

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 28.09.2023 14:22:45
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

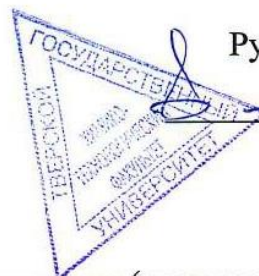
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

27 июня 2023 г



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Органическая химия

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация

Химия функциональных материалов

Для студентов 2,3 курсов очной формы обучения

Составитель: к.х.н., доцент Темникова С.А.

Тверь, 2023

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины:

Цель изучения дисциплины «Органическая химия» заключается в познании общих законов, связывающих строение и свойства органических соединений, путей синтеза различных классов органических веществ, механизмов химических процессов, а также возможностей использования органических соединений в различных отраслях народного хозяйства.

В основу построения программы положена классификация органических соединений по функциональным группам.

Отдельные темы теоретического курса прорабатываются студентами самостоятельно в соответствии с планом самостоятельной работы.

Лабораторные занятия направлены на экспериментальную проработку теоретических знаний о свойствах и методах получения отдельных классов органических соединений, получение навыков практической работы с органическими веществами, химической посудой и приборами; темы лабораторных занятий следуют параллельно лекционному курсу.

Задачи:

- изучение классификации, номенклатуры и изомерии органических соединений;
- рассмотрение строения органических соединений и химических свойств важнейших классов органических веществ;
- изучение важнейших промышленных и лабораторных способов получения органических соединений;
- овладение основными методами и приёмами экспериментальной работы, навыками сборки простейших приборов для очистки и синтеза органических веществ;
- формирование у студентов основ профессионального мышления и безопасной работы при синтезе и анализе органических соединений.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Органическая химия» входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Содержательно в ней рассматриваются вопросы теоретической органической химии – классификация, номенклатура, изомерия важнейших классов органических соединений. Особое внимание уделяется строению органических соединений, рассмотрению электронных эффектов и влиянию этих факторов на реакционную способность соединений. Изучаются химические свойства и способы получения основных классов органических соединений. В процессе практических занятий студенты овладевают навыками работы с органическими соединениями, химической посудой и оборудованием, необходимыми для работы по синтезу и анализу органических веществ.

Для успешного освоения дисциплины студентам необходимы знания, умения

и навыки, полученные при освоении дисциплины «Неорганическая химия», «Аналитическая химия». Освоение данной дисциплины будет способствовать успешному усвоению материала последующих дисциплин: «Химическая технология», «Высокомолекулярные соединения», «Биология с основами экологии», «Химические основы биологических процессов».

3. Объем дисциплины: 18 зачетных единиц, **648** академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции - **87** часов, лабораторные работы - **280** часов;

контактная внеаудиторная работа: контроль самостоятельной работы – **180** часов;
самостоятельная работа: **74** часа, контроль - **27** часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
ОПК-2 Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик
ОПК-6 Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

зачет в 4-м семестре,

экзамен в 5-м семестре.

6. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе контроль (час.)
		Лекции	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	
1. Введение Основные понятия, методы, проблемы органической химии.	69	4	40	20	5
2. Предельные углеводороды.	21	2	6	8	5
3. Непредельные углеводороды. Алкены, алкадиены, алкины.	62	8	26	20	8
4. Ароматические углеводороды.	52	4	22	16	10
5. Галогенпроизводные углеводородов.	36	4	16	12	4
6. Металлоорганические соединения.	16	2	4	8	2
7. Гидроксильные производные углеводородов.	52	6	26	12	8
8. Простые эфиры.	16	2	4	8	2
9. Карбонильные соединения.	77	9	40	18	10
10. Карбоновые кислоты и их функциональные производные.	86	14	42	20	10
11. Гидрокси- и оксокислоты.	24	4	8	8	4
12. Углеводы.	32	6	10	8	8
13. Сульфокислоты и их производные.	22	4	6	6	6
13. Азотсодержащие органические соединения.	54	12	24	8	10
14. Гетероциклические соединения.	29	6	6	8	9
ИТОГО:	648	87	280	180	101

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
1. Введение Основные понятия, методы, проблемы органической химии	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
2. Предельные углеводороды.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
3. Непредельные углеводороды. Алкены, алкадиены, алкины.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии

<p>4. Ароматические углеводороды.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
<p>5. Галогенпроизводные углеводородов.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
<p>6. Металлоорганические соединения.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
<p>7. Гидроксильные производные углеводородов.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии

<p>8. Простые эфиры.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
<p>9. Карбонильные соединения.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
<p>10. Карбоновые кислоты и их функциональные производные.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии

<p>11. Гидрокси- и оксокислоты.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
<p>12. Углеводы.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • цифровые (показ презентаций)
<p>13. Сульфокислоты и их производные.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
<p>13. Азотсодержащие органические соединения.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии

14. Гетероциклические соединения.	<ul style="list-style-type: none"> • лекция • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
19. Курсовая работа по дисциплине «Органическая химия»	<ul style="list-style-type: none"> • написание и оформление курсовой работы 	<ul style="list-style-type: none"> • технология исследовательской деятельности

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<i>Задания закрытого типа</i>			
1	Г	Для очистки жидких органических соединений используют: А. Перекристаллизацию Б. Возгонку В. Экстракцию Г. Перегонку при атмосферном давлении.	1 балл за правильный ответ
2	В	Для очистки и идентификации бензойной кислоты используют соответственно: А. Метод перегонки при атмосферном давлении и определение показателя преломления Б. Метод возгонки и определение показателя преломления	1 балл за правильный ответ

		<p>В. Метод перекристаллизации и определение температуры плавления</p> <p>Г. Метод экстракции и определение молекулярной рефракции.</p>	
3	Г	<p>Для осуществления перегонки при атмосферном давлении необходимо использовать следующий набор химической посуды:</p> <p>А. Круглодонная колба, насадка Кляйзена, прямой холодильник, аллонж, приёмники, термометр</p> <p>Б. Колба Кляйзена, обратный холодильник, аллонж, приёмники, термометр</p> <p>В. Колба Вюрца, холодильник Либиха, насадка Дина-Старка, термометр, приёмники</p> <p>Г. Круглодонная колба, насадка Вюрца, холодильник Либиха, аллонж, приёмники, термометр</p>	1 балл за правильный ответ
4	Б	<p>Для качественного определения альдегидной группы в молекуле органического соединения используют реагент:</p> <p>А. Лукаса</p> <p>Б. Толленса</p> <p>В. Джонса</p> <p>Г. Дениже</p>	1 балл за правильный ответ
5	В	<p>Реагент Толленса – это:</p> <p>А. Оксид хрома (III) в концентрированной серной кислоте</p> <p>Б. Раствор брома в четырёххлористом углероде</p> <p>В. Аммиачный раствор оксида серебра</p> <p>Г. Хлорид цинка в концентрированном водном растворе хлороводорода.</p>	1 балл за правильный ответ
6	В	<p>Колбу Бунзена используют для:</p> <p>А. Приготовления и хранения растворов</p> <p>Б. Кипячения растворов</p> <p>В. Фильтрования при пониженном давлении</p> <p>Г. Перегонки при атмосферном давлении.</p>	1 балл за правильный ответ
7	В	<p>Неизвестное вещество X состава C_4H_6O не окисляется</p>	1 балл за правильный ответ

		<p>гидроксидом меди (II), имеет нейтральную реакцию на лакмус, даёт положительную иодоформную пробу. Веществом X является:</p> <p>А. Бутин-3-ол-1 Б. 3-Метоксипропин В. Метилвинилкетон Г. Бутен-3-аль.</p>	
8	А	<p>Неизвестное вещество X обесцвечивает бромную воду, окисляется оксидом меди при нагревании, в ИК-спектре имеет полосу поглощения в области 1680-1620 см⁻¹. Веществом X может быть:</p> <p>А. Циклогексен-3-ол Б. Бензальдегид В. Бензойная кислота Г. Циклогексен</p>	1 балл за правильный ответ
9	Б	<p>Неизвестное вещество X обесцвечивает бромную воду, даёт осадок с аммиачным раствором оксида серебра, в ИК-спектре имеет три полосы поглощения разной интенсивности в области 1600-1450 см⁻¹. Веществом X может быть:</p> <p>А. Циклогексанол Б. Фенилацетилен В. Тoluол Г. Фенол.</p>	1 балл за правильный ответ
10	Г	<p>Неизвестное вещество X окисляется аммиачным раствором оксида серебра, при добавлении его водного раствора к свежесаждённому гидроксиду меди (II), голубой осадок гидроксида растворяется и образуется ярко-синий раствор. Веществом X может быть:</p> <p>А. Пропаналь Б. Глицерин В. Сахароза Г. Глюкоза.</p>	1 балл за правильный ответ
<i>Задания открытого типа</i>			
11	<p>Какую массу уксусного альдегида можно получить из 120 л метана, если выход продукта на последней стадии составляет 80%? Ответ укажите в граммах и с точностью до десятых.</p>		3 балла

<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Предложена схема получения уксусного альдегида исходя из метана: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$</p> <p>2. Рассчитаны количества ацетилен и уксусного альдегида по уравнениям реакций: $V(\text{C}_2\text{H}_2) = 1/2V(\text{CH}_4) = 60 \text{ л}$ $n(\text{CH}_3\text{CHO})_{\text{теор.}} = n(\text{C}_2\text{H}_2) = 60 \text{ л}/22,4 \text{ л/моль} = 2,68 \text{ моль}$ $m(\text{CH}_3\text{CHO})_{\text{теор.}} = 2,68 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 118 \text{ г}$</p> <p>3. Рассчитана практическая масса альдегида: $m(\text{CH}_3\text{CHO})_{\text{практ.}} = 118 \text{ г} \cdot 0,8 = 94,3 \text{ г}$ Ответ: $m(\text{CH}_3\text{CHO}) = 94,3 \text{ г}$</p>		<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
12	<p>При восстановлении нитробензола массой 1,23 кг было получено 0,772 кг анилина. Рассчитайте массовую долю выхода продукта от теоретически возможного. Ответ укажите в процентах и с точностью до целого значения.</p>	3 балла
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Записано уравнение реакции восстановления нитробензола: $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \text{ (кт)}$</p> <p>2. Рассчитаны количество вещества нитробензола и количество вещества анилина по УХР: $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2) = 1230 \text{ г}/123 \text{ г/моль} = 10 \text{ моль}$ $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2) = n(\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2) = 10 \text{ моль}$</p> <p>3. Рассчитана теоретическая масса анилина и выход продукта: $m(\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2)_{\text{теор.}} = 10 \text{ моль} \cdot 93 \text{ г/моль} = 930 \text{ г} (0,93 \text{ кг})$ $w(\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2) = 0,772 \text{ кг}/0,93 \text{ кг} = 0,83 (83\%)$ Ответ: $w(\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2) = 83\%$</p>		<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
13	<p>Приведите три способа получения фенола. Укажите особенности каждого.</p>	3 балла
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Гидролиз галогенбензолов: $\text{C}_6\text{H}_5\text{-Br} + 2\text{NaOH}_{\text{водн.}} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-ONa} + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$ Гидролиз проводят при повышенной температуре и повышенном давлении, далее на фенолят действуют сильной кислотой для получения фенола: $\text{C}_6\text{H}_5\text{-ONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-OH} + \text{NaCl}$ Данный способ является энергозатратным.</p> <p>2. Кумольный способ: $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}(\text{CH}_3)_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-OH} + (\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O}$ Окисление проводят в присутствии катализатора (соли кобальта), промежуточно полученный гидропероксид кумола разлагают разбавленной серной кислотой. Способ наиболее экономически выгодный: доступное сырьё, получают сразу два ценных продукта – фенол и ацетон.</p> <p>3. Лабораторный способ – сплавление бензолсульфоната натрия со щелочью: $\text{C}_6\text{H}_5\text{-SO}_3\text{Na} + 2\text{NaOH}_{\text{тв.}} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-ONa} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{-ONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-OH} + \text{NaCl}$</p>		<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>

14	Следующие соединения расположите в порядке возрастания основных свойств: аммиак, этиламин, анилин. Дайте объяснения.	3 балла
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Соединения расположены в порядке возрастания основных свойств: $C_6H_5-NH_2 < NH_3 < C_2H_5-NH_2$ Дано объяснение полученной закономерности с точки зрения электронных эффектов:</p> <p>2. Анилин – слабое основание вследствие взаимодействия электронной пары азота с сопряженной π-системой ароматического кольца (+M эффект группы $-NH_2$), электронная плотность на атоме азота понижена по сравнению с аммиаком.</p> <p>3. Этиламин – наиболее сильное основание в этом ряду вследствие электронодонорного влияния этильной группы (+I эффект алкильной группы), электронная плотность на атоме азота повышена по сравнению с аммиаком.</p>		<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
15	Следующие соединения расположите в порядке возрастания кислотных свойств: уксусная кислота, пропановая кислота, хлоруксусная кислота. Дайте объяснения.	3 балла
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Соединения расположены в порядке возрастания кислотных свойств: $CH_3CH_2COOH < CH_3COOH < ClCH_2COOH$ Дано объяснение полученной закономерности с точки зрения электронных эффектов:</p> <p>2. Пропановая кислота – наиболее слабая в этом ряду вследствие проявления электронодонорных свойств метильной группы в радикале (+I эффект алкильной группы). Полярность связи $-O-H$ в карбоксильной группе уменьшается, кислотность – ослабевает, по сравнению с уксусной кислотой.</p> <p>3. Хлоруксусная кислота – наиболее сильная в этом ряду вследствие электроноакцепторного влияния атома хлора (-I эффект). Полярность связи $-O-H$ в карбоксильной группе увеличивается, кислотность – возрастает, по сравнению с уксусной кислотой.</p>		<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
16	Следующие соединения расположите в порядке возрастания активности в реакциях электрофильного замещения: бензол, бензойная кислота, фенол. Дайте объяснения.	3 балла
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Соединения расположены в порядке возрастания активности в реакциях электрофильного замещения: $C_6H_5-COOH < C_6H_6 < C_6H_5-OH$ Дано объяснение указанной закономерности с точки зрения электронных эффектов:</p> <p>2. Бензойная кислота – наименее активна вследствие электроноакцепторного влияния карбоксильной группы на реакционную способность ароматического кольца (-M и -I</p>		<p>1 балл</p> <p>1 балл</p>

	<p>эффекты группы –COOH), электронная плотность кольца понижена, склонность к взаимодействию с электрофилами уменьшается по сравнению с бензолом.</p> <p>3. Фенол – очень активно вступает в реакции электрофильного замещения вследствие электронодонорного влияния гидроксильной группы на бензольное кольцо, электронная пара кислорода взаимодействует с сопряженной π-системой ароматического кольца (+M эффект группы –OH), электронная плотность кольца повышена, склонность к взаимодействию с электрофилами возрастает по сравнению с бензолом.</p>	<p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
17	<p>Следующие заместители в ароматическом кольце –CH₃, –NO₂, –NH₂, –Br, –COOH, –CN расположите по группам:</p> <p>1. Электронодонорные заместители и ориентанты I рода</p> <p>2. Электроноакцепторные заместители и ориентанты II рода</p> <p>3. Электроноакцепторные заместители и ориентанты I рода</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. –CH₃, –NH₂</p> <p>2. –NO₂, –COOH, –CN</p> <p>3. –Br</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
18	<p>Предложите три химических теста для подтверждения структуры акриловой кислоты.</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>Указаны реагенты, записаны уравнение реакции и указаны их признаки:</p> <p>1. Для подтверждения наличия в молекуле карбоксильной группы – NaHCO₃ или Na₂CO₃</p> $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>Признак реакции– бурное выделение углекислого газа.</p> <p>2. Использование индикатора – подтверждение кислого характера среды.</p> <p>3. Для подтверждения наличия кратной связи в соединении – бромная вода:</p> $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{COOH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CBr}-\text{CHBr}-\text{COOH}$ <p>Признак реакции – обесцвечивание раствора брома.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
19	<p>Укажите необходимые реагенты и условия реакций для превращения толуола в <i>n</i>-бромтолуол, бензилбромид, бензойную кислоту. Напишите уравнения соответствующих реакций.</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления:</p> <p>1. $2\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3 + 2\text{Br}_2 \rightarrow n\text{-Br}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3 + o\text{-Br}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3 + 2\text{HBr}$ (kt кислоты Льюиса, например FeBr₃)</p> <p>Реакция электрофильного замещения в ароматическом кольце.</p> <p>2. $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{Br} + \text{HBr}$</p> <p>Реакция свободнорадикального замещения, требует облучения.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p>

<p>3. $5\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + 6\text{MnSO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$ Реакция окисления, требует сильного окислителя, проходит при нагревании.</p>		<p>1 балл Итого: 3 балла</p>
<p>20</p>	<p>Предложите схему синтеза иодбензола в три стадии исходя из нитробензола и используя реакцию диазотирования.</p>	<p>3 балла</p>
<p>Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления: 1. $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (kt) Может быть использован другой восстановитель. 2. $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + \text{NaNO}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5\text{-N}_2]^+\text{Cl}^- + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$ Температура реакции 0-5°C HCl (или другая сильная кислота) – в избытке. 3. $[\text{C}_6\text{H}_5\text{-N}_2]^+\text{Cl}^- + \text{NaI} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-I} + \text{N}_2 + \text{NaCl}$ Температура реакции 20-25°C.</p>		<p>1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла</p>

ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	Г	Легковоспламеняющимися являются все вещества ряда: А. Диэтиловый эфир, бензойная кислота, этилацетат Б. Ацетон, бензоат калия, четырёххлористый углерод В. Диэтиловый эфир, ацетон, ацетат натрия Г. Этилацетат, ацетон, тетрагидрофуран.	1 балл за правильный ответ
2	В	При перегонке легковоспламеняющихся жидкостей в качестве нагревательного элемента используют: А. Масляную баню Б. Газовую горелку В. Водяную баню Г. Песчаную баню.	1 балл за правильный ответ
3	Г	Для осуществления перегонки при атмосферном давлении необходимо использовать следующий набор химической посуды: А. Круглодонная колба, насадка Кляйзена, прямой холодильник, аллонж, приёмники, термометр Б. Колба Кляйзена, обратный холодильник, аллонж, приёмники, термометр В. Колба Вюрца, холодильник Либиха, насадка Дина-Старка, термометр, приёмники Г. Круглодонная колба, насадка Вюрца, холодильник Либиха, аллонж, приёмники, термометр	1 балл за правильный ответ
4	А	Круглодонные колбы в органическом синтезе используют для: А. Работ, связанных с нагреванием Б. Хранения жидкостей В. Приготовления растворов Г. Фильтрация.	1 балл за правильный ответ

5	Б	<p>Для проведения экстракции используют:</p> <p>А. Капельные воронки Б. Делительные воронки В. Конические воронки Г. Мензурки.</p>	1 балл за правильный ответ
6	В	<p>Для высушивания твёрдых веществ используют:</p> <p>А. Прибор Сокслета Б. Трубку Эмиха В. Эксикатор Г. Колбу Фаворского.</p>	1 балл за правильный ответ
7	Г	<p>Хроматография используется для:</p> <p>А. Подтверждения структуры вещества Б. Идентификации вещества В. Установления структуры вещества Г. Разделения, очистки выделения и идентификации веществ.</p>	1 балл за правильный ответ
8	А	<p>В качестве ацилирующих реагентов не используют:</p> <p>А. Хлорангидриды карбоновых кислот Б. Альдегиды В. Сложные эфиры Г. Карбоновые кислоты.</p>	1 балл за правильный ответ
9	Б	<p>Для получения простых эфиров используют:</p> <p>А. Конденсацию Кляйзена Б. Синтез Вильямсона В. Реакцию этерификации Г. Перегруппировку Фриса.</p>	1 балл за правильный ответ
10	Г	<p>Для реакций, протекающих по механизму бимолекулярного нуклеофильного замещения характерно:</p> <p>А. Наличие субстрата с доступным реакционным центром, сильный нуклеофил, полярный апротонный растворитель Б. Наличие субстрата с доступным реакционным центром, слабый нуклеофил, полярный протонный растворитель В. Наличие сильного основания, разветвлённая структура субстрата, высокая температура Г. Наличие субстрата, способного образовать устойчивый карбокатион, несильный</p>	1 балл за правильный ответ

		нуклеофил, полярный протонный растворитель.	
Задания открытого типа			
11	В три стадии осуществите переход этанол → 1-этоксид этанол. Укажите условия всех превращений.		3 балла
Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления: 1. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Дегидратация этанола в присутствии концентрированной серной кислоты при 170-180°C (или оксид алюминия при 350-400°C) 2. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$ Промышленный способ получения уксусного альдегида – каталитическое окисление этилена (kt PdCl ₂ , CuCl ₂). 3. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{OCH}_2\text{CH}_3$ Реакция нуклеофильного присоединения по карбонильной группе, получение полуацеталей (kt H ⁺).			1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
12	Осуществите превращения по схеме этаналь → пропанол-2 → изопропилбензоат. Укажите условия всех превращений.		3 балла
Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления: 1. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + \text{CH}_3\text{MgBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OMgBr})\text{CH}_3$ Реакция нуклеофильного присоединения реактива Гриньяра по карбонильной группе, проводится в среде абсолютного эфира. 2. Далее следует гидролиз полученной соли, без её выделения $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OMgBr})\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 + \text{MgOHBr}$ (kt H ⁺) 3. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ Реакция этерификации в присутствии концентрированной серной кислоты при нагревании. Реакция является обратимой.			1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
13	Осуществите превращения по схеме бутен-2 → бутанол-2 → бутанон → оксим бутанона. Укажите условия всех превращений.		3 балла
Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления: 1. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ (kt H ⁺) Гидратация алкенов, реакция электрофильного присоединения. 2. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ Мягкое окисление спиртов оксидом меди (II) при нагревании. 3. $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3 + \text{NH}_2\text{OH} \rightarrow \text{HO-N}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Нуклеофильное присоединение гидроксилamina по карбонильной группе с последующим отщеплением воды.			1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла
14	Осуществите превращения по схеме		3 балла

