этилену
5. Реакция трет-бутилбромида с водой по механизму S_N1
6. Дегидрогалогенирование 2-бромбутана под действием спиртового раствора KOH (E2)

Ответ: 1, 4, 5

Задание 6: При нитровании нафталина выход изомеров зависит от температуры. Какие **ТРИ** утверждения о реакциях электрофильного замещения в нафталине являются верными?

1. При низких температурах (~0°C) преимущественно образуется α-нитронафталин, так как эта реакция кинетически контролируема.
2. Высокая реакционная способность α-положения связана с большей стабильностью α-σ-комплекса по сравнению с β-комплексом.
3. При высоких температурах (~160°C) преимущественно образуется β-нитронафталин, так как эта реакция термодинамически контролируема.
4. Сульфирование нафталина, в отличие от нитрования, всегда приводит только к β-изомеру.
5. Все реакции электрофильного замещения в нафталине протекают исключительно в β-положение из-за его большей доступности.

Ответ: 1, 2, 3

Задание 7. В лаборатории имеются две склянки без этикеток с веществами: бензол, фенол. Какие **ТРИ** химические реакции или качественные пробы из предложенного списка можно использовать для их надежного различения?

1. Действие бромной водой (Br_2/H_2O) при комнатной температуре

2. Действие раствором пермангата калия ($KMnO_4$) в нейтральной среде при комнатной температуре
3. Реакция с металлическим натрием (Na)
4. Реакция с раствором хлорида железа (III) ($FeCl_3$)
5. Обработка концентрированной серной кислотой (H_2SO_4 conc.)
6. Нитрование смесью HNO_3/H_2SO_4

Ответ: 1, 3, 4

Задание 8: Установите соответствие между **типом гибридизации** атома углерода и **тремя верными характеристиками**, которые его описывают.

1. sp^3: Тетраэдрическая, ~109°, алканы, только σ-связи
2. sp^2: Тригональная плоская, ~120°, алкены, σ-связи + одна локализованная π-связь
3. sp: Линейная, ~180°, алкины, σ-связи + две π-связи
4. $2s^12p^3$: Возбуждённое состояние атома углерода

Задание 9: Проанализируйте особенности различных типов химических реакций в органической химии и установите соответствие между **типом реакции** и **тремя верными характеристиками**, которые его описывают.

1. Электрофильное присоединение: Ионный механизм, раскрытие π-связи, подчиняется правилу Марковникова
2. Электрофильное замещение: Катализаторы Льюиса ($AlCl_3$, $FeBr_3$), образование σ-комплекса, обусловлена ориентантами I и II рода
3. Нуклеофильное замещение: Ионный, полярные растворители, нагревание, механизм зависит от строения субстрата
4. Радикальное замещение: Цепной процесс, температура или облучение, нерегиоселективный процесс

Задание 10: Установите правильную последовательность реакций при синтезе ацетата натрия из карбида кальция:

1 : Гидролиз
2 : Гидратация
3 : Окисление
4 : Взаимодействие со щёлочью

Задание 11: Восстановите последовательность реакций, необходимых для синтеза 2-нитро-4-фенолсульфокислоты из бензола

1 : Хлорирование
2 : Взаимодействие с водным раствором щёлочи с последующим подкислением
3 : Сульфирование
4 : Нитрование

Задание 12: Преимущественное образование одного пространственного изомера над другим в результате химической реакции называется

Ответ: стереоселективность

Задание 13: Любое относительное расположение атомов молекулы в пространстве, которое может быть достигнуто без нарушения целостности молекулы в результате свободного вращения вокруг σ-связей или деформации валентных углов, называется

Ответ: конформация

Задание 14: Проанализируйте достоинства и недостатки способа получения 2-хлорпропана из пропана.

Ответ: Хлорирование пропана.

Достоинства: доступность реагентов, возможность проведения при атмосферном давлении.

*Недостатки: о*бразование смеси изомеров, низкая селективность, побочное образование полихлорированных продуктов.