	фенилмагнийбромид → бензойная кислота → бензоилхлорид. Укажите условия всех превращений.	
	<p>Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления:</p> <p>1. $C_6H_5-MgBr + CO_2 \rightarrow C_6H_5-CO(OMgBr)$ Реакция нуклеофильного присоединения реактива Гриньяра по двойной связи C=O углекислого газа, проводится в среде абсолютного эфира.</p> <p>2. Далее следует гидролиз полученной соли, без её предварительного выделения. $C_6H_5-CO(OMgBr) + H_2O \rightarrow C_6H_5-COOH + MgOHBr$ (kt H^+)</p> <p>3. $C_6H_5-COOH + PCl_5 \rightarrow C_6H_5-COCl + POCl_3 + HCl$ Может быть использован другой хлорирующий реагент.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
15	Осуществите превращения по схеме бензол → нитробензол → анилин → бензол-диазонийхлорид. Укажите условия всех превращений.	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления:</p> <p>1. $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5-NO_2 + H_2O$ (kt H_2SO_4) Реакция электрофильного замещения, нитрование бензола.</p> <p>2. $C_6H_5-NO_2 + 3H_2 \rightarrow C_6H_5-NH_2 + 2H_2O$ (kt) Может быть использован другой восстановитель.</p> <p>3. $C_6H_5-NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \rightarrow [C_6H_5-N_2]^+Cl^- + NaCl + 2H_2O + Q$ Температура реакции 0-5°C HCl (или другая сильная кислота) – в избытке.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
16	Осуществите превращения по схеме <i>n</i>-метиланилин → <i>n</i>-толуолдiazоний-хлорид → <i>n</i>-бромтолуол → <i>n</i>-бромбензойная кислота. Укажите условия всех превращений.	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления:</p> <p>1. $H_3C-C_6H_4-NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \rightarrow [H_3C-C_6H_4-N_2]^+Cl^- + NaCl + 2H_2O + Q$ Температура реакции 0-5°C.</p> <p>2. $[H_3C-C_6H_4-N_2]^+Cl^- + CuBr \rightarrow H_3C-C_6H_4-Br + N_2 + CuCl$</p> <p>3. $5H_3C-C_6H_4-Br + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow 5Br-C_6H_4-COOH + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 14H_2O$</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
17	Осуществите превращения по схеме <i>n</i>-нитроанилин → <i>n</i>-нитробензол-дiazоний-хлорид → <i>n</i>-гидрокси-<i>n</i>'-нитроазобензол. Укажите условия всех превращений и особенности последней реакции.	3 балла

	<p>Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления: $1. n\text{-O}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{-NH}_2 + \text{NaNO}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow [n\text{-O}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{-N}_2]^+\text{Cl}^- + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$ Температура реакции 0-5°C, необходим избыток кислоты. Реакция диазотирования. $2. [n\text{-O}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{-N}_2]^+\text{Cl}^- + \text{C}_6\text{H}_5\text{-OH} \rightarrow n\text{-O}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{-N=N-C}_6\text{H}_4\text{-OH} + \text{HCl}$ Реакция азосочетания. 3. Реакция азосочетания – реакция электрофильного замещения в ароматическом кольце. Соль диазония называют диазосоставляющей, вторая компонента – азосоставляющая, в качестве которой могут выступать ароматические соединения, содержащие в кольце сильный электронодонорный заместитель (-OH, -NH₂, -NHR, -NR₂). Азосочетание с аминами проводят в слабокислой среде, азосочетание с фенолами – в слабощелочной.</p>	<p>1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла</p>
<p>18</p>	<p>Осуществите превращения по схеме бензальдегид → бензиловый спирт → бензиламин → хлорид метилбензиламмония. Укажите условия всех превращений.</p>	<p>3 балла</p>
	<p>Правильный ответ (ключ): Указаны реагенты, записаны уравнение реакции и указаны их признаки: $1. \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=O} + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{OH}$ (kt Ni, t°) Восстановление альдегида до первичного спирта. $2. \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{OH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (kt Al₂O₃, t°) $3. \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{NH}_2\text{CH}_3]^+\text{Cl}^-$ Реакция нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода, требуется полярный апротонный растворитель, например, ацетон.</p>	<p>1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла</p>
<p>19</p>	<p>В три стадии осуществите переход ацетилен → ацетилхлорид. Укажите условия всех превращений.</p>	<p>3 балла</p>
	<p>Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления: $1. \text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH=O}$ Реакция М.Г. Кучерова (kt HgSO₄, H₂SO₄) $2. \text{CH}_3\text{CH=O} + \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ Окисление альдегида мягким окислителем при нагревании. Может быть использован другой окислитель. $3. \text{CH}_3\text{COOH} + \text{PCl}_5 \rightarrow \text{CH}_3\text{COCl} + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$ Получение галогенангидридов карбоновых кислот. Может быть использован другой хлорирующий реагент.</p>	<p>1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла</p>
<p>20</p>	<p>В три стадии осуществите переход нитробензол → фенол. Укажите условия всех превращений.</p>	<p>3 балла</p>
	<p>Правильный ответ (ключ): Записаны уравнение реакции и указаны условия их осуществления: $1. \text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (kt)</p>	<p>1 балл</p>

Может быть использован другой восстановитель.	
2. $C_6H_5-NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \rightarrow [C_6H_5-N_2]^+Cl^- + NaCl + 2H_2O + Q$ Температура реакции 0-5°C	1 балл
HCl (или другая сильная кислота) – в избытке	
3. $[C_6H_5-N_2]^+Cl^- + H_2O \rightarrow C_6H_5-OH + N_2$ Температура реакции 60-80°C.	1 балл
	Итого: 3 балла

ОПК-6. Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	А	Только ковалентные связи присутствуют в соединении: А. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NO}_2$ Б. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-ONa}$ В. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_3\text{Br}$ Г. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COONa}$.	1 балл за правильный ответ
2	Г	Аминогруппа проявляет свойства электронодонорного заместителя в соединении: А. Бензиламин Б. Аллиламин В. Пропиламин Г. Фениламин.	1 балл за правильный ответ
3	Г	Пропин, в отличие от пропена, реагирует со всеми соединениями ряда: А. Br_2 (CCl_4), Cl_2 при 500°C , $\text{C}_4\text{H}_9\text{Li}$ Б. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (kt, t ^o), NaNH_2 , HBr В. H_2O (kt, t ^o), CH_3SH (kt, t ^o), HBr Г. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, NaNH_2 , H_2CO (kt, t ^o).	1 балл за правильный ответ
4	Б	Наиболее вероятным интермедиатом в реакции электрофильного присоединения бромоводорода к 2-метилбутену-1 является: А. $\text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}^+\text{-CH-CH}_3$ Б. $\text{CH}_3\text{-}\overset{+}{\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ В. $\text{CH}_3\text{-}\overset{\cdot}{\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ Г. $\text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}\text{-}\overset{\cdot}{\text{C}}\text{-CH-CH}_3$	1 балл за правильный ответ
5	Б	В результате гидратации бутина-1 в присутствии солей ртути образуется: А. Бутаналь Б. Бутанон В. Бутанол-1	1 балл за правильный ответ

		Г. Бутанол-2.	
6	Г	В порядке увеличения скорости электрофильного бромирования расположены соединения в ряду: А. Толуол, фенол, бромбензол Б. Бензальдегид, фенол, толуол В. Бромбензол, бензальдегид, толуол Г. Бензальдегид, толуол, фенол.	1 балл за правильный ответ
7	В	Согласованная ориентация заместителей проявляется в соединении: А. 4-Нитробензойная кислота Б. 3-Цианоанилин В. 2-Нитрофенол Г. 3-Бромбензальдегид.	1 балл за правильный ответ
8	В	Выберите ряд, в котором соединения расположены в порядке увеличения карбонильной активности: А. НСНО, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ Б. CH_3COCH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$ В. CH_3COCH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$, НСНО Г. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$, НСНО, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$.	1 балл за правильный ответ
9	Б	Бутанон-2 реагирует со всеми соединениями ряда: А. $\text{NH}_2\text{-NH}_2$, H^+ ; $\text{Cu}(\text{OH})_2$, t° ; KMnO_4 , H_2SO_4 , t° Б. NH_2OH , H^+ ; Cl_2 , NaOH ; H_2 , Ni В. $\text{NH}_2\text{-NH}_2$, H^+ ; KMnO_4 , H_2SO_4 , t° ; CuO , t° Г. H_2 , Ni ; $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, t° ; $\text{NH}_2\text{-NH}_2$, H^+ .	1 балл за правильный ответ
10	Б	Диэтиламин реагирует со всеми соединениями ряда: А. Азотная кислота, азотистая кислота, уксусный ангидрид, Б. Азотная кислота, уксусный ангидрид, йодметан В. Азотная кислота, азотистая кислота, гидроксид натрия Г. Азотистая кислота, йодметан, бромоводород.	1 балл за правильный ответ
Задания открытого типа			
11		На примере взаимодействия бромэтана с водным раствором щёлочи изложите сущность механизма	3 балла

	бимолекулярного нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода.	
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Записано уравнение реакции: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH}_{\text{водн.}} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaBr}$</p> <p>2. Бимолекулярное нуклеофильное замещение – одностадийный синхронный процесс, протекает через переходное состояние, в котором разрушается связь С–Br и одновременно формируется новая связь углерода с нуклеофильным центром. Скорость реакции определяется концентрацией и субстрата (бромэтан), и реагента (водный раствор щёлочи). В случае оптически активного субстрата образуется продукт с противоположной конфигурацией хирального центра (Вальденовское обращение).</p> <p>3. Бимолекулярному нуклеофильному замещению благоприятствуют следующие условия: субстрат с доступным реакционным центром, сильный нуклеофил и полярный апротонный растворитель.</p>		<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
12	На примере взаимодействия 2-бром-2-метилпропана с водным раствором щёлочи изложите сущность механизма мономолекулярного нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода.	3 балла
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Записано уравнение реакции: $(\text{CH}_3)_3\text{CBr} + \text{NaOH}_{\text{водн.}} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{NaBr}$</p> <p>2. Молекулярное нуклеофильное замещение – двухстадийный процесс. Первая стадия – скоростьлимитирующая, диссоциация субстрата под действием молекул растворителя с образованием устойчивого карбокатиона (в данном случае стабильный третичный $(\text{CH}_3)_3\text{C}^+$). Молекулы растворителя за счёт сольватации стабилизируют и катионы, и анионы. На второй стадии нуклеофил (в данном случае HO^-) взаимодействует с карбокатионом с образованием продукта реакции. Скорость реакции определяется только концентрацией субстрата. В случае оптически активного субстрата образуется рацемат – оптически недеятельная форма, смесь энантиомеров в соотношении 1:1.</p> <p>3. Мономолекулярному нуклеофильному замещению благоприятствуют следующие условия: субстрат, способный диссоциировать с образованием устойчивого карбокатиона, несильный нуклеофил и полярный протонный растворитель.</p>		<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
13	На примере взаимодействия бензола с бромэтаном в присутствии катализатора изложите сущность механизма электрофильного замещения в ароматическом ряду.	3 балла
<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Записано уравнение реакции: $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{CH}_3 + \text{HBr}$</p> <p>2. Реакция требует катализатора – кислоты Льюиса. Роль катализатора в этих процессах способствовать образованию электрофильного реагента:</p>		<p>1 балл</p> <p>1 балл</p>

	<p>гидридного сдвига в более стабильный катион – изопропилный. Поэтому образуется изопропилбензол.</p> <p>3. Образовавшийся изопропилбензол более склонен к электрофильному замещению за счёт электронодонорного влияния радикала, чем бензол. Поэтому далее он подвергается замещению и образуется дизамещённый бензол.</p>	<p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
16	<p>При взаимодействии пропена с бромоводородом в полярном растворителе образуется 2-бромпропан. При взаимодействии этих же реагентов, но в присутствии пероксида водорода образуется 1-бромпропан. Объясните эти результаты.</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Приведённые факты объясняются протеканием реакций по разным механизмам, обусловленных условиями реакций.</p> <p>2. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CHBr}-\text{CH}_3$</p> <p>Реакция электрофильного присоединения по двойной связи, протекает по правилу В.В. Марковникова через образование более стабильного карбокатиона.</p> <p>3. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Br}$ кт H_2O_2</p> <p>В присутствии пероксида водорода протекает радикальное присоединения по двойной связи через образование свободного радикала, более стабильного из двух возможных.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
17	<p>При взаимодействии пропена с хлором в четырёххлористом углеводе при комнатной температуре образуется 1,2-дихлорпропан. При взаимодействии этих же реагентов, но при температуре 450°C образуется 3-хлорпропен и выделяется хлороводород. Объясните эти результаты.</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Приведённые факты объясняются протеканием реакций по разным механизмам, обусловленных условиями реакций.</p> <p>2. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl}$</p> <p>Реакция электрофильного присоединения по двойной связи, протекает через образование карбокатиона $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}^+-\text{CH}_2\text{Cl}$.</p> <p>3. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HCl}$ $t=450^\circ\text{C}$</p> <p>Высокая температура способствует протеканию радикальных процессов, идёт образование наиболее стабильного интермедиата – радикала аллильного типа $\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$.</p> <p>Протекает реакция свободнорадикального замещения с сохранением двойной связи (реакция М.Д. Львова).</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
18	<p>Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе часто требуют присутствия кислотного катализатора. Но в случае использования N-нуклеофилов повышенная кислотность может значительно снизить скорость реакции. Объясните эти факты.</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p>	

	<p>1. Если карбонильное соединение не обладает достаточно высокой реакционной способностью, необходимо использование катализатора – сильных кислот. Происходит протонирование по карбонильному атому кислорода и затем образуется карбокатион, который легко атакуется нуклеофилом.</p> <p>2. В избытке кислоты <i>N</i>-нуклеофилы претерпевают протонирование по атому азота, переходят в соли и скорость реакции снижается.</p> <p>3. Поэтому в случае использования <i>N</i>-нуклеофилов необходимо следить за рН среды. Причём для каждого такого нуклеофила существует оптимальный диапазон значений рН.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
19	<p>Реакция диазотирования представляет собой взаимодействие первичных ароматических аминов с солями азотистой кислоты в избытке сильной кислоты при поддержании низкой температуры. Чем объясняются такие условия этой реакции?</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Записано уравнение реакции диазотирования: $C_6H_5-NH_2 + NaNO_2 + 2HCl \rightarrow [C_6H_5-N_2]^+Cl^- + NaCl + 2H_2O + Q$ Температура реакции 0-5°C. HCl (или другая сильная кислота) – в избытке (амин : кислота = 1:3).</p> <p>2. Избыток кислоты необходим для выделения азотистой кислоты из её соли, активации азотистой кислоты – получения активного электрофила нитрозацидий-катиона: $NaNO_2 + HCl \rightarrow NaCl + HNO_2$ $HNO_2 + HCl \rightarrow H_2O^+-N=O Cl^-$ Избыток кислоты необходим для подавления побочной реакции соли диазония со свободным амином, приводящей к образованию нерастворимого триазена: $[C_6H_5-N_2]^+Cl^- + C_6H_5-NH_2 \rightarrow C_6H_5-N=N-NH-C_6H_5$</p> <p>3. Диазотирование проводят при низких температурах (0–5°C), т.к. реакция сильно экзотермична. А повышение температуры приводит к разложению соли диазония и азотистой кислоты: $[C_6H_5-N_2]^+Cl^- + H_2O \rightarrow C_6H_5-OH + N_2 + HCl$ $HNO_2 \rightarrow NO_2 + NO + H_2O$</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
20	<p>Азосочетание – взаимодействие солей диазония с ароматическими соединениями, содержащими сильные электронодонорные группы (фенолы, ароматические амины и их производные), что приводит к образованию азосоединений. Реакция требует соблюдения определённых значений рН среды. Чем обусловлены такие особенности этой реакции?</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Записано уравнение реакции азосочетания: $[C_6H_4-N_2]^+Cl^- + C_6H_5-X \rightarrow C_6H_5-N=N-C_6H_4-X + HCl$ X – сильный электронодонорный заместитель.</p>	1 балл

<p>2. Реакция азосочетания – реакция электрофильного замещения в ароматическом ядре. Соль диазония – диазосоставляющая, реагент. Катион диазония – это слабый электрофил, поэтому субстрат – азосоставляющая, должен быть активным, иметь повышенную электронную плотность в ароматическом кольце, что достигается введением сильных донорных заместителей. Повысить активность соли диазония можно введением в её кольцо электроноакцепторных заместителей.</p>	1 балл
<p>3. Для каждой реакции азосочетания необходимо определённое значение рН среды, при котором взаимодействие будет протекать с максимальной скоростью. Выбирают значения рН, при которых обе компоненты будут находиться в максимально активных формах для сочетания. Диазоний-катион устойчив в сильнокислой среде. Но высокая кислотность не благоприятна для амина, он будет полностью протонирован. Поэтому оптимальным значением рН для сочетания амина и соли диазония является 5–8, слабокислая среда. Для сочетания с фенолами предпочтительна щелочная среда, в этом случае образуется более активный феноксид-ион. Но в сильнощелочной среде соль диазония превращается в диазотат, который не сочетается. Поэтому азосочетание с фенолами проводят в слабощелочной среде, рН 8–10.</p>	<p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>

4 семестр
РАСЧЕТ БАЛЛОВ В 4 СЕМЕСТРЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»
1 модуль

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Лабораторные работы - 5	18 баллов (3 балл за ЛР №1,2; 4 балла за ЛР№3,4,5)
2	ОПК-6.1	Контрольная работа №1	10 баллов
3		Семинары - 5	15 баллов (максимально 3 балла за работу на семинаре)
4		Рубежный контроль. Тестирование.	6 баллов
		Итого за 1 модуль	49

2 модуль

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	ОПК-1.3 ОПК-2.1	Лабораторные работы - 2	6 баллов (3 балл за 1 лабораторную работу)
2	ОПК-2.2 ОПК-6.1	Контрольная работа № 2 Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4	10 баллов 5 баллов 6 баллов
3		Семинары - 6	18 баллов (максимально 3 балла за работу на семинаре)
4		Рубежный контроль. Тестирование.	6 баллов
		Итого за 2 модуль	51
		Итого за семестр	100 баллов

Текущий контроль успеваемости

1 модуль

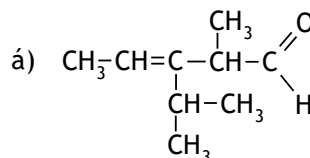
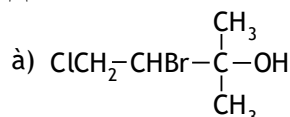
Контрольная работа №1

«Номенклатура и изомерия органических соединений»

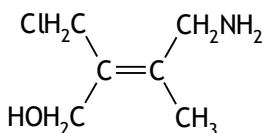
Пример

1. Напишите структурные формулы следующих соединений и назовите их по рациональной номенклатуре:
 - а) 4-бутил-4-изопропилгептен-2-ин-5;
 - б) 3,4-диметил-5-фенилпентен-1.
2. Напишите структурные формулы следующих соединений и назовите их по номенклатуре IUPAC:
 - а) изопропилнеопентил-*трет*-пентилметан;
 - б) *втор*-бутилнеопентилэтилиденметан.

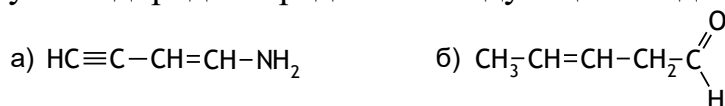
3. Назовите соединения:



4. а) Для соединения *a* из задания 3 составьте формулы энантиомеров, назовите их по R,S-номенклатуре.
б) Для соединения *б* из задания 3 составьте формулы трех структурных изомеров, назовите их по номенклатуре IUPAC.
в) Назовите соединение с учетом его конфигурации:



5. Каково влияние заместителей на распределение электронной плотности в углеводородном радикале следующих соединений:

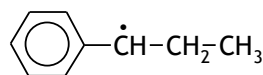
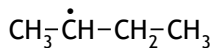
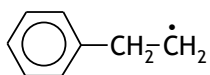


Покажите смещение электронной плотности с помощью стрелок.

В сопряженных системах покажите распределение электронной плотности набором резонансных структур.

Оцените характер заместителя (электронодонор, электроноакцептор)

6. Расположите частицы в порядке уменьшения их стабильности:



Дайте объяснения.

Задания для контроля по теме

«Получение и свойства алканов, алкенов, алкадиенов и алкинов»

Пример

- Получите алкены из следующих соединений:
 - 2-бромбутан
 - бутин-2
 - 2-метил-1-этилпропилсульфат
 - 2,5-диметилциклогексанолНапишите уравнения реакций и укажите их условия.
- Напишите уравнения реакций указанных ниже процессов для 2-метилпропена:
 - окисление кислым раствором перманганата калия
 - хлорирование в водном растворе
 - эпоксицирование
 - гидробромирование в неполярном растворителе (CCl_4)
 - взаимодействие с бромсукцинимидом
 - озонирование и дальнейшее восстановительное расщепление продукта озонирования
 - полимеризация
 - гидратацияУкажите условия реакций, где это необходимо, и назовите продукты.
- Соединение C_5H_{10} при каталитическом гидрировании образует 2-метилбутан. Если же на исходное соединение подействовать бромоводородом в присутствии перекиси и затем полученный продукт нагреть с металлическим натрием, то образуется 2,7-диметилотан. Определите строение соединения C_5H_{10} и напишите указанные реакции.
- Напишите механизм реакции электрофильного присоединения брома к 2-метилбутену-2.
- Роль русских химиков М.И. Коновалова, М.Г. Кучерова, С.В. Лебедева, М.Д. Львова, Е.Е. Вагнера, А.М. Зайцева, А.Е. Фаворского и др. в развитии химии углеводородов и их производных.

Модуль 1, рубежный контроль

Пример

ЧАСТЬ А. Тестовые задания с выбором одного правильного ответа

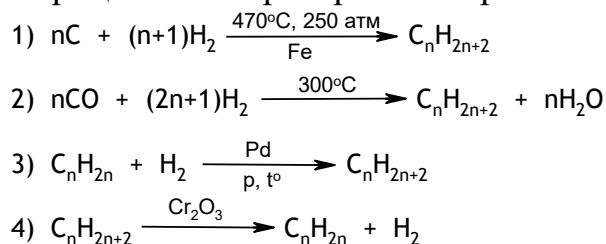
При выполнении заданий этой части в бланке ответов №1 под номером выполняемого Вами задания (А1–А8) поставьте цифру, которая соответствует номеру выбранного вами ответа.

А1. Соединение



- 1) 3-метил-2-этилгексен-4 C₂H₅
- 2) 3,4-диметилгептен-5
- 3) 4,5-диметилгептен-2
- 4) 4-метил-5-этилгексен-2

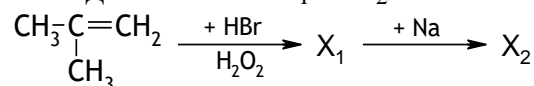
А2. Процесс Фишера-Тропша отражает схема



А3. Декарбоксилированием 3-метилбутаноата натрия можно получить

- 1) 2-метилбутан
- 2) 2-метилпропен
- 3) 2,5-диметилгексан
- 4) 2-метилпропан

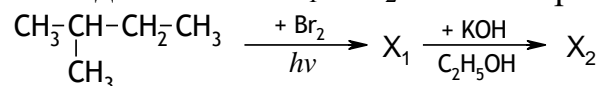
А4. Соединениями X₁ и X₂ в схеме превращений



являются соответственно

- 1) 2-бром-2-метилпропан и октан
- 2) 1-бром-2-метилпропан и 2,5-диметилгексан
- 3) 2-бром-2-метилпропан и 2,2,3,3-тетраметилбутан
- 4) 1-бром-2-метилпропан и октан

А5. Соединениями X₁ и X₂ в схеме превращений



являются соответственно

- 1) 2-бром-2-метилбутан и 2-метилбутен-1
- 2) 2-бром-2-метилбутан и 2-метилбутен-2
- 3) 1-бром-2-метилбутан и 2-метилбутен-1
- 4) 2-бром-3-метилбутан и 2-метилбутен-2

А6. Наиболее вероятным интермедиатом в реакции электрофильного присоединения бромоводорода к 2-метилбутену-1 является

- 1) $\text{CH}_3-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$
 CH_3
- 2) $\text{CH}_3-\overset{\oplus}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
 CH_3
- 3) $\text{CH}_3-\overset{\cdot}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
 CH_3
- 4) $\text{CH}_3-\overset{\cdot}{\text{C}}\text{H}-\overset{\cdot}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$
 CH_3

A7. В результате озонирования пентадиена-1,3 и последующего восстановительного расщепления озонида образуются

- 1) уксусный альдегид, углекислый газ и глиоксаль
- 2) уксусная кислота, щавелевая кислота и муравьиная кислота
- 3) этаналь, метаналь и этандиаль
- 4) оксид углерода (IV), этаналь и этандиаль

A8. Наиболее вероятным продуктом электрофильного гидробромирования изопрена при $t=+80^\circ\text{C}$ является

- 1) 3-бром-2-метилбутен-1
- 2) 4-бром-3-метилбутен-1
- 3) 1-бром-2-метилбутен-2
- 4) 1-бром-3-метилбутен-2

ЧАСТЬ В. Задания с кратким ответом

В заданиях В1–В2 на установление соответствия запишите в таблицу буквы выбранных Вами ответов, а затем получившуюся последовательность букв перенесите в бланк ответов №1. (Буквы в ответе могут повторяться)

В1. Установите соответствие между превращением и его механизмом.

ПРЕВРАЩЕНИЕ	$\xrightarrow{\text{CCl}_4}$	МЕХАНИЗМ
1) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2$	$\xrightarrow{500^\circ\text{C}}$	А) A_E
2) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2$	$\xrightarrow{\text{ROOR}}$	Б) A_N
3) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{S}$	$\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_2}$	В) A_R
4) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr}$		Г) S_E
		Д) S_N
		Е) S_R

В2. Установите соответствие между процессом и его наиболее вероятным продуктом.

ПРОЦЕСС	ПРОДУКТ
1) свободнорадикальное бромирование пропана	А) 2-бромпропен

- | | |
|--|---------------------|
| 2) свободнорадикальное гидробромирование пропена | Б) 1,2-дибромпропан |
| 3) свободнорадикальное бромирование пропена | В) 1-бромпропен |
| 4) электрофильное гидробромирование пропена | Г) 3-бромпропен |
| | Д) 1-бромпропан |
| | Е) 2-бромпропан |

ЧАСТЬ С. Задания с развернутым ответом

Для записи ответов к заданию этой части используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем полное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

С1. Напишите механизм реакции аллильного хлорирования бутена-2.

Контрольная работа №2
«Химические свойства алифатических углеводородов»

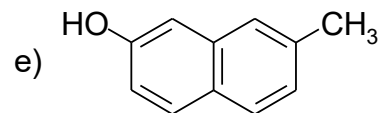
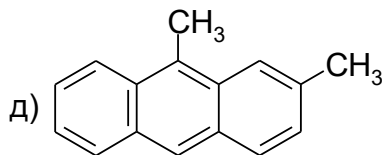
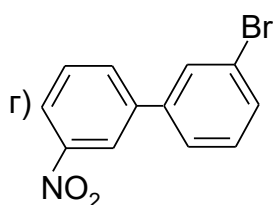
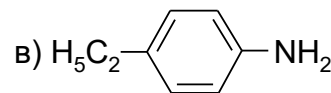
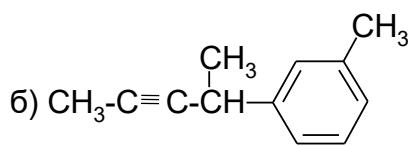
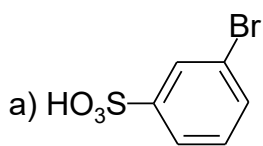
Пример

1. Получите алкены из следующих соединений:
 - а) 2-метилпентанол-3
 - б) 2-метилбутан
 - в) 2,3-дибромбутанНапишите уравнения реакций и укажите их условия.
2. Напишите уравнения реакций указанных ниже процессов для 2-метилбутена-2:
 - а) гидратация
 - б) гидробромирование в присутствии пероксида водорода
 - в) гипогалогенирование
 - г) хлорирование в газовой фазе ($T=500^{\circ}\text{C}$)
 - д) окисление нейтральным водным раствором перманганата калия при температуре 0°C
 - е) озонирование и дальнейшее восстановительное расщепление продукта озонирования
 - ж) гидрохлорирование в неполярном растворителе (CCl_4)
 - з) окисление кислым раствором перманганата калия при нагревании.Укажите условия реакций, где это необходимо, и назовите продукты.
3. Напишите уравнения реакций следующих превращений:
 - а) пропин-1 + $2\text{Br}_2 \longrightarrow$
 - б) бутин-2 + $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}, \text{H}^+}$
 - в) бутин-1 + $\text{NaNH}_2 \xrightarrow{\text{NH}_3}$
 - г) этин + $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \xrightarrow{t^{\circ}}$
 - д) бутин-1 + $\text{HBr} \xrightarrow{\text{ROOR}}$
 - е) пентин-2 + $\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt}}$
 - ж) пропин + $\text{CH}_3\text{MgI} \longrightarrow \dots \xrightarrow{\text{Cl-CH}_2\text{-CH=CH}_2}$
 - з) пропин + $\text{C}_4\text{H}_9\text{Li} \longrightarrow$
 - и) бутен-1-ин-3 + 1 моль $\text{Br}_2 \longrightarrow$
 - к) пропин + $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[150^{\circ}\text{C, p}]{\text{KOH}}$
4. Приведите примеры реакции, названных именами русских химиков-органиков.

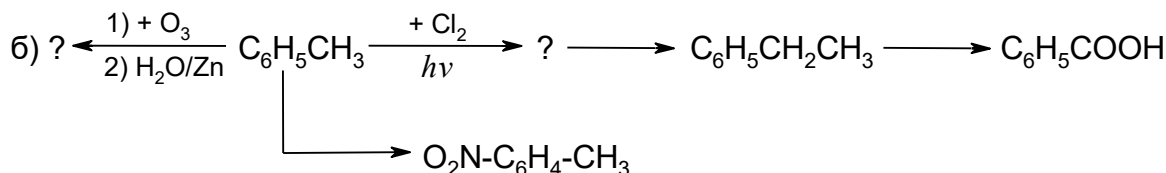
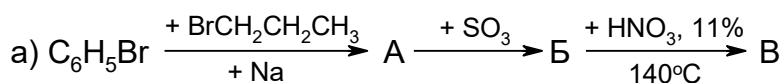
Контрольная работа №3
«Химические свойства ароматических углеводородов»

Пример

1. Назовите соединения:



2. Осуществите превращения. Назовите все соединения. Укажите условия реакций и их типы.



3. Расположите следующие соединения в порядке убывания легкости бромирования:

- а) бромбензол; б) анилин; в) бензол; г) нитробензол; д) толуол;
 е) бензойная кислота.

Напишите уравнения реакций. Дайте объяснения. Для бензойной кислоты напишите механизм реакции бромирования, объясните ориентирующее действие карбоксильной группы.

4. Исходя из гексана, получите этил(*м*-этилфенил)кетон.

5. Учитывая взаимное влияние заместителей на течение реакций электрофильного замещения, а также особенности строения молекул, напишите уравнения химических реакций:

- а) монобromирования *n*-метилтрифенилметана;
 б) нитрования β-аминонафталина;
 в) bromирования антрацена.

Контрольная работа №4

«Химические свойства галогенпроизводных углеводородов»

Пример

1. Напишите уравнения реакций 2-бром-2-метилбутана со следующими реагентами:
 - а) водный раствор щелочи;
 - б) этиловый спирт;
 - в) спиртовой раствор щелочи;
 - г) метантиол (в присутствии $\text{NaOH}_{\text{тв.}}$);
 - д) натрий;
 - е) диметиламин;
 - ж) ацетат натрия;
 - з) этилат натрия в этаноле, t;
 - и) нитрит серебра;
 - к) метанол (25°C).Назовите образующиеся продукты. По какому протекают эти реакции?
2. Укажите, какое из соединений — изобутилбромид или *трет*-бутилбромид — даст больший выход продукта замещения в условиях бимолекулярной реакции. Приведите механизм реакции на любом конкретном примере. Дайте объяснения.
3. Следующие соединения расположите в порядке увеличения реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения, протекающих по мономолекулярному механизму: а) $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$; б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$; в) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$; г) $(\text{CH}_3)_3\text{CBr}$. Дайте объяснения.
4. Предскажите главный продукт реакции 2-бромпентана со спиртовым раствором щелочи при нагревании. По какому механизму протекает реакция? Дайте объяснения.

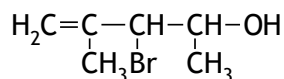
Модуль 2, рубежный контроль

Пример

ЧАСТЬ А. Тестовые задания с выбором одного правильного ответа

При выполнении заданий этой части в бланке ответов №1 под номером выполняемого Вами задания (А1–А8) поставьте цифру, которая соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. Соединение



называется

- 1) 2,4-диметил-3-бромбутен-1-ол-4
- 2) 3-бром-2,4-диметилбутен-1-ол-4
- 3) 2-бром-1,3-диметилбутен-3-ол-1
- 4) 3-бром-4-метилпентен-4-ол-2

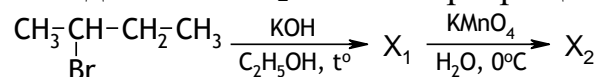
A2. Бимолекулярному механизму нуклеофильного замещения *не* благоприятствует

- 1) сильный нуклеофил
- 2) стерически доступный электронодефицитный центр субстрата
- 3) полярный протонный растворитель
- 4) полярный апротонный растворитель

A3. Ряд, в котором реагенты расположены в порядке увеличения нуклеофильности

- 1) H_2O ; HO^- ; CH_3O^- ; S^{2-}
- 2) S^{2-} ; CH_3O^- ; HO^- ; H_2O
- 3) H_2O ; CH_3O^- ; HO^- ; S^{2-}
- 4) HO^- ; CH_3O^- ; S^{2-} ; H_2O

A4. Соединением X_2 в схеме превращений



является

- 1) бутен-2
- 2) этановая кислота
- 3) бутанол-2
- 4) бутандиол-2,3

A5. Основные свойства бромида этилмагния проявляются при его взаимодействии с

- 1) этанолом
- 2) этаналем
- 3) оксидом углерода (IV)
- 4) пропаном

A6. Для различения первичных, вторичных и третичных спиртов используют реакцию (пробу)

- 1) Джонса
- 2) Дениже
- 3) Лукаса
- 4) Вильямсона

А7. Для получения ароматических кетонов из фенолов используют

- 1) реакцию с хлорангидами карбоновых кислот
- 2) реакцию Кляйзена
- 3) перегруппировку Фриса
- 4) реакцию Реймера-Тимана

А8. Наиболее эффективным промышленным способом получения фенола является

- 1) кумольный
- 2) сплавление сульфонатов со щелочами
- 3) гидролиз арилгалогенидов
- 4) гидролиз солей диазония

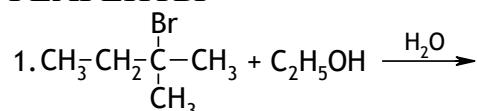
ЧАСТЬ В. Задания с кратким ответом

В задании В1 на установление соответствия запишите в таблицу буквы выбранных Вами ответов, а затем получившуюся последовательность букв перенесите в бланк ответов №1. (Буквы в ответе могут повторяться)

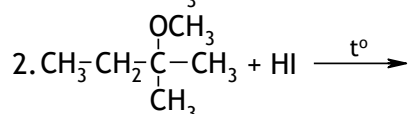
В1. Установите соответствие между реагентами и продуктами их взаимодействия.

РЕАГЕНТЫ

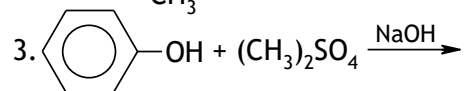
ПРОДУКТЫ



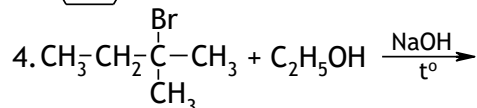
- А) анизол
Б) *n*-гидроксibenзолсульфоновая кислота



- В) 2-метил-2-этоксibутан
Г) 2-метилбyтен-2



- Д) 2-йод-2-метилбyтан и метанол
Е) 2-метилбyтанол-2 и йодметан



Ответом к заданию В2 является последовательность букв. Запишите выбранные буквы в алфавитном порядке в бланк ответов №1.

В2. Для реакций, протекающих по мономолекулярному механизму нуклеофильного замещения, характерно:

- А) скорость реакции определяется концентрацией субстрата и концентрацией реагента
- Б) скорость реакции определяется только концентрацией субстрата

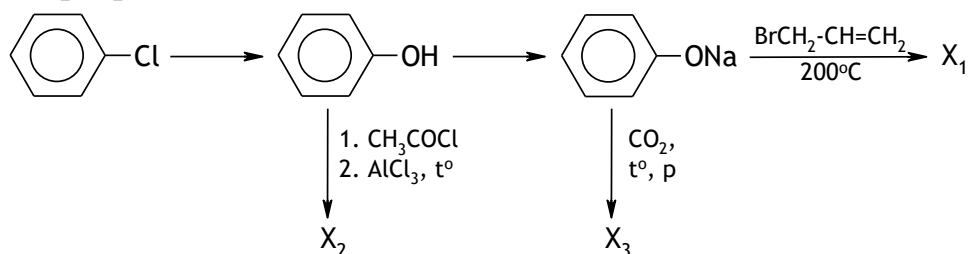
- В) наличие полярного апротонного растворителя
- Г) наличие полярного протонного растворителя
- Д) наличие неполярного апротонного растворителя
- Е) Вальденовское обращение
- Ж) это синхронный одностадийный процесс
- З) образование устойчивого интермедиата на скоростьлимитирующей стадии

Ответ: _____ (Запишите буквы в алфавитном порядке)

ЧАСТЬ С. Задания с развернутым ответом

Для записи ответов к заданию этой части используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем полное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

С1. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения:



Где необходимо, укажите условия превращений, назовите органические соединения.

5 семестр

РАСЧЕТ БАЛЛОВ В 5 СЕМЕСТРЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ» 1 модуль

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2	Лабораторные работы - 4	10 баллов (3 балл за ЛР №1,2; 2 балла за ЛР №3; 4)
2	ОПК-6.1	Контрольная работа №1 Контрольная работа № 2	6 баллов 6 баллов
3		Рубежный контроль. Тестирование.	5 баллов
		Итого за модуль	27

2 модуль

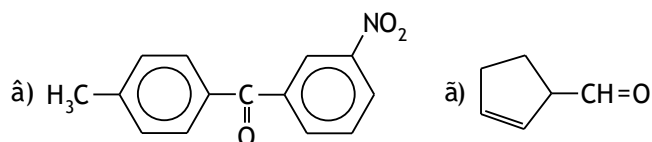
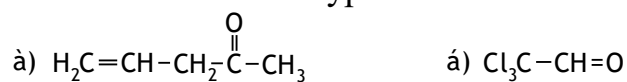
№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-6.1	Лабораторные работы-4	10 баллов (3 балл за ЛР №5,6; 5 баллов за ЛР №7; 3 балла за ЛР №8)
2		Контрольная работа № 3 Контрольная работа № 4 Контрольная работа №4	6 баллов 6 баллов 3 балла
3		Рубежный контроль. Тестирование.	5 баллов
		Итого за модуль	33 баллов
		Экзамен	40 (4 задания в билете по 10 баллов)
		Итого за 5 семестр	100 баллов

Текущий контроль успеваемости

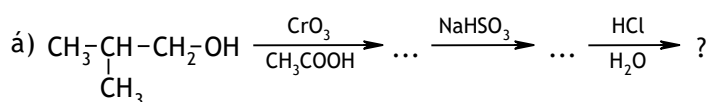
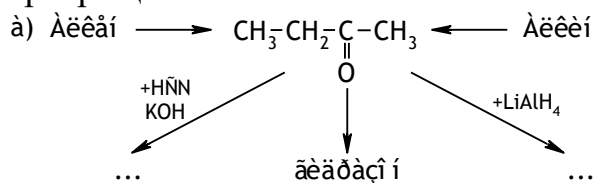
Контрольная работа №1 «Карбонильные соединения»

Пример

1. Назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК:

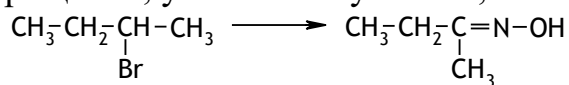


2. Осуществите превращения:

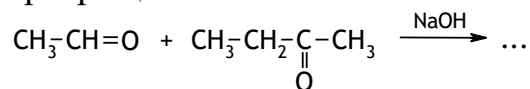


Назовите все соединения.

3. Осуществите превращения, укажите их условия, назовите все соединения.



4. Укажите результат превращения:



Назовите все соединения, напишите механизм этого превращения.

Контрольная работа №2 «Карбоновые кислоты и их производные»

Пример

1. Охарактеризуйте влияние заместителей на кислотные свойства замещённых бензойных кислот. Расположите следующие кислоты в порядке возрастания их кислотности: терефталевая кислота, *n*-гидроксibenзойная кислота, бензойная кислота, *n*-нитробензойная

кислота. Дайте объяснение полученной закономерности с точки зрения электронных смещений.

2. Осуществите следующие превращения:

Бромэтан → пропановая кислота → пропаноилхлорид → этилпропаноат → пропанамид → этиламин.

Напишите уравнения реакций, укажите условия.

3. Напишите уравнения реакций между следующими реагентами:
- а) пропановая кислота и гидроксид кальция, б) бензойная кислота и водный раствор аммиака, в) коричная кислота и пентахлорид фосфора, г) акриловая кислота и бромоводород, д) кротоновая кислота и этанол в присутствии каталитических количеств серной кислоты, е) *N*-этилацетамид и литийалюминийгидрид, ж) амид уксусной кислоты и оксид фосфора (V), з) янтарная кислота и карбонат натрия, и) пропилбензоат и водный раствор гидроксида калия, к) *n*-толуиловая кислота и кислый раствор перманганата калия при нагревании.
4. Напишите механизм реакции этерификации пропионовой кислоты и изопропилового спирта.