Задание 15: При проведении лабораторной работы по изучению реакций электрофильного присоединения к несимметричным алкенам студенты получили смесь продуктов с нарушением правила Марковникова. Предложите три возможные причины наблюдаемого нарушения правила Марковникова

Ответ: присутствие пероксидов, радикальный механизм реакции, неправильные условия проведения

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии– обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программыдля инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

Список основной литературы

1. Иванов, В. Г. Органическая химия: учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / В. Г. Иванов, В. А. Горленко, О. Н. Гева. – 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 624 с. (18 экз)

Список дополнительной литературы

2. Артёменко, А. И. Основы теории органической химии : учеб. пособие для студ. нехимических спец. вузов / А. И. Артёменко. – М.: ВЛАДОС, 2001.- 156с. (5 экз)
3. Артёменко, А. И. Органическая химия: учеб. пособие для студ. нехимических спец. вузов / А. И. Артёменко.- М.: Высш. шк., 2003.-606 с. (34 экз)
4. Березин,Б. Д. Курс современной органической химии: учебное пособие для студентов, обучающихся по химиико-технол. специальностям / Б. Д. Березин, Д.Б. Березин. – М.: Высш. шк., 1999. – 767 с. (7 экз)
5. Грандберг, И. И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии: учебное пособие для студентов вузов / И. И. Грандберг, 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2001. – 350 с. (12 экз)
6. Иванов, В. Г. Практикум по органической химии: учеб. пособие для студ. пед. вузовпо спец. «Химия» / В. Г. Иванов. – М.: Академия, 2002. – 287 с.(20 экз)
7. Ким, А. М. Органическая химия: учеб. для студ. вузов / А. М. Ким. - М-во образования РФ. Новосиб. гос. пед. ун-т. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. ун-тское изд-во, 2002. – 971с. (30 экз)
8. Травень, В. Ф. Органическая химия: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Химическая технология и биотехнология» / В. Ф. Травень. - М.: ИКЦ Академкнига, 2005. - Т. 1. – 727 с. (10 экз)
9. Травень, В. Ф. Органическая химия: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Химическая технология и биотехнология» / В. Ф. Травень. - М.: ИКЦ Академкнига, 2005. - Т. 2. – 582 с. (10 экз)
10. Реутов, О. А. Органическая химия: Учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. «Химия» / О. А. Реутов,А. Л. Курц, К. П. Бутин. – М.: Бином: Лаб. Знаний. – (Классический университетский учебник), 2007. Ч. 1.–567 с. (10 экз)
11. Реутов, О. А. Органическая химия: Учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. «Химия» / О. А. Реутов,А. Л. Курц, К. П. Бутин. – М.: Бином: Лаб. Знаний. – (Классический университетский учебник), 2007. Ч. 2. – 623с. (8 экз)
12. Реутов, О. А. Органическая химия: Учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. «Химия» / О. А. Реутов,А. Л. Курц, К. П. Бутин. – М.: Бином: Лаб. Знаний. – (Классический университетский учебник), 2007. Ч. 3. – 544с. (10 экз)
13. Реутов, О. А. Органическая химия: Учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. «Химия» / О. А. Реутов,А. Л. Курц, К. П. Бутин. – М.: Бином: Лаб. Знаний. – (Классический университетский учебник), 2007. Ч. 4. – 725с. (16 экз)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. XuMuK.ru http://www.xumuk.ru
2. Электронная библиотека по химии http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
3. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного, практического и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

Ауд. 221 «А». Лаборатория органической химии

- Стол лабораторный 2-мест. (4 шт.)
- Стол письменный 2-мест. (12 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул (33 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (1 шт.)
- Принтер «Samsung» (1 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X(1 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- Испаритель ротационный ИР-1 ЛТ (1 шт.)
- Колбонагреватель LT-1000, LABTEX (4 шт.)
- Насос вакуумный SHB-5 для испарителя ротационного ИР-1 ЛТ (1 шт.)
- Короб вытяжной 1500 ШВ-Н (лаб.) (1 шт.)
- Вентилятор канальный KV 250L (1 шт.)
- Прибор типа ЭЛ-02 (1 шт.)
- Регулятор скорости RE 1.5 (1 шт.)
- Электроплита 1,2 квт (1 шт.)
- Холодильник ХПТ-300-14/23 (1 шт.)
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Органическая химия»

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ, в лаборатории психолого-педагогических исследований и др.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Трофимцова И.А., кандидат химических наук, доцент кафедры химии

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 30 мая 2024 г.).

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2026/2027 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026/2027 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 13 мая 2026 г.).