Контрольная работа №3

«Углеводы»

Пример

1. Напишите схемы образования возможных внутренних циклических полуацеталей (циклических форм с 6- и 5-членными циклами) для следующих моносахаридов:

- а) D-талоза,
- б) L-талоза,
- в) D-идоза,

Изобразите схему таутомерного равновесия в растворе моносахарида.

2. Предложите схемы превращения:

- а) – D-ксилоза в D-гулозу,
- L-аллоза в L-рибозу,
- б) – L-талоза в L-ликсозу,
- D-арабиноза в D-маннозу,
- в) – D-эритроза в D-арабинозу,
- L-ксилоза в L-треозу,

Укажите условия всех процессов.

3. Напишите уравнения реакций указанных ниже моносахаридов со следующими соединениями: бромная вода, азотная кислота, водород на катализаторе, гидроксид диамминсеребра, избыток фенилгидразина, уксусный ангидрид, метанол в присутствии хлороводорода, хлористый ацетил, циановодород.

В какой форме реагируют моносахариды в каждой реакции?

- а) L-рибоза,
- б) D-талоза,
- в) L-арабиноза,

4. Напишите формулы двух дисахаридов — восстанавливающего и невосстанавливающего, которые могут быть получены из следующих моносахаридов:

- а) α ,D-аллопираноза и β ,D-рибофураноза,
- б) β ,L-альтропираноза и β ,D-талофураноза,
- в) α ,D-маннофураноза и β ,L-гулофураноза,

Контрольная работа №4

«Азотсодержащие органические соединения»

Пример

1. Расположите в порядке увеличения основности следующие соединения: анилин, *N*-метиланилин, *n*-толуидин, *n*-метоксианилин, пропиламин, *n*-цианоанилин.

Ответ обоснуйте с точки зрения электронных смещений.

Как практически можно доказать основность анилина? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнения следующих реакций: а) бензиламин и концентрированная серная кислота; б) изопропиламин и нитрит натрия в среде соляной кислоты; в) анилин и хлорангидрид уксусной кислоты в присутствии гидроксида натрия; г) *n*-толуидин и нитрит натрия в среде серной кислоты, $t=0^{\circ}\text{C}$; д) ацетанилид и нитрующая смесь; е) пропиламин и хлороформ в присутствии гидроксида калия; ж) диэтиламин и нитрит натрия в среде соляной кислоты; з) триэтиламин и 1-бромпропан.

3. Напишите схемы получения пропиламина, исходя из следующих соединений: а) пропанол-1; б) 1-нитропропан; в) 1-бромпропан; г) пропен; д) амид пропионовой кислоты.
4. Восстановление нитросоединений до аминов. Роль Н.Н. Зинина в развитии химии азотсодержащих соединений.
5. Роль гетерофункциональных соединений в процессах жизнедеятельности. Основы здорового образа жизни.

Модуль 1, рубежный контроль

Карбонильные соединения. Реакции нуклеофильного присоединения. Карбоновые кислоты

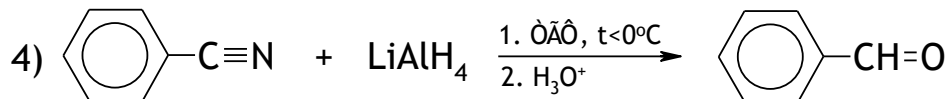
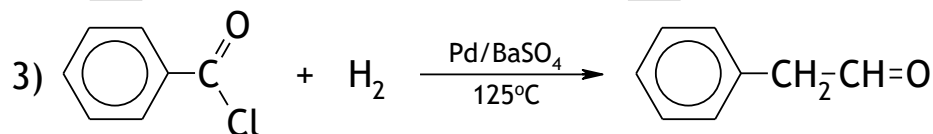
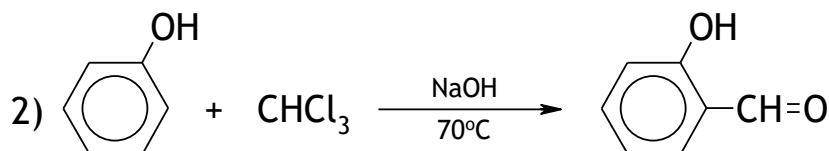
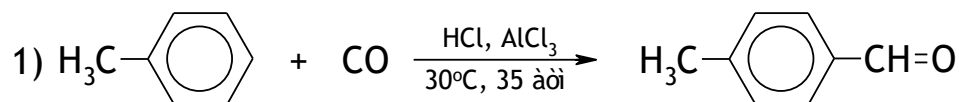
ЧАСТЬ А. Тестовые задания с выбором одного правильного ответа

При выполнении заданий этой части в бланке ответов №1 под номером выполняемого Вами задания (А1–А8) поставьте цифру, которая соответствует номеру выбранного вами ответа.

А1. Систематическое название амида акриловой кислоты:

- 1) амид пропеновой кислоты,
- 2) пропенамид,
- 3) аминокарбонилэтен,
- 4) акриламид.

А2. Получение альдегидов по методу Гаттермана-Коха отражает схема:



А3. Реакция ацетальдегида с циановодородной кислотой протекает в условиях:

- 1) кислотного катализатора,
- 2) основного катализатора,
- 3) кислотного или основного катализатора,
- 4) не требует дополнительных условий.

А4. Выберите ряд, в котором соединения расположены в порядке уменьшения карбонильной активности:

- 1) CH_3COCH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$, HCHO , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$;
- 2) CH_3COCH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$, HCHO ;
- 3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$, CH_3COCH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$, HCHO ;
- 4) HCHO , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$, CH_3COCH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$.

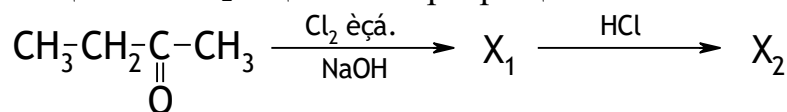
А5. Ацетон реагирует со всеми соединениями ряда:

- 1) NH_2OH , H^+ ; Cl_2 , NaOH ; H_2 , Ni ; $\text{Cu}(\text{OH})_2$, t° ;
- 2) $\text{NH}_2\text{-NH}_2$, H^+ ; NaHSO_3 ; KCN ; Cl_2 , NaOH ;
- 3) H_2 , Ni ; $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, t° ; $\text{NH}_2\text{-NH}_2$, H^+ ; PCl_5 ;
- 4) $\text{NH}_2\text{-NH}_2$, H^+ ; KMnO_4 , H_2SO_4 , t° ; Cl_2 , NaOH ; $\text{Cu}(\text{OH})_2$, t° .

А6. При взаимодействии пропанона и этанала в присутствии гидроксида калия с наибольшей вероятностью образуется:

- 1) 4-гидроксипентанон-2,
- 2) 2-гидрокси-3-метилбутаналь,
- 3) 3-гидроксипентанон-2,
- 4) 3-гидрокси-3-метилбутаналь.

А7. Веществом X_2 в цепочке превращений



является:

- 1) хлороформ,
- 2) пропаноилхлорид,
- 3) пропаноат натрия,
- 4) пропановая кислота.

А8. Оцените справедливость суждений:

А. В реакциях нуклеофильного замещения активацию карбонильной группы в карбоксиле осуществляют протонированием карбонильного атома кислорода;

Б. В реакциях нуклеофильного замещения активацию карбонильной группы в карбоксиле осуществляют превращением гидроксильной группы в хорошо уходящую группу.

- 1) верно только А,
- 2) верно только Б,
- 3) оба суждения верны,

4) оба суждения неверны.

ЧАСТЬ В. Задания с кратким ответом

В заданиях В1–В2 на установление соответствия запишите в таблицу буквы выбранных Вами ответов, а затем получившуюся последовательность букв перенесите в бланк ответов №1. (Буквы в ответе могут повторяться)

В1. Установите соответствие между соединением и его константой ионизации (pK_a).

СОЕДИНЕНИЕ	КОНСТАНТА ИОНИЗАЦИИ (pK_a)
1) бензойная кислота	А) 9,98
2) <i>n</i> -нитробензойная кислота	Б) 4,21
3) <i>n</i> -аминобензойная кислота	В) 4,85
4) фенол	Г) 3,43

В2. Установите соответствие между карбонилсодержащим соединением и продуктом его взаимодействия с бромидом этилмагния.

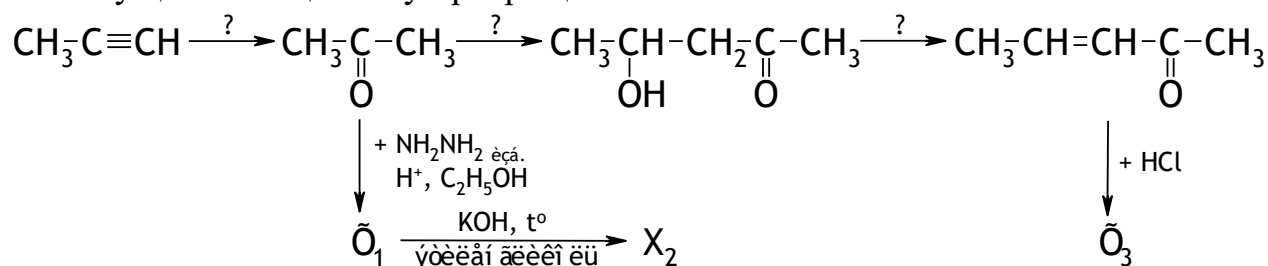
СОЕДИНЕНИЕ	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
1) бутанон	А) 3-метилпентанол-3
2) этаналь	Б) бутанол-2
3) оксид углерода (IV)	В) пропановая кислота
4) метаналь	Г) 2-метилпентанол-3
	Д) пропанол-1

ЧАСТЬ С. Задания с развернутым ответом

Для записи ответов к заданиям этой части (С1) используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем полное решение. Ответы записывайте четко и разборчиво.

С1. Напишите механизм реакции получения 1,1-диэтоксипропана из пропаналя.

С2. Осуществите цепочку превращений:



Модуль 2, рубежный контроль

Азотсодержащие органические соединения

ЧАСТЬ А. Тестовые задания с выбором одного правильного ответа.

При выполнении заданий этой части в бланке ответов №1 под номером выполняемого задания (А1–А8) поставьте цифру, которая соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- А1. Содержание *аци*-нитроформы в равновесной смеси будет наибольшим для соединения:
- 1) 2-нитробутан;
 - 2) фенилнитрометан;
 - 3) 2-метил-2-нитропропан;
 - 4) 1-нитропропан.
- А2. Оцените справедливость суждений.
- А. *Нитроэтан обладает значительно большим дипольным моментом, чем хлорэтан.*
- Б. *Нитроэтан плохо растворим в воде, но растворяется в водных растворах щелочей.*
- 1) верно только А;
 - 2) верно только Б;
 - 3) верны оба суждения;
 - 4) оба суждения неверны.
- А3. Получить амины можно используя все именные реакции, перечисленные в ряду:
- 1) перегруппировка Гофмана, реакция Коновалова, реакция Меншуткина, перегруппировка Курциуса;
 - 2) синтез Габриэля, реакция Зинина, реакция Лейкарта, перегруппировка Лоссена;
 - 3) перегруппировка Курциуса, реакция Шоттена-Баумана, синтез Габриэля, элиминирование по Коупу;
 - 4) расщепление по Гофману, реакция Коновалова, реакция Мейера, реакция Зинина.
- А4. При взаимодействии нитроэтана и ацетона может образоваться:
- 1) 2-метил-3-нитробутен-2 в щелочной среде;
 - 2) 2-метил-3-нитробутен-2 в кислой среде;
 - 3) 4-нитропентанон-2 в щелочной среде;
 - 4) 4-нитропентанон-2 в кислой среде.
- А5. Метиламин реагирует со всеми соединениями ряда:
- 1) соляная кислота, йодэтан, уксусный ангидрид, гидроксид натрия;
 - 2) хлороформ в щелочной среде, уксусная кислота, гидроксид натрия, соляная кислота;
 - 3) азотная кислота, азотистая кислота, уксусная кислота, этиламин;

4) азотистая кислота, хлористый ацетил, йодэтан, хлороформ в щелочной среде.

А6. Для получения хлорида *n*-толилдиазония необходимо использовать:

- 1) хлорметан, анилин, избыток соляной кислоты, нитрит натрия, температура реакции 5-10°C;
- 2) толуол, метиламин, избыток соляной кислоты, нитрат натрия, температура реакции -10-5°C;
- 3) *n*-метиланилин, избыток соляной кислоты, нитрат натрия, температура реакции 5-10°C;
- 4) *n*-толуидин, избыток соляной кислоты, нитрит натрия, температура реакции -10-5°C;

А7. Диазогруппу в солях диазония можно заместить на все группы ряда:

- 1) —Cl, —OCH₃, —N₃, —NO₂, —H;
- 2) —OH, —CHO, —CN, —NO₂, —H;
- 3) —I, —SO₃H, —CH₃, —F, —Cl;
- 4) —OH, —COCl, —CN, —N₃, —H.

А8. Для синтеза 4-*N*-метиламино-4'-цианоазобензола необходимо использовать:

- 1) *N*-метиланилин и хлорид *n*-цианофенилдиазония, рН=5;
- 2) *N*-метиланилин и хлорид *n*-цианофенилдиазония, рН=9;
- 3) цианобензол и хлорид *N*-метиламинофенилдиазония, рН=5;
- 4) цианобензол и хлорид *N*-метиламинофенилдиазония, рН=9.

ЧАСТЬ В. Задания с кратким ответом.

В задании В1 на установление соответствия запишите в таблицу буквы выбранных Вами ответов, а затем получившуюся последовательность букв перенесите в бланк ответов №1.

В1. Установите соответствие между соединением и его константой основности (рК_б, 25°C).

СОЕДИНЕНИЕ	КОНСТАНТА ОСНОВНОСТИ (рК _б)
1) анилин	А) 13,00
2) <i>n</i> -нитроанилин	Б) 10,00
3) <i>n</i> -метоксианилин	В) 9,38
4) <i>n</i> -броманилин	Г) 8,92

Ответом к заданию В2 является последовательность цифр. Запишите выбранные цифры в порядке возрастания сначала в текст работы, а затем перенесите его в бланк ответов №1.

В2. Для метилфениламина характерно:

- 1) может быть получен по методу Габриэля;

- 2) не может быть получен перегруппировкой Гофмана;
- 3) основность выше, чем основность метиламина;
- 4) основность ниже, чем основность метиламина;
- 5) взаимодействует с кислотами с образованием солей;
- 6) с азотистой кислотой образует С-нитрозосоединение;
- 7) с азотистой кислотой образует соль диазония;
- 8) не проявляет N—H-кислотных свойств;
- 9) даёт положительную изонитрильную пробу.

Ответ: _____

ЧАСТЬ С. Задания с развернутым ответом.

Для записи ответов к заданию этой части (С1-С3) используйте бланк ответов №2. Ответы записывайте четко и разборчиво.

- С1.** Расположите соединения каждого ряда в порядке уменьшения их основных свойств (учитывайте только электронный фактор):
- а) этиламин, диэтиламин, триэтиламин, аммиак, анилин;
 - б) анилин, *N,N*-диметиланилин, *n*-метиланилин, *n*-нитроанилин, *m*-нитроанилин, *o*-нитроанилин.
- С2.** Предложите схемы синтеза указанных ниже азосоединений исходя из бензола и любых необходимых алифатических и неорганических соединений:
- а) 2-карбоксо-4'-*N,N*-диметиламиноазобензол;
 - б) 4-гидрокси-4'-сульфоазобензол.
- Укажите условия реакций.
- С4.** Используя реакцию диазотирования, осуществите следующие синтезы:
- а) *m*-нитроанилин → *m*-нитробензойная кислота;
 - б) бензол → *m*-нитрофенол.

Промежуточная аттестация

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Органическая химия»

ЧАСТЬ I

1. Строение органических соединений. Структурные формулы. Гомология. Изомерия. Принципы номенклатуры органических соединений (рациональная и систематическая номенклатура ИЮПАК). Старшинство заместителей.
2. Стереои́зомерия. Оптическая активность и оптические изомеры, их число.

- Проекционные формулы. D- и L-ряды. R, S-номенклатура.
3. Типы химической связи, типы гибридизации орбиталей атома углерода. Электроотрицательность атомов, поляризация и поляризуемость связей.
 4. Индуктивный и мезомерный эффекты. Сверхсопряжение. Понятие о пространственных (стерических) эффектах.
 5. Классификация реагентов — электрофильные, нуклеофильные, радикальные. Типы и устойчивость свободных радикалов (алкил-, винил-, аллил-, фенил-, бензил- и др.)
 6. Классификация реакций по типу присоединения, отщепления, замещения, по стадийности, по механизму (гетеролитические — электрофильные и нуклеофильные, гомолитические). Понятие о переходном состоянии и механизме реакций.
 7. Гомологический ряд алканов. Природа C–H и C–C σ -связей. Конформации алканов. Формулы Ньюмена.
 8. Реакционная способность C–H-связей в алканах. Цепные свободно-радикальные реакции, их закономерности. Галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление. Крекинг углеводородов.
 9. Общие методы синтеза алканов.
 10. Циклоалканы. Типы. Номенклатура. Строение циклогексана. Теория напряжения Байера. Химические свойства циклоалканов в зависимости от величины цикла.
 11. Методы синтеза циклоалканов (с помощью дигалогенпроизводных, карбенов, диенов, аренов и др.)
 12. Природа двойной связи. Алкены. *Цис*-, *транс*-изомерия, *E*, *Z*-номенклатура.
 13. Получение алкенов из алканов, спиртов, галогеналканов. Правило Зайцева.
 14. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения. Понятие о π -комплексах. Присоединение галогенов к алкенам, механизм реакции. Гидрогалогенирование. Правило Марковникова и его современное обоснование. Присоединение бромистого водорода по радикальному механизму. Гипогалогенирование.
 15. Окисление алкенов. Реакция Вагнера, Прилежаева. Озонолиз. Каталитическое гидрирование алкенов. Правило Лебедева.
 16. Свободно-радикальная и ионная полимеризация алкенов и диенов (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, натуральный и синтетический каучуки).
 17. Реакции по аллильному положению. Аллильное хлорирование (бромирование) и окисление. Делокализация электрона в аллильном радикале.

18. Природа тройной связи и энергия ее образования. Синтез ацетилена. Методы синтеза алкинов.
19. Реакции подвижного водорода ацетилена. Ацетилениды, магнийорганические производные ацетилена.
20. Реакции присоединения к алкинам. Гидратация алкинов (реакция Кучерова), присоединение спиртов, цианистого водорода. Конденсация ацетилена с кетонами и альдегидами (реакция Фаворского, реакция Реппе).
21. Ди-, три-, тетрамеризация ацетилена. Синтез винилацетилена, бензола.
22. Типы диенов. Получение сопряженных диенов. Промышленные методы получения дивинила и изопрена: по Лебедеву, на основе ацетилена, дегидрированием бутана и изопрена.
23. Свойства сопряженных диенов. π, π -сопряжение. Реакции 1,4- и 1,2-присоединения (гидрирование, присоединение брома, галогенводородов). Димеризация: диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Диены и диенофилы.
24. Аллены, строение и свойства.
25. Ароматические соединения. Строение бензола. Понятие ароматичности (правило Хюккеля). Особенности изомерии в ряду бензола. Номенклатура.
26. Свойства ароматических углеводородов. Реакции электрофильного замещения (механизм, реагенты, условия, катализаторы).
27. Правила ориентации в бензольном ядре в реакциях электрофильного замещения. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация.
28. Условия галогенирования гомологов бензола в ядро и боковую цепь. Галогены как ориентанты I рода. Строение и свойства галогенпроизводных ароматического ряда.
29. Нитрование бензола, алкилбензолов, галогенбензолов. Нитрующие агенты. Ориентация. Нитрование гомологов бензола в боковую цепь.
30. Сульфирование ароматических соединений. Сульфлирующие агенты.
31. Реакция алкилирования ароматических соединений по Фриделю-Крафтсу. Механизм. Алкилирующие агенты. Побочные процессы. Реакция ацетилирования ароматических соединений по Фриделю-Крафтсу.
32. Реакции бензола, приводящие к неароматическим соединениям: гидрирование, окисление, получение гексахлорциклогексана.
33. Соединения ряда дифенила. Методы получения, номенклатура, свойства.
34. Трифенилметан. Получение, строение, свойства. Красители трифенилметанового ряда. Фенолфталеин. Получение, свойства.

35. Конденсированные ароматические соединения. Нафталин. Антрацен. Фенантрен. Строение и химические свойства. Правила ориентации в реакциях электрофильного замещения в нафталине.
36. Методы получения ароматических соединений.
37. Галогенпроизводные углеводородов и методы их получения. Реакции обмена галогенов в алкилгалогенидах.
38. Реакции нуклеофильного замещения в алкилгалогенидах. Общие закономерности механизмов S_N1 и S_N2 . Стереохимия. Влияние структуры субстрата на скорость и механизм нуклеофильного замещения. Карбониевые ионы и влияние заместителей на их устойчивость. Различия в легкости замещения галогенов в галоидных алкилах, аллилах и винилах. Влияние активности нуклеофила, природы замещаемой группы и растворителя.
39. Конкуренция реакций замещения и элиминирования. Реакции мономолекулярного и бимолекулярного β -элиминирования.
40. Взаимодействие алкилгалогенидов с металлами. Синтез Вюрца. Получение магнийорганических соединений, их строение и свойства.
41. Спирты. Классификация, номенклатура. Кислотность, основность. Алкоголяты.
42. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы в первичных, вторичных, третичных спиртах на галоген-, аминогруппу и др.
43. Взаимодействие спиртов с кислотами. Образование эфиров. Этерификация.
44. Дегидратация спиртов. Условия, механизм, побочные процессы.
45. Непредельные спирты. Виниловые спирты: устойчивость. Правило Эльтекова-Эрленмейера.
46. Методы получения спиртов.
47. Свойства алкандиолов. 1,2-этиленгликоль: получение, свойства.
48. Глицерин. Получение, свойства, применение.
49. Фенолы. Номенклатура, строение, методы получения, химические свойства (кислотность и основность в сравнении со спиртами; реакции с участием гидроксильной группы, реакции в ароматическое кольцо, особенности окисления и восстановления фенолов).
50. Простые эфиры. Классификация, номенклатура. Синтез по Вильямсону и с помощью серной кислоты из спиртов. Синтез виниловых эфиров.
51. Химические свойства простых эфиров. Основность, расщепление, образование гидроперекисей. Диэтиловый эфир.
52. Диоксан. Оксид этилена, получение и свойства.

ЧАСТЬ II

1. Типы карбонильных соединений. Номенклатура. Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость, электронные эффекты.
2. Реакции нуклеофильного присоединения к альдегидам и кетонам. Отличия альдегидов и кетонов по реакционной способности. Реакции с водой, спиртами, цианистым водородом, бисульфитом натрия.
3. Взаимодействия альдегидов и кетонов с аммиаком, аминами, гидросиламинами, гидразинами. Оксимы, гидразоны, фенилгидразоны.
4. Реакции альдегидов и кетонов с металлоорганическими соединениями.
5. Восстановление альдегидов и кетонов до углеводов (реакция Кижнера-Вольфа, Клеменсена) и до спиртов. Реакция Тищенко. Окисление альдегидов до кислот. Качественная реакция на альдегиды.
6. Альдольно-кетоновая конденсация. Метиленовая и карбонильная компоненты. Другие типы конденсаций карбонильных соединений.
7. Непредельные альдегиды и кетоны. Присоединение нуклеофильных реагентов (бисульфита натрия, магнийорганических соединений). Окисление и восстановление непредельных альдегидов и кетонов (с сохранением этиленовой связи или карбонильной группы). Кротоновый альдегид. Его химические свойства.
8. Ароматические альдегиды. Особенности строения. Химические свойства. Реакция Канниццаро, конденсация с фенолами, бензоиновая конденсация.
9. Свойства жирноароматических кетонов. Альдольно-кетоновая конденсация. Оксимы — стереохимия, перегруппировка Бекмана.
10. Методы синтеза альдегидов и кетонов (из спиртов, непредельных соединений, по Кучерову с помощью магнийорганических соединений). Формальдегид. Ацетон.
11. Хиноны. Строение, получение, химические свойства, применение.
12. Одноосновные карбоновые кислоты. Типы. Номенклатура. Строение карбоксильной группы. Кислотность. Влияние заместителей на константы диссоциации.
13. Химические свойства насыщенных одноосновных карбоновых кислот. Реакции с основаниями, нуклеофилами. Этерификация.
14. Производные карбоновых кислот (ангидриды, галогенангидриды, амиды, сложные эфиры, соли). Строение. Номенклатура. Получение. Химические свойства, взаимопревращения. Перегруппировка амидов по Гофману.
15. Непредельные монокарбоновые кислоты. Химические свойства α , β -непредельных кислот (акриловая, метакриловая). Полимеризация. Полимерные материалы на их основе.
16. Методы синтеза предельных и непредельных карбоновых кислот (из

углеводородов, галогенпроизводных, спиртов, карбонильных соединений и др.)

17. Дикарбоновые кислоты. Особенности строения и химические свойства.
18. Малоновая кислота. Янтарная кислота. Малоновый эфир. Получение, строение, химические свойства, синтезы с помощью малонового эфира.
19. Оксокислоты, ацетоуксусная кислота. Ацетоуксусный эфир. Кетонное и кислотное расщепление. Синтезы с помощью ацетоуксусного эфира.
20. Гидроксикислоты (молочная, винная и др.) Стереохимия. Химические свойства.
21. Ароматические карбоновые кислоты (бензойная, салициловая и др.) Методы синтеза, получение производных, химические свойства. Аспирин.
22. Фталевые кислоты (фталева, терефталева и др.) Фталевый ангидрид, фталимид. Конденсация фталевого ангидрида с фенолом. Полиэтилентерефталаты.
23. Углеводы. Моносахариды. Стереохимия. D и L-ряды, энантиомеры, дистереомеры, эпимеры, аномеры. Кольчато-цепная таутометрия. Проекционные и перспективные формулы, номенклатура. Гликозидный гидроксил.
24. Монозы. Химические свойства альдоз и кетоз (реакции по карбонильной группе, по гидроксильным группам, гликозидная связь). Взаимные превращения альдоз и кетоз.
25. Дисахариды двух типов — восстанавливающие и не восстанавливающие, Строение, свойства.
26. Полисахариды. Строение крахмала и целлюлозы. Химические свойства. Эфиры клетчатки. Искусственные волокна: вискоза, ацетатное волокно.
27. Нитросоединения алифатического и ароматического рядов. Строение. Химические свойства. Аци-форма нитросоединений.
28. Восстановление нитросоединений в нейтральной, щелочной, кислой средах.
29. Методы получения алифатических и ароматических нитросоединений. Нитрующие агенты.
30. Амины. Классификация. Номенклатура. Строение аминогруппы, электронные эффекты. Основность аминов, влияние природы заместителей.
31. Реакции алкилирования аминов. Условия, реагенты, продукты. Реакционная способность.
32. Реакции ацилирования аминов. Ацилирующие реагенты. Проба Гинсберга на первичные, вторичные и третичные амины.
33. Реакции аминов с альдегидами и кетонами. Основания Шиффа

(альдимины).

34. Реакции аминов с кислотами. Сульфирование ароматических аминов. Защита аминогруппы.
35. Реакция аминов с азотистой кислотой (различия между первичными, вторичными и третичными аминами).
36. Соли диазония. Получение, строение, устойчивость. Химические свойства. Диазогидраты, диазотаты.
37. Реакции замещения диазогруппы в ароматических солях диазония (реакции с выделением азота).
38. Реакция азосочетания как электрофильное замещение в ароматическом ядре. Условия, реагенты, продукты. Азокрасители. Получение метиленового оранжевого, конго красного.
39. Методы получения первичных аминов из нитросоединений, галогенпроизводных, спиртов, амидов кислот и др. Перегруппировка Гофмана.
40. Методы получения вторичных и третичных аминов.
41. Сульфокислоты и их производные (соли, хлорангидриды, амиды, эфиры). Номенклатура, строение, свойства, получение.
42. Аминокислоты (α , β , γ -). Номенклатура, строение, характеристика химических свойств. Получение.
43. Бетаинообразное строение α -аминокислот. Ионные формы в водных растворах. Оптическая изомерия. Химические реакции по амино- и карбоксильной группам. Понятие о строении и синтезе пептидов и белков.
44. Ароматические гетероциклы. Типы. Строение, электронные эффекты (в сравнении с бензолом).
45. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол). Строение. Химические свойства (в сравнении с бензолом). Получение.
46. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин. Строение. Реакции электрофильного замещения (нитрование, бромирование, сульфирование). Реакции нуклеофильного замещения (с амидом натрия, с гидроокисью натрия, с фениллитием). Реакции по атому азота (с кислотами, с алкилгалогенидами и др.)
47. Пурин, пиримидин. Строение. Гетероциклические основания в составе нуклеиновых кислот. Нуклеозиды, нуклеотиды. Представления о строении нуклеиновых кислот.

**Макет экзаменационного билета по дисциплине
«Органическая химия»**

1. Напишите уравнения реакций между следующими соединениями в указанных условиях:

- а) изомасляный альдегид и фенилгидразин в кислой среде;
- б) пропаналь и метилэтилкетон в присутствии щелочи;
- в) конденсация этилацетата в присутствии этилата натрия;
- г) нагревание бутанамида в присутствии пентаоксида фосфора;
- д) коричная кислота и бромоводород;
- е) нагревание ($t \sim 150^\circ\text{C}$) 2-гидроксипропановой кислоты;
- ж) нагревание пировиноградной кислоты с разбавленной серной кислотой;
- з) α, D -галактопираноза с йодэтаном и кислотный гидролиз образующегося соединения;
- и) диметилэтиламин и серная кислота;
- к) бромид *o*-толилдиазония и йодид калия.

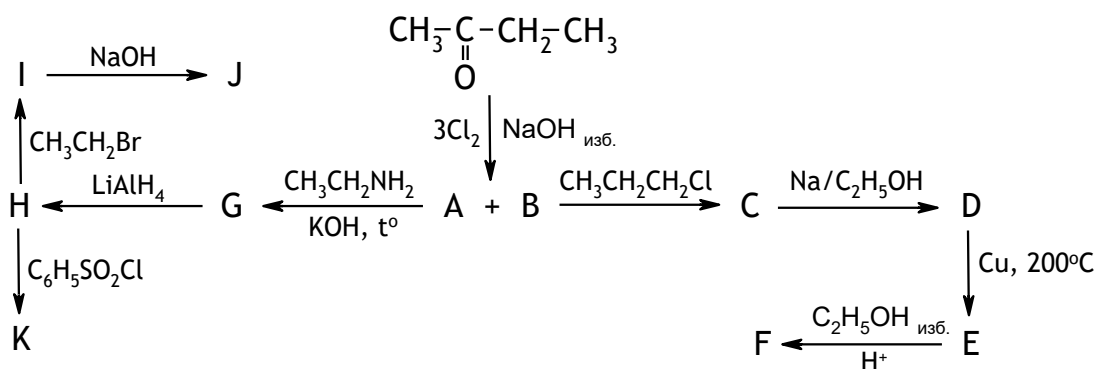
Назовите все образующиеся соединения.

2. Напишите уравнения реакций получения следующих соединений:

- а) ацетон пиролизом соли соответствующей карбоновой кислоты;
- б) изомасляная кислота из малонового эфира;
- в) D-ксилоза из D-идозы;
- г) пропиламин из 1-бромпропана;
- д) 4-гидрокси-3-метокси-4'-нитроазобензол из соответствующих диазо- и азосоставляющих.

Укажите условия всех превращений.

3. Осуществите превращения, назовите все соединения.



4. Реакция диазотирования. Укажите условия реакции, диазотирующие агенты. Рассмотрите механизм реакции на любом конкретном примере.

Шкала оценивания выполнения индикаторов

Индикатор считается выполненным, если либо во время текущей, либо промежуточной аттестации студент набрал как минимум пороговое количество баллов за те виды активности, которые отвечают за данный индикатор.

4-й семестр

№	Индикатор	Текущая аттестация		Промежуточная аттестация (зачет)	
		Порог	Максимум	Порог	Максимум
1	ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-6.1	20	100	20	40

5-й семестр

№	Индикатор	Текущая аттестация		Промежуточная аттестация (экзамен)	
		Порог	Максимум	Порог	Максимум
1	ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-6.1	20	60	20	40

Шкала и критерии выставления оценок за дисциплину

Шкала и критерии выставления оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» описаны в локальной нормативной документации Тверского государственного университета (Положение о рейтинговой системе обучения студентов ТвГУ). Положительная оценка может быть выставлена только в том случае, если выполнены все индикаторы.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

A. Основная литература

1. Реутов О.А. Органическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия": в 4 ч. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 722с., <http://82.179.130.21//Texts/1002354оно.pdf>

Б. Дополнительная литература

1. Органическая химия. Основной курс: учебник /А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич; под ред. А.Э. Щербины. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2014. – 808 с.
<https://znanium.com/help/user>
2. Органическая химия учеб. Пособие для вузов: В 4 кн. – 2-е изд., испр. / А.И. Галочкин, И.В. Ананьина. – СПб.: Издательство «Лань», 2019.
3. Органическая химия. Учеб. для вузов: В 2 кн./Под ред. Н.А. Тюкавкиной. М.: Дрофа, 2003.
4. Травень В.Ф. Органическая химия. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. Т.1,2.
5. Вопросы и задачи по органической химии. Под ред. Н.Н. Суворова. М.: ВШ, 1988.
6. Темникова С.А., Рыжкова Н.А. Органическая химия. Часть I. Углеводороды. Тверь: Твер.гос.ун-т, 2010.
7. Темникова С.А. Органическая химия: Лабораторный практикум. Тверь: Твер.гос.ун-т, 2010.
8. Некрасов В.В. Руководство к малому практикуму по органической химии. М.: Химия, 1975.
9. Казицина Л.А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М.: МГУ, 1974.
10. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. М.: Мир, 2009.
11. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.
12. Смит В., Бочков А., Кейпл Р. Органический синтез. М.: Мир, 2001.
13. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия, 1991.
14. Практикум по органической химии./Под ред. О.Ф. Гинзбурга, А.А. Петрова. М.: Высш. шк., 1989.
15. Беккер Г. Введение в электронную теорию органических молекул. М.: Мир, 1974.
16. Костиков Р.Р., Беспалов В.Е. Основы теоретической органической химии. Л.: Химия, 1982.

17. Рейнгард В., Хофман В. Механизмы химических реакций. М.: Химия, 1979.
18. Керри Ф., Сандберг Р. Углубленный курс органической химии. М.: Химия, 1981.
19. Джексон Р.А. Введение в изучение механизма органических реакций. М.: Химия, 1978.

2) Программное обеспечение

- а) Лицензионное программное обеспечение:
 - Microsoft Office профессиональный плюс 2013
 - Microsoft Windows 10 Enterprise
 - HyperChem
- б) Свободно распространяемое программное обеспечение
 - Google Chrome

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>
-

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Виртуальная образовательная среда ТвГУ (<http://moodle.tversu.ru>)
2. Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Программа дисциплины «Органическая химия»

1. Введение

Предмет органической химии и основные этапы её развития. Способы изображения молекул органических соединений, структурные и электронные формулы (Г. Льюис). Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Изомерия и её виды. Гомология. Основные функциональные группы. Классификация органических соединений.

Основы номенклатуры органических соединений. Изомерия органических соединений. Заместительная номенклатура, ИЮПАК. Названия основных классов органических соединений, сложных поли- и гетерофункциональных соединений.

Способы изображения пространственного строения молекул с sp^3 -гибридизованным углеродом: клиновидные проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена. Конформации, конформеры. Заслоненная (*син*-перипланарная), заторможенная (*анти*-перипланарная), скошенная (*гош*-) конформации.

Асимметрический атом углерода. Хиральность, условия, необходимые для возникновения хиральности. Конфигурация, отличие от конформации. Оптическая изомерия, оптическая активность. Энантиомеры. Рацематы.

Принцип R,S-номенклатуры. Определение порядка старшинства заместителей у хирального центра (правило Кана-Ингольда-Прелога). Абсолютная и относительная конфигурации. Проекционные формулы (Э. Фишер). Их построение, правила пользования ими (для соединений с одним асимметрическим атомом углерода). Способы разделения рацематов. Соединения с двумя хиральными центрами. Построение проекций Фишера. Диастереомеры. *Мезо*-формы. *Эритро*- и *трео*-номенклатура. Изображение молекулы данного соединения с помощью различных проекционных формул. Переход от одной проекционной формулы молекулы к другой. Представление об оптической изомерии соединений, не содержащих асимметрического атома углерода.

Геометрическая изомерия соединений с двойной связью. *Цис*-, *транс*-; *E*-, *Z*- и *син*-, *анти*- номенклатура.

Классификация реагентов и реакций. Электронные эффекты заместителей. Основные положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров), электронной теории, основные принципы квантовой органической химии.

Типы гибридизации атома углерода в органических соединениях, теория взаимного отталкивания электронных орбиталей. σ - и π -Связи атомов углерода, физические характеристики связей: длина, валентные углы, энергия, полярность, поляризуемость, дипольный момент, потенциал ионизации. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи.

Классификация реагентов и реакций. Промежуточные частицы (интермедиаты): радикалы, карбокатионы, карбанионы, карбены, нитрены, арины и др. Электронное и пространственное строение промежуточных частиц. Электронные эффекты заместителей. Индуктивный и мезомерный эффекты и способы изображения этих эффектов. Примеры групп с $+I$, $-I$, $+M$ и $-M$ -эффектами. Эффект гиперконъюгации (сверхсопряжения). Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц. Резонансные структуры, правила их построения.

Кислоты и основания (И. Бренстед, Г. Льюис). Сопряженные кислоты и сопряженные основания. Кислотно-основные равновесия на примере спиртов, простых эфиров, карбоновых кислот, кетонов и аминов. Константа кислотности pK_a , константа основности pK_b . Влияние заместителей в молекуле на кислотность и основность органических соединений. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).

2. Углеводороды

Алканы. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура алканов. Природные источники алканов. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот, восстановление карбонильных соединений, из галогеналканов (реакция Вюрца, протолиз реактивов Гриньяра). Природа C—C и C—H связей в алканах. Конформации этана, пропана, бутана и высших алканов. Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана.

Химические свойства: реакции галогенирования (хлорирование, бромирование, йодирование, фторирование). Энергетика цепных свободнорадикальных реакций галогенирования. Нитрование (М.И. Коновалов), сульфохлорирование и окисление. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг.

Циклоалканы. 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.

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

Алкены. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура алкенов. Геометрическая изомерия (*цис*-, *транс*- и *E*-, *Z*-номенклатура). Природа двойной связи. Методы синтеза: элиминирование галогеноводорода из алкилгалогенидов, воды из спиртов, дегалогенирование *вици*-дигалогеналканов. Реакции Гофмана, Виттига, стереоселективное восстановление алкинов.

Химические свойства алкенов. Ряд стабильности алкенов, выведенный на основе теплот гидрирования. Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов.

Электрофильное присоединение (A_E). Общее представление о механизме реакций, π - и σ -комплексы, ониевые ионы. Stereo- и региоселективность. Правило В.В. Марковникова, индуктивный и мезомерный эффекты. Галогенирование: механизм, стереохимия. Процессы, сопутствующие A_E -реакциям: сопряженное присоединение. Гидрогалогенирование, гидратация. Промышленный метод синтеза этанола и пропанола-2. Гидроксимеркурирование. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие реагенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты. Окисление алкенов до оксиранов (Н.А. Прилежаев) и до диолов по Вагнеру ($KMnO_4$) и Криге (OsO_4). Стереохимия гидроксирования алкенов. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Исчерпывающее окисление алкенов.

Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Хараши (механизм A_R) к алкенам и аллильное галогенирование по Циглеру.

Карбены — частицы с двухкоординированным атомом углерода. Методы генерирования карбенов и дигалогенкарбенов. Присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам.

Алкадиены. Типы диенов. Изолированные, кумулированные и сопряженные диены. Изомерия и номенклатура. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, синтез Фаворского-Реппе, кросс-сочетание на металлокомплексных катализаторах.

Бутадиен-1,3, особенности строения. Химические свойства 1,3-диенов. Галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов. Аллильный катион. 1,2- и 1,4-присоединение, термодинамический и кинетический контроль. Полимеризация диенов. Натуральный и синтетический каучуки. Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами, стереохимия реакции и ее применение в органическом синтезе.

Алкины. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Природа тройной связи. Методы синтеза алкинов с помощью реакций отщепления, алкилирования терминальных ацетиленов. Получение ацетилена пиролизом метана.

Химические свойства алкинов. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация алкинов (М.Г. Кучеров), присоединение карбоновых кислот. Восстановление алкинов до *цис*- и *транс*-

алкенов. Гидроборирование алкинов, синтез альдегидов и кетонов. С—Н-кислотность ацетилена. Ацетилениды натрия и меди. Магнийорганические производные алкинов (Ж.И. Иоцич): их получение и использование в органическом синтезе.

Конденсация терминальных алкинов с кетонами и альдегидами (А.Е. Фаворский, В. Реппе).

Ароматические углеводороды. *Концепция ароматичности.* Ароматичность. Строение бензола. Формула Кекуле. Правило Хюккеля. Ароматические катионы и анионы. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и другие. Гетероциклические пяти- и шестичленные ароматические соединения (пиррол, фуран, тиофен, пиридин). Антиароматичность на примере циклобутадиена, циклопропенил-аниона, катиона циклопентадиенилия.

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 аренов по Фриделю-Крафтсу, восстановление жирноароматических кетонов (реакция Кижнера-Вольфа, реакция Клемменсена), протолиз арилмагнийгалогенидов.

Свойства аренов. Каталитическое гидрирование аренов, восстановление аренов по Бёрчу. Реакции замещения водорода в боковой цепи алкилбензолов на галоген. Окисление алкилбензолов до карбоновых кислот.

Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. 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. Арениевые ионы в реакциях электрофильного замещения. Влияние природы заместителя на ориентацию и скорость реакции электрофильного замещения. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Согласованная и несогласованная ориентация двух или нескольких заместителей в ароматическом кольце.

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

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

Сульфирование. Сульфлирующие агенты. Механизм реакции. Кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на

примере нафталина. Обратимость реакции сульфирования. Превращения сульфогруппы.

Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Побочные процессы — изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов.

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

3. Галогенпроизводные углеводородов

Изомерия, номенклатура. Способы получения из спиртов, алканов, алкенов; замещением атома одного галогена атомом другого, хлорметилирование аренов.

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 на скорость S_N2 -реакций. Принцип ЖМКО.

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.

Методы получения галогеналканов из алканов, алкенов, спиртов.

Реакции элиминирования. Реакции элиминирования, α - и β -элиминирование. Классификация механизмов β -элиминирования: E1, E2 и E1cb. Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия элиминирования: *анти*-элиминирование. Влияние природы основания и уходящей группы на направление отщепления. Конкуренция процессов E2 и S_N2 , E1 и S_N1 . Факторы, влияющие на эту конкуренцию. Использование реакций β -элиминирования в галогеналканах для синтеза алкенов, диенов и алкинов. Влияние конформационного положения

функциональных групп в циклоалканах на их реакционную способность на примере реакций замещения, отщепления.

4. Металлоорганические соединения

Литий- и магнийорганические соединения. Методы синтеза: взаимодействие металла с алкил- или арилгалогенидами. Строение реактивов Гриньяра, равновесие с диалкилмагнием. 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, несимметричных кетонов и в реакциях сопряженного присоединения к α,β -ненасыщенным карбонильным соединениям.

5. Гидроксипроизводные углеводородов

Одноатомные спирты. Гомологический ряд, классификация, изомерия и номенклатура. Методы получения: из алкенов, карбонильных соединений, галогеналканов, сложных эфиров и карбоновых кислот.

Свойства спиртов. Спирты, как слабые O—H-кислоты. Спирты как основания Льюиса. Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Механизмы S_N1 , S_N2 , и стереохимия замещения. Дегидратация спиртов. Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и диоксида марганца. Механизм окисления спиртов хромовым ангидридом.

Двухатомные спирты. Методы синтеза. Свойства: окисление, ацилирование, дегидратация. Окислительное расщепление 1,2-диолов (йодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

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

Свойства фенолов. Фенолы как O—H-кислоты. Сравнение кислотного характера фенолов и спиртов, влияние заместителей на кислотность фенолов. Образование простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов: галогенирование, сульфирование, нитрование, нитрозирование, сочетание с солями диазония, алкилирование и ацилирование. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов по Кольбе. Формилирование фенолов по Реймеру-Тиману, механизм образования салицилового альдегида. Формилирование фенолов по Вильсмайеру.

Перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Л. Кляйзен). Окисление фенолов, в том числе пространственно затрудненных. Понятие об ароксильных радикалах.

6. Простые эфиры

Простые эфиры. Методы получения: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование алкенов, межмолекулярная дегидратация спиртов.

Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами. Гидропероксиды. Получение и свойства α -галогенэфиров.

Краун-эфиры. Получение и применение в синтетической практике.

Оксираны. Способы получения. Раскрытие цикла под действием нуклеофильных агентов.

7. Карбонильные соединения

Изомерия и номенклатура. Методы получения альдегидов и кетонов из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), на основе металлорганических соединений. Ацилирование и формилирование ароматических соединений. 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.

Химические свойства. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов.

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-кетозэфиров. Двойственная реакционная способность енолят-ионов. Интерпретация данных в рамках принципа ЖМКО.

Алкилирование и ацилирование енаминов.

Альдольно-кетоновая 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. Аминометиление альдегидов и кетонов (Манних). Бензоиновая конденсация.

Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления; восстановление С=О-группы до СН₂-группы: реакции Кижнера-Вольфа и Клемменсена. Ион-радикальная димеризация альдегидов и кетонов. Диспропорционирование альдегидов по Канниццаро (прямая и перекрестная реакции)

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

Восстановление α,β -непредельных карбонильных соединений.

Кетен. Получение и свойства.

Хиноны. Получение *o*- и *n*-бензо- и нафтохинонов. Свойства хинонов: получение моно- и диоксимов, присоединение хлористого водорода, анилина, уксусного ангидрида, спиртов, реакция с диенами.

Сопоставление свойств хинонов и α,β -непредельных кетонов. Восстановление хинонов. Хлоранил, его использование для окисления и получение. Хингидрон. Комплексы с переносом заряда (КПЗ). Семихиноны. Понятие об анион-радикалах. Гидрохинон как ингибитор свободнорадикальных реакций. Антрахинон: получение и применение. Ализарин.

8. Карбоновые кислоты и их производные

Классификация, номенклатура, изомерия. 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 и ацетоуксусного эфиров. Получение муравьиной и уксусной кислот.

Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация. Кислотность, ее

зависимость от индуктивных эффектов заместителей, от характера и положения заместителей в алкильной цепи и бензольном ядре.

Галогенирование кислот по Гелю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, электролиз солей карбоновых кислот по Кольбе.

Галогенангидриды. Получение с помощью галогенидов фосфора, тионилхлорида. Свойства: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения). Восстановление до альдегидов по Розенмунду и комплексными гидридами металлов.

Ангидриды. Методы получения: дегидратация кислот с помощью P_2O_5 и фталевого ангидрида; ацилирование солей карбоновых кислот хлорангидридами. Реакции ангидридов кислот с нуклеофилами. Реакция Перкина.

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 комплексными гидридами металлов; сложноэфирная (Л. Кляйзен) и ацилоиновая конденсации.

Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе. Кето-енольная таутомерия эфиров 1,3-кетокислот и 1,3-дикетонов, амбидентный характер енолят-иона.

Амиды. Строение карбамоильной группы. Методы получения: ацилирование аммиака и аминов, пиролиз карбоксилатов аммония, перегруппировка оксимов по Бекману. Синтез циклических амидов — лактамов. Свойства: гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов. Понятие о секстетных перегруппировках. Перегруппировки А. Гофмана, Т. Курциуса. Взаимодействие амидов с азотистой кислотой.

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

Производные угольной кислоты: фосген, мочевины и ее производные, эфиры угольной кислоты, изоцианаты, уретаны, семикарбазид, ксантогенаты. Получение и основные свойства.

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 (Кнёвенагель). Янтарная кислота, ее ангидрид, имид, N-бромсукцинимид. Адипиновая кислота. Конденсация Дикмана. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот как метод синтеза средних и макроциклов.

Фталевая и терефталевая кислоты, промышленные методы получения. Фталевый ангидрид, фталимид и его использование в синтезе.

α,β -Непредельные кислоты. Методы синтеза: дегидратация β -оксикислот, реакция Кнёвенагеля, реакция Виттига, реакция Перкина, синтез коричневых кислот.

Реакции присоединения по двойной C=C связи. Stereoхимия присоединения галогена и гидроксирования по Вагнеру (KMnO₄).

Фумаровая и малеиновая кислоты. Ацетилендикарбоновая кислота.

9. Гидрокси- и оксокислоты

Изомерия, номенклатура.

Способы получения: при восстановлении кетокислот; при окислении гликолей; через оксинитрилы.

Дегидратация α -, β -, γ -оксикислот. Лактиды и лактоны. *Гликолевая, молочная и винная кислоты.* Нахождение в природе. Свойства.

Оптическая изомерия — вид пространственной изомерии. Асимметрический атом углерода, структурные формулы, проекционные формулы Фишера. Stereoхимия соединений с двумя асимметрическими атомами углерода. Антиподы (энантиомеры), рацематы, диастереомеры, мезоформы. Stereoхимия молочных и винных кислот. Способы разделения рацематов. D,L-система. Принцип R,S-номенклатуры. Определение старшинства заместителей у асимметрического атома углерода. Конфигурация и знак вращения.

10. Углеводы

Моносахариды и полисахариды. Классификация и stereoхимия моносахаридов. Альдозы (альдотреозы, альдопентозы, альдогексозы) и кетозы. Stereoхимия альдоз и кетоз в проекциях Фишера. Циклические полуацетали альдогексоз — глюкопиранозы и глюкофуранозы. α - и β -Аномеры. Формулы Хеурса 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 озаонов при взаимодействии с фенилгидразином. Синтез моносахаридов по Килиани-Фишеру и деградация по Воллю-Руффу.

Дисахариды (биозы): *мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза.*

Полисахариды — *целлюлоза и крахмал.*

11. Сульфокислоты и их производные

Сульфлирующие реагенты. Обратимость и селективность сульфирования Аренов. Арилсульфокислоты и их соли в реакциях замещения с помощью электрофильных и нуклеофильных реагентов. Функциональные производные сульфокислот: хлорангидриды, амиды, сложные эфиры; их синтез и превращения. Производные арилсульфокислот как сульфамидные препараты и биоразрушаемые детергенты.

12. Азотсодержащие органические соединения

Нитроалканы. Методы синтеза из алкилгалогенидов (амбидентный характер нитрит-иона), нитрование алканов по Коновалову. Строение нитрогруппы. Свойства нитроалканов: кислотность и таутомерия нитроалканов, галогенами, конденсация с карбонильными соединениями, восстановление в амины.

Ароматические нитросоединения. Восстановление нитроаренов в кислой и щелочной среде. Промежуточные продукты восстановления нитрогруппы (нитрозосоединения, арилгидроксиламины, азокси-, азо- и гидразосоединения). Бензидиновая перегруппировка.

Амины. Классификация, изомерия, номенклатура аминов. Методы получения: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, из фталимида калия (по Габриэлю), восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, алкилазидов. Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Восстановительное аминирование карбонильных соединений.

Строение аминов, химические свойства. Амины как основания. Сравнение основных свойств первичных, вторичных, третичных алифатических и ароматических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре. Алкилирование и ацилирование аминов. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману.

Идентификация и разделение первичных, вторичных и третичных аминов с помощью бензолсульфохлорида (проба Гинсберга).

Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление третичных аминов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов, защита аминогруппы.

Диазосоединения. Общие представления об алифатических диазосоединениях. Диазометан, диазоуксусный эфир, α -дiazокарбонильные соединения. Ароматические диазосоединения. Реакции диазотирования первичных ароматических аминов. Условия диазотирования в зависимости от строения амина. Механизм, природа нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей диазония.

Реакции диазосоединений с выделением азота: замена диазогруппы на гидроксил-, галоген-, циан-, нитрогруппу и водород.

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

Аминокислоты. Номенклатура аминокислот. Природные аминокислоты. Хиральность аминокислот, образующих протеины. Кислотно-основные свойства, амфотерность аминокислот. Изоэлектрическая точка. Синтезы α -аминокислот и разделение рацемических форм.

Свойства аминокислот: по аминогруппе, карбоксилу, окисление аминокислот.

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.

Нуклеиновые кислоты. Нуклеиновые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Первичная структура ДНК и РНК. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Вторичная структура ДНК. Биологическая функция ДНК. Виды РНК и ее роль в синтезе белка.

13. Гетероциклические соединения

Классификация гетероциклов, номенклатура.

Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, тиофен, пиррол. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль-Кнопп), синтез пирролов по Кноппу. Ароматичность. Реакции

электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Ориентация электрофильного замещения. Реакции, характеризующие фуран как диен. *Индол*. Синтез производных индола из фенилгидразина и кетонов (Э. Фишер). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формилирование, галогенирование.

Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом.
Пиридин, хинолин и изохинолин. Синтез хинолина и изохинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Синтез изохинолина по Бишлеру-Напиральскому. Ароматичность пиридина. 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.

Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине в реакциях с амидом натрия.

2. Типовые задания для оценивания результатов сформированности компетенции ОПК-2.1

Техника безопасности при работе в химической лаборатории

1. Необходимо точно выполнять все указания преподавателя и лаборанта. Строго воспрещается проводить работы, не предусмотренные планом.
2. Не разрешается в лаборатории находиться в верхней одежде. В лаборатории необходимо быть в халате.
3. На рабочем столе должны находиться только те предметы, которые нужны в данное время для работы.
4. Студентам не разрешается оставлять реактивы на своих рабочих местах.
5. Все опыты с ядовитыми, неприятно пахнущими веществами, а также с концентрированными кислотами и щелочами производить только в вытяжном шкафу.
6. Опыт с легко воспламеняющимися веществами необходимо производить вдали от огня.
7. При работе с металлическим натрием и другими щелочными металлами следует остерегаться воды. Обрезки щелочных металлов сдавать лаборанту и ни в коем случае не бросать в банки для мусора.
8. При нагревании растворов в пробирки всегда следует держать ее таким образом, чтобы отверстие пробирки было направлено в сторону от работающего, и его соседей по рабочему столу. Особенно важно

соблюдать это в тех случаях, когда нагреваемой жидкостью являются концентрированные кислоты или растворы щелочей. Рекомендуется эти опыты производить в вытяжном шкафу.

9. Не наклонять лицо над нагреваемой жидкостью или сплавляемыми веществами во избежание попадания брызг на лицо.
10. Не следует вдыхать пахучие вещества, в том числе и выделяющиеся газы, близко наклоняясь к сосуду с этими веществами. Следует легким движением руки направить струю воздуха от отверстия сосуда к себе и осторожно вдохнуть.
11. Брать щелочь разрешается только шпателем, щипцами или пинцетом. Необходимо тщательно убирать остатки щелочи с рабочего места. Те же меры необходимо соблюдать при работе с фосфорным ангидридом.
12. При разбавлении концентрированных кислот, особенно серной, вливать кислоту в воду, а не наоборот.
13. Работу с ртутью производить на специальных подносах с высокими бортами.
14. Остатки соединений редких и ценных металлов сливать в особые банки (взять у лаборанта).
15. В раковину выливать только воду. Отходы следует сливать в специальные склянки.
16. Нельзя ничего пробовать на вкус.
17. Запрещается в лаборатории пить и употреблять пищу.

Методы очистки веществ

1. На чем основан метод перекристаллизации?
2. Каким требованиям должен удовлетворять растворитель для целей перекристаллизации?
3. Как подбирают растворитель? Как определяют количество растворителя, необходимое для перекристаллизации?
4. Каковы основные этапы (стадии) перекристаллизации?
5. Как готовят горячий насыщенный раствор в легколетучих, горючих растворителях?
6. Как освобождают раствор от нерастворившихся примесей?
7. В каких случаях вносят активированный уголь в горячий насыщенный раствор? Какие меры предосторожности при этом надо соблюдать?
8. Как отделяют отработанный адсорбент – уголь от маточного раствора?
9. Как выполняют горячее фильтрование?
10. Как подготовить воронку Бюхнера для отсасывания, чтобы в колбе Бунзена образовался вакуум?
11. Как отмывают и окончательно отделяют от маточного раствора кристаллы?
12. Как следует отключить водоструйный насос после отсасывания?

13. Как высушивают кристаллы после перекристаллизации?
14. Как оценить степень чистоты перекристаллизованного продукта?
15. Для чего необходимо непрерывное перемешивание раствора при кристаллизации?
16. Как провести вторичную перекристаллизацию вещества?
17. Имеется ли что-то общее между возгонкой и перегонкой?
18. От каких веществ очищается водопроводная вода при фильтровании и перегонке?
19. Каким путем из морской воды можно получить чистую воду?
20. Что лежит в основе метода очистки газов?
21. Сущность титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Основные расчетные формулы.
22. Примеры практического применения кислотно-основного титрования. Определение кислот и щелочей. Определение жесткости воды.

Оказание первой помощи в лаборатории

1. При попадании на кожу брызг кислоты или щелочи следует немедленно промывать сильной струей воды обожженное место в течение 5-10 минут. Затем обработать поверхность 2%-ным раствором гидрокарбоната натрия (при ожоге кислотой) или 1%-ным раствором уксусной кислоты (при ожоге щелочью).
2. Если кислота или щелочь попадут в глаза, то их немедленно нужно промыть водой, после чего разбавленным раствором пищевой соды (при попадании кислоты) или борной кислотой (при попадании щелочи).
3. При ожоге горячими предметами (стекло, металлы и т. п.) пораженное место следует смочить 1%-ным раствором перманганата калия.
4. При ожогах фосфором необходимо наложить на обожженное место повязку, смоченную 2%-ным раствором сульфата меди.
5. При отравлении хлором, бромом, сероводородом, окисью углерода необходимо вывести пострадавшего на воздух, а затем обратиться к врачу.
6. При отравлении соединениями мышьяка и ртути, а также цианистыми солями немедленно обратиться к врачу.

Лабораторные работы

Пример 1

Методы очистки жидких органических веществ.

Перегонка при атмосферном давлении.

Определение температуры кипения и показателя преломления.

Цель работы: Освоить метод перегонки жидких органических веществ при атмосферном давлении, методы определения температуры кипения и показателя преломления.

Перегонка служит важнейшим методом разделения и очистки жидкостей. В простейшем случае перегонка заключается в нагревании жидкости до кипения и конденсации ее паров в виде дистиллята в холодильнике. Так как при этом происходит перемещение только одной фазы, а именно пара, то в этом случае говорят о *прямоточной* перегонке. Если же часть сконденсированного пара (так называемая *флегма*) стекает навстречу восходящему току паров и постоянно возвращается в перегонную колбу, то такой процесс называют *противоточной* перегонкой. Противоточная перегонка, или *ректификация*, осуществляется в ректификационных колоннах.

Как средство очистки или разделения веществ перегонка может быть использована только в том случае, если вещество достаточно устойчиво к нагреванию и не разлагается при кипении.

Опыт 1. Простая перегонка (перегонка при атмосферном давлении)

Реактивы: ацетон, этанол, пропанол, изопропиловый спирт.

Простую перегонку применяют при перегонке индивидуальной жидкости, при отгонке вещества от нелетучих компонентов, при разгонке жидкостей, сильно отличающихся друг от друга по температурам кипения.

Прибор:

Простейший прибор для перегонки состоит из круглодонной колбы с боковым отводом — колба Вюрца (или используют круглодонную одногорлую колбу и насадку Вюрца), термометра, холодильника, алонжа и приемника (рис.1).

Расположение боковой пароотводной трубки колбы Вюрца (или насадки Вюрца) определяется температурой кипения перегоняемой жидкости. Для веществ с температурой кипения до 100°C используют колбы Вюрца с верхним расположением трубки, а для веществ с температурой кипения 100-160°C — со средним, для веществ с температурой кипения выше 160°C колба должна иметь нижнее расположение трубки.

Термометр, показывающий температуру паров перегоняемой жидкости ($T_{\text{кип}}$), вставляют в колбу так, чтобы шарик с ртутью находился на 0,5 см ниже отверстия трубки и полностью омывался отходящими парами.

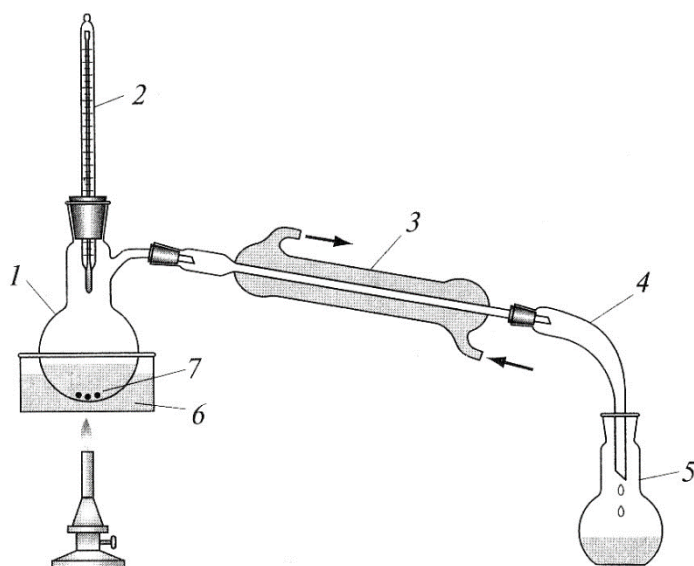


Рис.1. Прибор для простой перегонки при атмосферном давлении:
 1 — колба Вюрца; 2 — термометр; 3 — холодильник Либиха, 4 — алонж,
 5 — колба-приемник; 6 — баня; 7 — кипятильники.

К боковой трубке колбы присоединяют холодильник, служащий для конденсации паров жидкости и отвода ее в приемник. Такой холодильник называют нисходящим. Наиболее часто применяют холодильник Либиха. Водяное охлаждение в нем применяют при перегонке жидкостей, кипящих до температуры 120-130°C, при перегонке веществ с температурой кипения 120-160°C охлаждение производят непроточной водой или в холодильнике без воды.

В качестве приемника могут быть использованы любые плоскодонные колбы. Если жидкость перегоняется после осушки, то используют алонж, снабженный хлоркальциевой трубкой, и с приемником соединяют герметически плотно.

Ход работы:

Первоначально подготавливают к работе холодильник: к отводам холодильника присоединяют резиновые шланги, соблюдая принцип противотока (нижний отвод — ввод воды, присоединяется к водопроводному крану; верхний — выход воды).

Собирают прибор согласно рис.1.

Колбу заполняют перегоняемой жидкостью на 3/4 ее объема. Для заполнения колбы используют стеклянную воронку с длинным носиком, чтобы жидкость не попала в боковой отвод колбы Вюрца. Объем перегонной колбы подбирают в соответствии с предполагаемым количеством основного вещества, а не общим объемом жидкости. При разгонке раствора,

содержащего большой объем растворителя, используют двухгорлую колбу и раствор вводят непрерывно по каплям с помощью капельной воронки.

Перед началом перегонки в колбу помещают несколько «кипятильников» для обеспечения равномерного кипения. Употреблять «кипятильники» можно только один раз, при охлаждении они заполняются жидкостью.

Прежде чем начать перегонку, необходимо проверить, что прибор сообщается с атмосферой, иначе произойдет взрыв.

Во время перегонки следят за равномерностью кипения жидкости, за показаниями термометра и за поступлением отгона в приемник. Отмечают и записывают температуру, при которой в приемник падает первая капля отгона. Скорость перегонки должна составлять примерно одну каплю в 1-2 секунды, а на резервуаре термометра в ходе перегонки все время должна быть капля, так как ее исчезновение может свидетельствовать о перегревании жидкости.

Чистое вещество обычно перегоняется в узком температурном интервале 1-2°С, в то время как загрязненное летучими примесями, перегоняется в широком, нечетко выраженном интервале.

В начале собирают в приемник фракцию, кипящую ниже температуры кипения основного вещества (*предгон*). Отмечают интервал температуры кипения и массу (*объем*).

Затем собирают *основную фракцию*, отмечая интервал температуры кипения и массу (*объем*) вещества.

Вещество нельзя отгонять досуха. Перегонку прекращают, когда в перегонной колбе останется 1-2 мл жидкости (остаток).

Сравнивают полученные результаты по температурам кипения с литературными данными.

Примечание:

Горючие, легковоспламеняющиеся жидкости, такие, как диэтиловый эфир, перегоняют на заранее нагретой водяной бане, температуру в которой поддерживают добавлением в нее горячей воды, а не нагреванием.

Нагревание других горючих жидкостей с температурой кипения до 100°С (ацетон, спирт, бензол) производят на водяной бане, которую нагревают на электрической плитке с закрытым элементом. Горючие жидкости с температурой кипения выше 100°С можно нагревать на электроплитках, а в некоторых случаях и на сетках, нагреваемых газовыми горелками.

Микроперегонка используется для небольших количеств веществ (0,05—0,2 мл). Ее осуществляют в специальных трубках Эмиха (рис.2), которые имеют вид коротких пробирок длиной 5–6 см и диаметром 4-6 мм. В

середине трубки имеется одно или два сужения. К запаянному концу припаяна короткая стеклянная палочка. На дно трубки помещают немного чистого прокаленного асбеста и добавляют 1–3 капли подлежащей перегонке жидкости. При необходимости трубку центрифугируют, чтобы вся жидкость собралась на дне и впиталась в асбест. Затем трубку нагревают при постоянном вращении над пламенем микрогорелки (на высоте не менее 5 см и под углом 45°). Холодильником служит смоченная водой полоска фильтровальной бумаги, обернутая вокруг трубки над сужением. При нагревании жидкость испаряется, пары, конденсируясь на стенках, образуют кольцо дистиллята, которое медленно поднимается вверх. Когда кольцо пройдет через сужение, нагревание прекращают, кладут трубку горизонтально и по возможности полно отбирают дистиллят капилляром.



Рис.2. Трубка Эмиха:
1 – асбестовое волокно, пропитанное перегоняемой жидкостью; 2 – сужение

Опыт 2. Дробная (фракционная) перегонка

Реактивы: ксилол (или фракция скипидара с $T_{\text{кип}}=152\text{--}157^\circ\text{C}$); четыреххлористый углерод (или хлороформ).

Ход работы:

Для опыта применяют смесь равных весовых количеств четыреххлористого углерода CCl_4 ($T_{\text{кип}}=78^\circ\text{C}$, $\rho=1,59$ г/см³) и ксилола C_8H_{10} ($T_{\text{кип}}=139^\circ\text{C}$, $\rho=0,86$ г/см³). Эта смесь ($\rho=1,12$ г/см³) удобна тем, что ее компоненты имеют резко различные температуры кипения и плотности; поэтому по плотности фракций, отгоняемых в определенных температурных пределах, можно не только с достаточной точностью судить об их составе, но и проследить изменение состава фракций при двукратной разгонке.

Дробную перегонку производят из колбы емкостью 75-100 мл с отводной трубкой и присоединенным к ней водяным холодильником. В горло колбы вставляют термометр. До начала перегонки готовят шесть сухих колб-приемников, пронумерованных так: I, Ia, II, III, IV, IVa. Определяют и записывают массу каждого приемника.

Помещают в перегонную колбу 25 г (22,5 мл) исходной смеси (так, чтобы она не попала в отводную трубку) и кипяильный камешек, после чего вставляют термометр. Подставляют в качестве приемника колбу I и начинают осторожно нагревать колбу маленьким пламенем горелки (электроплиткой).

Последовательно меняя приемники, собирают три фракции, кипящие в следующих, примерно равных, температурных интервалах: I — до 95°C , II — от 95 до 110°C , III — от 110 до 125°C . Когда температура

паров достигнет 125°C , прекращают перегонку, дают колбе немного остыть и остаток жидкости переливают в колбу IV (от 125 до 139°C).

На каждой колбе отмечают уровень жидкости, после чего взвешивают колбы и записывают массу каждой фракции.

Опыт 3. Определение температуры кипения по методу Сиволобова (Способ используется для микроскопических количеств веществ)

Оборудование: прибор для определения температуры плавления с термометром, широкий капилляр (длина 4-5 см, диаметр 3-4 мм), тонкий капилляр (длина 7-10 см, диаметр 0,2-0,5 мм).

Температуру кипения малого количества вещества (0,2-1 мл) удобно определять по методу Сиволобова. Для этого используют прибор для определения температуры плавления (рис.3).

Ход работы:

В широкий капилляр, запаянный с одного конца, помещают несколько капель жидкости и в него вставляют узкий капилляр, запаянный с верхнего конца. Широкий капилляр прикрепляют к термометру резиновым колечком (рис.4).

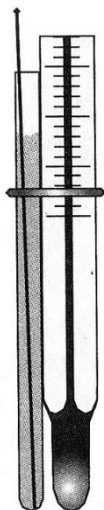


Рис.4. Прибор для определения температуры кипения по Сиволобову

Термометр с капилляром помещают в прибор для определения температуры плавления.

Медленно нагревают прибор. При этом из тонкого капилляра начинают выделяться пузырьки воздуха. Когда выделение пузырьков становится быстрым, нагревание прекращают. Очень важно не перегреть прибор, особенно за $10-15^{\circ}\text{C}$ до температуры кипения вещества.

Наблюдают за охлаждающейся жидкостью и отмечают температуру, при которой происходит внезапное прекращение выделения пузырьков. Эта температура является температурой кипения.

Сравнивают полученный экспериментальный результат с литературными данными (Справочник химика, Т.2) и делают выводы.

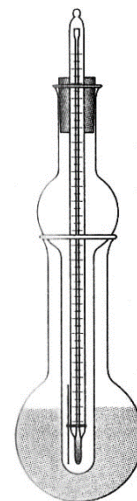


Рис.3. Прибор для определения температуры плавления

Опыт 4. Определение показателя преломления

Оборудование: прибор для определения показателя преломления — рефрактометр, диэтиловый эфир, вата, стеклянные палочки, исследуемые вещества — ацетон, этанол, этилацетат и др.

Показатель преломления относится к числу весьма важных физических констант, характерных для данного вещества или раствора. Величина его зависит от ряда факторов: чистоты вещества, температуры, длины волны проходящего света и от концентрации вещества (для растворов). Как правило, значение показателя преломления находят при длине волны, соответствующей длине волны желтой линии пламени натрия (D-линия с $\lambda=589,3$ нм). Для жидких органических веществ показатель преломления изменяется в пределах от 1,3 до 1,8.

Определение показателя преломления осуществляют с помощью рефрактометров. В отечественной практике широко используется рефрактометр ИРФ-22.

Когда луч монохроматического света переходит из одной среды в другую, скорость его изменяется. На границе раздела сред изменяется также его направление (если луч проходит границу раздела не перпендикулярно). Показатель преломления n представляет собой отношение скоростей света в двух средах (обычно воздух и исследуемая жидкость).

Запись значения показателя преломления сопровождают указанием длины волны (подстрочный индекс) и температуры (надстрочный индекс), например n_D^{20} . Повышение температуры на 1°C, как правило, приводит к уменьшению величины показателя преломления на 0,0005 и наоборот. Этим правилом можно пользоваться при необходимости сопоставления результата измерения со справочными данными, если измерения выполнены при разных температурах. Показатель преломления определяют с точностью до 0,0001.

Определение показателя преломления производится для идентификации веществ (главным образом жидких), для установления их чистоты, для определения концентрации растворов. Значение показателя преломления используется для нахождения величины молекулярной рефракции MR_D , являющейся важной характеристикой вещества:

$$MR_D = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{\rho}$$

где M — молекулярная масса; ρ — плотность.

Литература:

1. Некрасов В.В. Руководство к малому практикуму по органической химии. — М.: Химия, 1975. — С. 42-49.
2. Гитис С.С., Глаз А.И., Иванов А.В. Практикум по органической химии. — М.: Высш. шк., 1991. — С. 29-33.
3. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: Учебное пособие для вузов/Под ред. Н.А.Тюкавкиной. — М.: Дрофа, 2003. — С. 57-62.
4. Практикум по органической химии. Синтез и идентификация органических соединений/Под ред. О.Ф.Гинзбурга и А.А.Петрова. — М.: Высш. шк., 1989. — С. 28-37.

Пример 2

Карбонильные соединения

I. Получение

Опыт 1. Образование ацетальдегида при окислении спирта

Материалы: этиловый спирт, бихромат калия (в порошке).

В пробирку с отводной трубкой всыпают 0,5 г бихромата калия, а затем приливают 2 мл разбавленной серной кислоты и 2 мл спирта и смесь встряхивают. Наблюдается разогревание и изменение окраски смеси.

Закрепляют пробирку наклонно в лапке штатива и присоединяют отводную трубку, конец которой погружают почти до дна второй пробирки приемника, содержащей 2 мл холодной воды. Приемник помещают в стаканчик с холодной водой. Осторожно нагревают смесь пламенем горелки, регулируя равномерное кипение смеси, избегая переброса. В течение 2-3 мин объем жидкости в приемнике увеличивается почти вдвое, после чего прекращают нагревание и разбирают прибор.

Отгон в приемнике имеет резкий запах ацетальдегида. Раствор используют для последующих опытов.

Опыт 2. Образование альдегидов из спиртов при отщеплении водорода

Материалы: этиловый спирт, медь металлическая (в виде тонкой проволочной сетки).

К обычной пробирке подбирают корковую пробку. Затем полоску тонкой медной сетки сворачивают в плотный цилиндр длиной 4-5 см, свободно входящий в ту же пробирку, но заполняющий весь ее просвет.

Помещают в сухую пробирку 3 мл исследуемого спирта и 2 мл воды. Затем сильно накаливают свернутую сетку, держа ее тигельными щипцами в пламени горелки, при этом медь чернеет. Быстро вкладывают горячую сетку в пробирку со спиртом и тотчас же **неплотно** закрывают пробирку пробкой. Спирт бурно вскипает, появляется характерный запах альдегида, а медная сетка становится ярко-красной.

Когда бурное кипение спирта прекратится, вставляют пробку плотнее и охлаждают пробирку в стакане с холодной водой. Затем вынимают пробку, переливают жидкость в другую пробирку и добавляют к ней примерно равный объем воды, которой предварительно ополаскивают свернутую сетку в первой пробирке.

Получают водно-спиртовой раствор ацетальдегида (из этилового спирта), который дает все характерные для альдегидов реакции. Применяя такой раствор для последующих опытов, полезно в параллельных пробах убедиться, что исходный спирт не дает этих реакций.

Опыт 3. Образование ацетона

Материалы: ацетат кальция (безводный, в порошке).

Для получения безводного ацетата кальция кристаллическую соль $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ обезвоживают нагреванием до 120-130°C, после чего измельчают.

Опыт следует проводить в вытяжном шкафу!

В пробирку помещают 4-5 г сухого ацетата кальция, присоединяют отводную трубку и укрепляют пробирку в лапке штатива **почти горизонтально** так, чтобы дно пробирки было несколько выше, чем ее отверстие. Легким постукиванием достигают образования канала над слоем соли в пробирке. Отводную трубку погружают почти до дна в пробирку-приемник с 2 мл холодной воды, помещенную в стаканчик с водой.

Пробирку с ацетатом кальция нагревают пламенем горелки сначала осторожно, затем сильнее и, наконец, до красного каления; соль при этом частично обугливается и чернеет. Летучие продукты разложения соли переходят в приемник и первоначальный объем жидкости в нем увеличивается примерно вдвое, после чего прекращают нагревание и сразу же разбирают прибор.

Отгон имеет резкий запах, желтую окраску и дает для ацетона характерную иодоформную реакцию (см. опыты). Если отгон мутный (от частичек смолистых примесей), то фильтруют через маленький складчатый фильтр, предварительно смоченный водой.

После полного остывания реакционной пробирки к ее содержимому добавляют 2-3 мл разбавленной соляной кислоты. Наблюдается обильное выделение оксида углерода (II). При подкислении исходного ацетата кальция газ не выделяется.

II. Свойства

Опыт 4. Получение оксима ацетона

Материалы: ацетон (чистый), гидроксилamina гидрохлорид, карбонат натрия (безводный, в порошке).

В широкую пробирку наливают 7 мл воды и растворяют в ней 2 г солянокислого гидроксилamina и 1,5 г безводной соды, при этом выделяется много углекислого газа. Полученный раствор хорошо охлаждают (лучше в ледяной воде) и при встряхивании добавляют к нему 1,5 мл ацетона. Наблюдается разогревание смеси и снова обильное выделение пузырьков углекислого газа; одновременно из раствора выпадают легкие белые кристаллы оксима ацетона, имеющие своеобразные запах. Смесь охлаждают еще несколько минут, после чего отсасывают и отжимают кристаллы в маленькой воронке с вкладышем, промывают их 2-3 каплями холодного спирта и сушат между листами фильтровальной бумаги.

Опыт 5. Взаимодействие ацетона с сульфитом натрия

Материалы: ацетон (чистый), сульфит натрия (сухое вещество), серная кислота (0,1-0,2 н), раствор фенолфталеина.

0,1 г твердого сульфита натрия растворить в минимальном количестве воды и добавить 1 каплю раствора фенолфталеина; если появляется розовая окраска, то ее уничтожают, осторожно добавляя несколько капель (без избытка) разбавленной кислоты.

В другую пробирку помещают 1 мл воды и 1 каплю раствора фенолфталеина. Затем вносят в обе пробирки по 1-2 капли ацетона. Интенсивное покраснение жидкости, т.е. появление гидроксильных ионов, наблюдается лишь в смеси, содержащей сульфит натрия.

Опыт 6. Взаимодействие бензойного альдегида со щелочью (реакция Канницаро-Тищенко)

Материалы: бензойный альдегид, гидроксид калия (свежеприготовленный 10%-ный спиртовой раствор), дихромат калия в порошке.

Для приготовления спиртового раствора щелочи смешивают 1 мл концентрированного раствора гидроксида калия с 4 мл этилового спирта (ректификата).

А. К 1 мл бензальдегида добавляют при встряхивании 5 мл спиртового раствора щелочи. Смесь разогревается и быстро затвердевает (выделяется большое количество кристаллов бензойнокислого калия). Кристаллы отсасывают в воронке со стеклянным вкладышем, отжимают, переносят в пробирку и приливают 4-5 мл воды. При встряхивании кристаллы полностью растворяются. К раствору добавляют 1 мл разбавленной соляной кислоты; образуется осадок бензойной кислоты.

Б. Фильтрат, полученный при отделении кристаллов бензойнокислого калия, переливают в пробирку и нагревают на кипящей водяной бане до испарения большей части спирта.

К части остатка, имеющего запах бензилового спирта, добавляют 1-2 мл воды, немного дихромата калия и 1 мл концентрированной серной кислоты. Смесь нагревают и отмечают появление характерного запаха исходного альдегида. К оставшейся части бензилового спирта осторожно, по каплям, добавляют 2 мл концентрированной серной кислоты и нагревают смесь. Наблюдается характерное для бензилового спирта осмоление.

III. Качественные реакции

Опыт 7. Восстановление альдегидами соединений серебра (проба Толленса)

Материалы: формальдегид, ацетальдегид (полученный в опыте 2), раствор нитрата серебра, раствор аммиака, разбавленный водный раствор щелочи.

Предварительно готовят аммиачный раствор оксида серебра, добавляя к 4-5 мл раствора нитрата серебра разбавленный водный аммиак по каплям до растворения первоначально образующегося осадка.

Раствор альдегида наливают (по 1 мл) в две пробирки и добавляют в каждую пробирку по 1 мл свежеприготовленного аммиачного раствора оксида серебра. В одну из пробирок добавляют еще 2-3 капли разбавленного раствора щелочи. Встряхнув пробирки, ставят их в штатив.

Отмечают, в какой пробирке изменение наблюдается раньше. Если серебро не выделяется, то нагревают пробирки с жидкостью несколько минут на водяной бане до 50-60°C.

Чтобы получить осадок серебра в виде зеркального слоя на стенках пробирки, перед проведением опыта следует тщательно вымыть пробирку горячим раствором щелочи и затем ополоснуть дистиллированной водой.

По окончании работы с аммиачным раствором окиси серебра необходимо сразу же вымыть посуду, находившуюся в работе, а образовавшиеся осадки и налеты на стенках растворить в разбавленной азотной кислоте.

Опыт 8. Восстановление альдегидами соединений двухвалентной меди

Материалы: формальдегид, ацетальдегид (полученный в опыте 2), сульфат меди (II), разбавленный водный раствор щелочи.

К 1 мл исследуемого альдегида добавляют 0,5 мл разбавленного раствора щелочи и затем по каплям раствор сульфата меди до образования осадка. Полученную смесь нагревают до начала кипения, при этом осадок изменяет свою окраску.

Опыт 9. Реакция альдегидов с реактивом Фелинга

Материалы: формальдегид, ацетальдегид (полученный в опыте 2), раствор сульфата меди(II), щелочной раствор сегнетовой соли.

Альдегиды жирного ряда восстанавливают двухвалентную медь в одновалентную. В качестве реактива, содержащего ионы меди, применяют реактив Фелинга. Реактив Фелинга готовят перед употреблением, смешивая раствор сульфата меди и щелочной раствор сегнетовой соли (калиево-натриевая соль винной кислоты).

В пробирке готовят реактив Фелинга, сливая по 1 мл исходных растворов (раствор сульфата меди и щелочной раствор сегнетовой соли), и прибавляют несколько капель раствора исследуемого вещества. Верхнюю часть содержимого пробирки нагревают в пламени горелки до начала кипения и наблюдают появление осадка оксида меди (I).

Параллельно проводят реакцию с бензальдегидом, отмечают отличия от алифатических альдегидов.

Опыт 10. Реакция альдегидов с фуксинсернистой кислотой (реакция Шиффа)

Материалы: ацетон, ацетальдегид (полученный в опытах 1, 2), формальдегид, раствор фуксинсернистой кислоты.

Фуксинсернистую кислоту готовят, пропуская оксид серы (IV) через 0,1%-ный раствор фуксина до обесцвечивания.

К 1 мл прозрачного бесцветного раствора фуксинсернистой кислоты добавляют несколько капель водного раствора исследуемого альдегида. Через некоторое время появляется окраска, отмечают ее оттенок. Затем в пробирку добавляют 0,5 мл концентрированной соляной (или разбавленной серной) кислоты и снова отмечают изменения окраски — сразу или через 5-10 минут.

Опыт 11. Образование йодоформа из альдегидов и кетонов

Материалы: ацетон, ацетальдегид (полученный в опытах 1, 2), раствор йода в йодиде калия, раствор гидроксида натрия.

Получение йодоформа возможно из альдегидов и кетонов, в молекулах которых содержится группа $\text{CH}_3\text{—CO—}$. Вследствие ничтожной растворимости йодоформа в воде эта реакция очень чувствительна и позволяет, например, обнаружить содержание в воде 0,04% ацетона.

Эта реакция в клинических лабораториях называется пробой Либена и применяется для открытия ацетона в моче.

Вместо растворов альдегидов и ацетона, полученных в предыдущих опытах, можно применять растворы 1-2 капель чистых веществ - ацетона, ацетальдегида, а также формалина - в 1-2 мл воды.

В пробирку помещают 1 каплю раствора йода в йодиде калия и добавляют почти до обесцвечивания по каплям 10%-ный раствор гидроксида натрия. К обесцвеченному раствору добавляют 1 каплю карбонильного соединения. В некоторых растворах немедленно и без нагревания (или от теплоты рук) образуется лимонно-желтый осадок йодоформа с характерным запахом.

Опыт 12. Реакция альдегидов и кетонов с нитропруссидом натрия

Материалы: ацетон, ацетальдегид, водный раствор нитропрусида натрия, раствор гидроксида натрия, ледяная уксусная кислота.

Реакция носит название пробы Легалья и применяется в клинических лабораториях наряду с йодоформной пробой для открытия ацетона в моче.

В присутствии нитропруссид натрия $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ альдегиды и кетоны, содержащие в молекуле активную метиленовую группу, дают соединения, окрашенные чаще всего в красно-фиолетовый цвет.

В пробирку наливают 1 мл воды и 2-3 капли исследуемого вещества, затем добавляют 1 мл 5%-ного водного раствора нитропруссид натрия и несколько капель 30%-ного раствора гидроксида натрия. Через непродолжительное время, после возникновения легкого окрашивания, добавляют 1-2 капли ледяной уксусной кислоты. Красная или синяя окраска указывает на присутствие метилкетона или альдегида.

Литература:

1. Некрасов В.В. Руководство к малому практикуму по органической химии. - М.: Химия, 1975. - С.108-123.
2. Практикум по органической химии. Синтез и идентификация органических соединений / Под. ред. О.Ф.Гинзбурга. - М.: Высш. шк., 1989. – С.258-261.
3. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии / Под ред. Н.А.Тюкавкиной. – М.: Дрофа, 2003. – С.268-272.

3. Оценивание результатов сформированности компетенции ОПК-6.1

Методические рекомендации по написанию курсовой работы

Курсовая работа по дисциплине «Органическая химия» является официальной, самостоятельной, творческой и, в немалой степени, научно-исследовательской работой студентов. Ее оценка научным руководителем фиксируется в зачетной книжке и впоследствии выставляется в диплом. Более того, материалы курсовой работы могут быть использованы студентом в его дальнейшей научной и учебной деятельности: при подготовке научных докладов для выступления на различных конференциях. Качественно подготовленная курсовая работа может стать первоначальным фундаментом выпускной квалификационной работы и впоследствии даже магистерской или кандидатской диссертации.

Задачи написания курсовой работы:

1. Приобретение новых теоретических знаний в соответствии с темой работы и заданием руководителя;
2. Формирование у студентов навыков и умений проведения различного рода научно-исследовательских работ;
3. Показать умение студентов находить и анализировать различные источники учебного и научного характера;
4. Научить студентов применять полученные на первом курсе обучения знания о различных закономерностях химических процессов;
5. Показать способность студентов к творческой и научно-исследовательской работе, умение формулирования самостоятельных выводов по решению той или иной теоретической или практической проблемы, возможность аргументировать свое заключение;
6. Выработка у студентов навыков и умений правильно оформлять проведенное исследование;
7. Совершенствование профессиональной подготовки будущих специалистов.

К основным требованиям, предъявляемым к курсовой работе, относятся:

1. Курсовая работа должна быть выполнена студентом самостоятельно и носить творческий и научно-исследовательский характер.
2. Она должна основываться на анализе различного материала, начиная от периодической и справочной и заканчивая научной и учебной литературой.
3. Курсовая работа должна быть правильно оформлена, в соответствии со всеми требованиями.
4. Изложенный материал должен быть хорошо аргументированным.
5. Структура работы должна отличаться стройностью, логической продуманностью и полностью соответствовать заявленной тематике.

1. ПЕРВЫЙ ЭТАП

1.1. Выбор темы курсовой работы

Тему курсовой работы по дисциплине «Органическая химия» можно выбрать из примерного перечня тем. Допускается написание курсовой работы и по теме, которая отсутствует в примерном перечне тем, но только после предварительной консультации и утверждения ее научным руководителем. В противном случае работа может быть не зачтена.

1.2. Регистрация темы курсовой работы и выбор научного руководителя

После того как определились с интересующей темой будущей курсовой работы, необходимо зарегистрировать ее на кафедре неорганической и аналитической химии. Дублирование тем курсовых работ не допускается, в связи с этим, рекомендуется, как можно раньше выбрать и зарегистрировать тему курсовой работы.

1.3. Консультирование с научным руководителем

После того как вы выбрали тему курсовой работы, необходимо встретиться с научным руководителем и проконсультироваться с ним. Для этого подойдите в часы консультации вашего научного руководителя (время и дату консультаций преподавателей кафедры можно узнать у лаборанта кафедры при регистрации темы или на стенде кафедры), уточните тематику работы, согласуйте план курсовой работы, а также выясните все интересующие вас вопросы. В связи с этим рекомендуется заранее посмотреть определенную литературу по теме вашей работы, составить предварительный план работы, записать все непонятные и интересующие вас вопросы и т.д.

Научный руководитель осуществляет контроль за процессом выполнения работы, а по окончании ее подготовки проверяет и дает на нее рецензию.

2. ВТОРОЙ ЭТАП

2.1. Составление плана курсовой работы

План работы – это первоначальная основа работы, от грамотного составления которой зависит правильность написания и полнота раскрытия выбранной темы. Составление плана – это непростая задача, так как при этом уже необходимо владение материалом по выбранной теме курсовой работы, и, кроме того, он должен с одной стороны полно раскрывать содержание

заявленной темы, а с другой наоборот не выходить за рамки предмета исследования. Более того, план должен быть логически выстроенным, т. е. последовательно раскрывать обозначенную тему.

Согласно устоявшейся традиции по написанию научных работ план должен состоять из введения, двух-трех глав по два-три параграфа в каждой (не допускается глава без разделения хотя бы на два параграфа), заключения и списка использованных источников и литературы. При этом надо помнить, что название глав не должно ни в коем случае повторять название темы, а название параграфов – название глав.

Студент может составить план самостоятельно, но тогда, конечно же, требуется согласование плана с научным руководителем. Кроме того, в процессе написания, в связи с нахождением студентом интересного материала, а также по другим причинам, план работы может меняться и корректироваться. И в этом случае также необходимо предварительное согласие научного руководителя.

2.2. Подбор и анализ источников и литературы

Основная часть работы должна быть основана на анализе различных источников научного (различные монографии, статьи, диссертации и авторефераты диссертаций) и учебного плана (например, учебники или учебные пособия) как отечественных, так и зарубежных авторов. Данная литература либо берется в библиотеке, либо из Интернет-ресурсов, либо из других источников.

Кроме того, студент должен показать способности поиска необходимой информации для написания исследования, поэтому в данном пособии не приводится список рекомендуемой литературы, так как необходимые материалы студенты должны найти сами и тем самым продемонстрировать свои научно-исследовательские навыки по поиску информации.

Любое цитирование как научной и учебной литературы, так и периодических и справочных изданий, должно быть дословным либо изложенным своими словами, максимально повторяющими смысл первоисточника, а после каждого цитирования обязательно ставится ссылка, в которой указываются все данные об авторе и источнике цитируемого материала.

3. ТРЕТИЙ ЭТАП

3.1. Структура курсовой работы

Структура курсовой работы должна соответствовать избранной теме, способствовать ее полному раскрытию и решению поставленных цели и задач. В структуру курсовой работы входят следующие элементы:

1. Титульный лист.
2. Содержание.
3. Введение.
4. Основное содержание, включающее в себя теоретическую часть, которая должна содержать не менее двух параграфов.
5. Заключение.
6. Список источников и литературы.
7. Приложения.

3.2. Требования к структурным элементам курсовой работы

3.2.1. Титульный лист

Титульный лист является первой страницей курсовой работы и служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа.

3.2.2. Содержание

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, заключение, список использованных источников и литературы, приложения с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала.

3.2.3. Введение

Курсовая работа начинается с введения, однако это не означает, что начинать ее написание необходимо с данного раздела. Рекомендуется приступать к написанию введения в последнюю очередь или, по крайней мере, когда будет закончена содержательная часть курсовой работы .

Во введении обязательно должны содержаться указания на:

- актуальность темы исследования;
- объект курсовой работы;
- предмет курсовой работы;
- цели и задачи исследования;

- методологическая основа исследования;
- теоретическая основа курсовой работы;
- структура работы.

Актуальность темы исследования. В данном разделе указывается значимость проведения исследования именно по данной теме на современном этапе развития химической промышленности и химической науки, а также обосновывается позиция автора по выбору им тематики курсовой работы. Кроме того, здесь может быть затронута практическая и теоретическая ценность исследования в выбранном направлении. Однако необходимо помнить, что актуальность не должна занимать слишком много места, оптимальный объем составляет 1/2 или 2/3 страницы.

Цели и задачи исследования. Цели исследования predetermined предметом курсовой работы, непосредственно вытекают из него, а задачи, в свою очередь, predetermined целью исследования. Чаще всего цель исследования одна, а задач, естественно, несколько. Цель курсовой работы – это тот ориентир, то конечное состояние, которое автор стремится в итоге достигнуть. Цели с задачами соотносятся как общее и частное, то есть задачи – это определенные промежуточные пункты, которые необходимо достичь, чтобы осуществить общую цель.

3.2.4. Содержательная часть курсовой работы

Данный раздел курсовой работы состоит из нескольких глав и параграфов, в которых, собственно, и проводится само исследование, необходимо, чтобы они были последовательными и логически выстроенными. Поэтому следует соблюдать логическое построение материала и плавные переходы мысли из одного параграфа в другой. При этом очень важно, чтобы автор не только переписывал имеющийся материал, но и глубоко анализировал его, приводя различные размышления по данному поводу. В идеале курсовая работа должна содержать не просто анализ, а критический анализ различных источников, а автор должен излагать и свое видение проблематики.

Оптимальный объем содержательной части курсовой работы должен составлять примерно 13-18 страниц.

3.2.5. Заключение

В заключении приводится краткий ретроспективный обзор проведенной в исследовании работы, указываются узловые моменты исследования, излагаются теоретические и практические выводы, к которым пришел студент в результате исследования, а также предложения по улучшению, оптимизации состояния изучаемого вопроса. Они должны быть краткими и четкими, дающими полное представление о содержании, значимости, обоснованности и эффективности предлагаемых разработок. Оно представляет результат научного творчества студента, краткий итог курсовой работы. По объему заключение составляет 1-2 страницы.

3.2.6. Список литературы

В содержание данный элемент должен быть отражен как Список источников и литературы. Он должен включать в себя не менее 10 источников, используемых при написании работы. Литературные источники группируются в алфавитном порядке или в порядке использования материала источника в курсовой. Если авторы работ являются однофамильцами, учитывается алфавит их инициалов. Если в списке есть работы одного автора, то они выстраиваются по алфавиту названий книг и статей.

Источники на иностранных языках, как и Интернет-сайты указываются после перечня основной литературы на русском языке в алфавитном порядке.

3.2.7. Приложения

В приложении следует помещать вспомогательный материал, который при включении в основную часть загромождает текст. К вспомогательному материалу относятся большие таблицы, графики, схемы, рисунки.

3.3. Научный руководитель

Научный руководитель осуществляет руководство на протяжении всего времени подготовки и написания курсовой работы, а в конце дает рецензию на выполненную работу и на защите определяет, оценивает качество и самой работы, и непосредственно процесса защиты работы студентом. В связи с этим можно обращаться к научному руководителю по поводу всех неясных или уточняющих вопросов. К ним относятся:

– помощь научного руководителя при выборе тематики работы и составления ее плана;

- оказание помощи в подборе учебных и научных источников;
- рекомендации по написанию курсовой работы, в том числе разрешение спорных вопросов;
- разъяснение правил оформления курсовой работы;
- предварительная проверка отдельных глав или параграфов работы и т. д. и т. п.

3.4. Наиболее часто встречаемые ошибки при написании курсовой работы

- содержание работы полностью или частично не соответствует заявленной тематике;
- переписывание одного или нескольких учебников;
- отсутствуют резюмирующие выводы, к которым пришел автор в результате исследования;
- не показана работа с периодическими изданиями;
- отсутствует авторское мнение в работе.

4. ЧЕТВЕРТЫЙ ЭТАП

4.1. Оформление курсовой работы

4.1.1. Общие требования

Курсовая работа набирается на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word. Рекомендуется следующий вариант форматирования текста: шрифт – Times New Roman размером 14 пт., межстрочный интервал – полуторный, выравнивание текста на странице – по ширине. Работа печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 со следующими полями: левое – 25 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, правое – 15 мм. Рекомендуемый объем курсовой работы составляет 20-25 страниц печатного текста.

На титульном листе между сведениями об авторе работы и его фамилией ставится подпись автора, подтверждающая личное написание курсовой работы.

Каждая структурная часть курсовой работы (введение, глава, заключение, список использованных источников и литературы) начинается с новой страницы.

Страницы курсовой работы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту работы в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер страницы на титульном листе не проставляется.

Наименования структурных элементов курсовой работы: «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ», а также названия глав следует печатать полужирным шрифтом, выравнивание по центру без абзацного отступа и точки в конце прописными буквами, не подчеркивая.

Заголовки параграфов, пунктов и подпунктов следует печатать с прописной буквы, не подчеркивая, без точки в конце. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Расстояние между заголовками курсовой работы, разделами основной части и текстом должно быть не менее 3 (2 x 1,5 интервала) интервалов.

Введение и заключение не нумеруются.

Главы, параграфы, пункты и подпункты работы нумеруются арабскими цифрами с точкой.

4.1.2. Ссылки и сноски

Сноски в курсовой работе применяются тогда, когда автор желает либо уточнить какой-либо факт, либо расшифровать то или иное утверждение, или что-либо прокомментировать и т. п. Сноски приводятся в конце страницы, а нумерация и оформление осуществляется также, как и в случае использования ссылок.

Ссылки же применяются в том случае, когда используются или цитируются источники или литература, а также другие факты, взятые из источников и литературы. Рекомендуется использовать в курсовой работе подстрочные ссылки с постраничной нумерацией арабскими цифрами.

Для оформления ссылок и сносок следует использовать функцию в Microsoft Word 97-2003 «вставка – ссылка – вставить сноску», в Microsoft Word 2007 «ссылки – вставить сноску». Знак ссылки, если примечание относится к отдельному слову, должен стоять непосредственно у этого слова. Если же он относится к предложению или группе предложений, то ставится после знака препинания в их конце. Подстрочные ссылки нумеруются арабскими цифрами без скобки на каждой странице, начиная с цифры 1. На каждой следующей странице нумерацию ссылок начинают сначала.

В ссылке обязательно приводятся следующие данные: фамилия и инициалы автора(ов), название работы, место, год издания и страница(ы) откуда цитируется или другим образом используется в курсовой работе данный источник или литература.

Если цитирование производится не по первоисточнику, а по работе другого автора, этот факт необходимо обозначать в ссылке. В таких случаях она начинается со слов «**Цит. по:**», а далее оформляется, как было указано выше. Цитирование источника может быть дословным, в этом случае такая цитата заключается в кавычки в тексте курсовой работы, а любое исправление в ней не допускается. Если же вы все равно сделали незначительные изменения, то необходимо сразу после них указать в круглых скобках то, что вы изменили и поставить первые буквы вашего имени и фамилии. Если же цитирование осуществляется не дословно, но при этом главная мысль заимствована из источника, тогда заключать цитату в кавычки не требуется, однако необходимо поставить ссылку.

4.1.3. Оформление списка использованных источников и литературы

Список использованных источников и литературы должен состоять из четырех разделов:

1. Периодические издания.
2. Научная и учебная литература включает в себя различные научные и учебные издания, монографии, статьи, диссертации, авторефераты диссертаций и т.д.
3. Издания на иностранном языке.
4. Интернет-ресурсы.

4.1.4. Иллюстрации

Иллюстрации (фотографии, рисунки, схемы, графики) располагаются в курсовой работе непосредственно на странице с текстом после абзаца, в котором они упоминаются впервые, или отдельно на следующей странице. Иллюстрации, которые расположены на отдельных листах, должны включаться в общую нумерацию страниц.

Иллюстрации обозначают словом «Рисунок» и нумеруют последовательно в пределах параграфа. Номер иллюстрации должен состоять из номера параграфа и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например: **Рис.1.2** (второй рисунок первого параграфа). Номер иллюстрации, ее название и поясняющие подписи помещают последовательно под иллюстрацией. Если в курсовой работе приведена одна иллюстрация, то ее не нумеруют и слово «Рисунок» не пишут.

Иллюстрации должны иметь наименование, которое дается после номера рисунка. При необходимости иллюстрации снабжают поясняющими подписями (подрисуночный текст). Номер иллюстрации, ее название и поясняющие подписи помещают под иллюстрацией.

Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Качество иллюстраций должно обеспечивать их четкое воспроизведение.

4.1.5. Таблицы

Цифровой материал, как правило, должен оформляться в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь заголовок, который располагают над таблицей и печатают в начале строки. Надпись «Таблица» с указанием её номера помещается в правом верхнем углу над заголовком таблицы. Заголовок и слово «Таблица» начинают с прописной буквы. Подчеркивать заголовок не следует. Точка в конце заголовка не ставится.

Заголовки граф должны начинаться с прописных букв, подзаголовки - со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописных, если они самостоятельные. Деление заголовка таблицы по диагонали не допускается. Высота строк в таблице должна обеспечивать четкое воспроизведение включенной в нее информации. Графа «№ п/п» в таблицу не включается.

Таблицы нумеруются последовательно (за исключением таблиц, приведенных в приложении) в пределах параграфа. В правом верхнем углу над соответствующим заголовком таблицы помещается надпись «Таблица» с указанием её номера. Номер таблицы должен состоять из номера параграфа

и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например: «Таблица 1.2» (вторая таблица первого параграфа). Если в курсовой работе одна таблица, её не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

Таблица размещается после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист. При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и номер её указываются один раз справа над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово «Продолжение». Если в работе несколько таблиц, то после слова «Продолжение» указывается номер таблицы, например: «Продолжение табл. 1.2». При переносе таблицы на другой лист (страницу) заголовок помещается только над первой её частью.

Таблицу с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. Если строки графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется её головка, во втором случае – боковик.

Если повторяющийся в разных строках графы таблицы текст состоит из одного слова, его после первого написания допускается заменять кавычками; если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяется словами «То же», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр и иных символов не допускается. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводятся, то в ней ставится прочерк.

4.2. Правила скрепления курсовой работы

Курсовая работа должна быть аккуратно скреплена путем использования переплета или с помощью использования папки – скоросшивателя. Не допускается при скреплении курсовой работы использовать папку с индивидуальными файлами, в которые по отдельности вкладывается каждый лист, так как это затрудняет делать исправления в процессе ее проверки.

Наиболее часто встречаемые ошибки при оформлении курсовой работы:

– неправильное оформление (отсутствуют номера страниц, сноски, список источников и литературы оформлен не в соответствии с вышеуказанными правилами и т. д.);

- небольшое количество источников в списке использованных источников и литературы;
- использование в работе различных шрифтов;
- текст или полностью, или частично не выровнен по ширине;
- точки в конце заголовка;
- неправильно оформлены рисунки;
- неправильно оформлены таблицы.

5. ПЯТЫЙ ЭТАП

5.1. Проверка и защита курсовой работы

5.1.1. Проверка курсовой работы научным руководителем

После того как курсовая работа выполнена и надлежащим образом оформлена, рекомендуется еще раз ее внимательно прочитать и проверить на наличие различных ошибок, в том числе и грамматических, и неточностей. После этого работа сшивается и сдается на кафедру неорганической и аналитической химии, где регистрируется лаборантом кафедры и передается на проверку научному руководителю. Если работа соответствует всем предъявляемым и выше перечисленным требованиям, то она допускается к защите. При этом научный руководитель подготавливает рецензию на курсовую работу, в которой могут быть указаны определенные незначительные замечания или основные вопросы, на которые следует обратить внимание при защите курсовой работы. Курсовая работа возвращается обратно студенту для подготовки к защите.

Если работа не соответствует предъявляемым требованиям, то она не допускается до защиты и передается студенту на доработку. При этом на недопущенную работу также научным руководителем составляется рецензия, в которой отражаются те недостатки, которые необходимо устранить.

5.1.2. Примерные критерии оценки курсовой работы

В курсовой работе студент должен показать:

- профессиональную эрудированность, знание общей и специальной литературы;
- умение планировать и проводить исследование;
- способность видеть взаимосвязь проблем и вопросов теории и практики;
- умение сопоставлять и анализировать научные подходы и идеи;
- умение логично и стройно излагать материал в соответствии с планом;
- умение делать выводы и обобщения;
- умение объяснить и защитить положения работы.

Общими требованиями к курсовой работе и первичными критериями качества её выполнения являются:

- логичность в изложении материала при раскрытии темы;
- обоснованность (социальная и научная) актуальности темы и точность постановки проблемы исследования;
- конкретность целей и задач исследования, принципиальная возможность их достижения и решения в ходе работы;
- полнота изложения вопросов плана;
- привлечение достаточно широкого круга учебной и научной литературы и, в первую очередь, первоисточников;
- самостоятельность и доказательность выводов и предложений, которые содержатся в соответствующих разделах работы и заключении;
- грамотность написания, правильность и аккуратность оформления.

«Отлично» выставляется в том случае, если работа выполнена без замечаний и в ней присутствует большая доля самостоятельных авторских выводов и предложений. Студент в процессе защиты хорошо владеет содержанием проведенного исследования, смог ответить на все поставленные вопросы, входящие в предмет исследования курсовой работы, смог в должном образе аргументировать свои выводы, опираясь на проанализированные источники и литературу.

«Хорошо» выставляется в том случае, если тема курсовой раскрыта полностью, но имеются замечания по оформлению курсовой или студент в процессе защиты не смог ответить на все поставленные вопросы, входящие в предмет исследования курсовой работы.

«Удовлетворительно» выставляется в том случае, если тема курсовой раскрыта не полностью, имеются замечания по оформлению, студент в

процессе защиты не смог ответить на все поставленные вопросы, входящие в предмет исследования курсовой работы, плохо ориентировался в теме.

«Неудовлетворительно» выставляется в том случае, если работа не соответствует предъявляемым требованиям.

Примерный перечень тем для курсовых работ по дисциплине «Органическая химия»

1. Вклад русских химиков-органиков в развитие науки.
2. Типы химических связей в органических соединениях.
3. Кислотно-основные свойства органических соединений.
4. Катализаторы гидрирования и дегидрирования.
5. Интермедиаты органических реакций.
6. Реагенты в органических реакциях.
7. Растворители в органических реакциях.
8. Качественный функциональный анализ органических соединений.
9. Методы количественного анализа органических соединений.
10. Магнийорганические соединения.
11. Применение магнийорганических соединений в органическом синтезе.
12. Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду.
13. Строение и цвет органических соединений.
14. Методы установления механизмов органических реакций.
15. Реакции конденсации в органической химии.
16. Конструктивные органические реакции.
17. Кислородсодержащие пятичленные циклы с одним гетероатомом.
18. Азотсодержащие шестичленные циклы с одним гетероатомом.

VII. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В ходе изучения дисциплины используется приборная база для проведения физико-химического анализа, которым располагают лаборатории кафедры органической химии химико-технологического факультета.

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел I Аннотация.	Измены часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
3.	Раздел IV Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации	Разработаны фонды оценочных средств по каждой компетенции	Протокол №1 от 31.08.22г. заседания ученого совета химико-технологического факультета