

Рабочая программа по дисциплине «Органическая химия» составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 19.03.04 «Технология и продукции и организация общественного питания».

Составитель рабочей программы:

Доцент кафедры ЭП, к.б.н. Саушкин Саушкина Л.Н.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры ЭП

«23» 10 2024 г., протокол № 5/1

И. о. заведующего кафедрой ЭП

«23» 10 2024 г., А Авдощенко В.Г.

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины «Органическая химия» является изучение основ органической химии.

В задачи данного курса входит:

- дать необходимые фундаментальные знания о теории химического строения, о классификации органических соединений, гомологических рядах, функциональных группах, обеспечивающих главные химические свойства, особенностях взаимного влияния атомов в молекулах органических соединений;
- дать представления о распространенности органических соединений, об их значении в биологическом мире, возможных превращениях в лабораторных и природных условиях,
- сформировать представления о биологически активных веществах, имеющих различное значение и роль в жизнедеятельности растительного и животного мира.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональной компетенции:

- способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-2).

Планируемые результаты освоения практики, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-2	способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1_{опк-2} : Знает основные законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи. ИД-2_{опк-2} : Умеет решать профессиональные задачи с применением основных законов математических, физических, химических и биологических наук.	Знать: -основные положения теории строения органических соединений А.М. Бутлерова;	З(ОПК-2)1
			-строение и свойства важнейших классов органических соединений, их практическое применение;	З(ОПК-2)2
			-основные типы химических реакций для различных классов органических соединений;	З(ОПК-2)3
			-природу электронных эффектов: индуктивного, мезомерного;	З(ОПК-2)4
			-механизмы химических процессов, происходящих в ходе органического синтеза;	З(ОПК-2)5
			-правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.	З(ОПК-2)6
		Уметь: - грамотно оперировать основными понятиями и терминами;	У(ОПК-2)1	
		- определять основные физические и химические характеристики органических веществ;	У(ОПК-2)2	
		- проводить расчеты	У(ОПК-2)3	

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
			концентраций растворов, писать уравнения реакций проводимых опытов; - проводить синтезы органических веществ; - очищать органические вещества методом перегонки и перекристаллизации; - соотносить физические и химические свойства органических веществ с их строением - проводить эксперименты по заданной методике и анализировать результаты.	У(ОПК-2)4 У(ОПК-2)5 У(ОПК-2)6 У(ОПК-2)7
			Владеть: - навыками самостоятельного выполнения химических экспериментов и обобщения результатов; - навыками планирования, постановки химического эксперимента; - навыками проведения качественных реакций на функциональные группы органических соединений; - навыками проведения синтезов заданных органических соединений - навыками применения метрологических принципов инструментальных измерений, характерных для конкретной предметной области.	В(ОПК-2)1 В(ОПК-2)2 В(ОПК-2)3 В(ОПК-2)4 В(ОПК-2)5

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Органическая химия» является дисциплиной обязательной части в структуре образовательной программы.

4. Содержание дисциплины

4.1 Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 1. Углеводороды	108	34	17	-	17	74	Тест	

Тема 1: Введение в органическую химию. Теория химического строения.	25	8	4	–	4	17	Опрос, выполнение и защита лабораторной работы	
Тема 2: Предельные углеводороды.	27	8	4	–	4	19	Опрос, выполнение и защита лабораторной работы	
Тема 3: Непредельные углеводороды	27	8	4	–	4	19	Опрос, выполнение и защита лабораторной работы	
Тема 4: Ароматические углеводороды	29	10	5	–	5	19	Опрос, выполнение и защита лабораторной работы	
Зачет								+
Раздел 2. Галогенопроизводные и кислородосодержащие соединения	40	28	14	–	14	12	Тест	
Тема 5: Галогенопроизводные углеводородов	8	2	2	–	–	6	Опрос	
Тема 6: Кислородосодержащие соединения	32	26	12	–	14	6	Опрос, выполнение и защита лабораторной работы, выполнение практических заданий	
Раздел 3. Азотсодержащие соединения	20	8	4	–	4	12	Тест	
Тема 7: Нитросоединения	10	4	2	–	2	6	Опрос, выполнение и защита лабораторной работы	
Тема 8: Амины	10	4	2	–	2	6		
Раздел 4. Органические соединения с несколькими функциональными группами.	48	32	16	–	16	16	Тест	

Биоорганические соединения							
Тема 9: Соединения со смешанными функциями	14	8	4	–	4	6	Опрос, выполнение и защита лабораторной работы
Тема 10: Гетероциклические соединения	9	4	4	–	–	5	Опрос
Тема 11: Элементы биоорганической химии	25	20	8	–	12	5	Опрос, выполнение и защита лабораторной работы
Экзамен	36						36
Итог	144	68	34	-	34	40	36
Всего	216	102	51	-	51	114	36

4.2 Содержание дисциплины

Раздел 1. Углеводороды

Тема 1. Введение в органическую химию. Теория химического строения.

Лекция

1. Классификация и строение органических соединений.
2. Теория химического строения.
3. Гомология и гомологические ряды.
4. Изомерия.
5. Типы химических связей в органических соединениях.
6. Типы химических реакций.

Основные понятия темы: систематическая номенклатура, рациональная номенклатура, тривиальные, систематические названия, структурная формула, эмпирическая формула, гомологи, гомологическая разность, изомеры, ковалентная, электровалентная, семиполярная, координационная и водородная связи, электрофильные и нуклеофильные реакции, радикальные реакции.

Вопросы для самоконтроля:

1. Правило составления названия органического соединения в соответствии со систематической номенклатурой.
2. Какие соединения являются гомологами? Что такое гомологическая разность?
3. Какие соединения являются изомерами?
4. Перечислите какие виды изомерии существуют. Приведите примеры.
5. Перечислите основные положения теории органического строения.
6. Перечислите основные признаки электрофильных реакций.
7. Перечислите основные признаки нуклеофильных реакций.
8. Перечислите основные виды химической связи, которые возникают в молекулах органических веществ.

Лабораторная работа. Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Приемы работы с лабораторным оборудованием

Проводится инструктаж по технике безопасности и правилам работы в химической лаборатории при использовании органических растворителей, легковоспламеняющихся жидкостей, при проведении органических синтезов, студенты оформляют краткий конспект.

Затем проводится опрос.

Литература: [1], [2], [3], [4]

Тема 2. Предельные углеводороды.

Лекция

1. Предельные углеводороды. Гомологический ряд
2. Изомерия
3. Номенклатура
4. Состояние атома углерода в предельных углеводородах
5. Способы получения
6. Химические свойства

Тема 3. Непредельные углеводороды

Лекция

1. Этиленовые и ацетиленовые углеводороды. Гомологический ряд
2. Изомерия
3. Номенклатура
4. Состояние атома углерода в непредельных углеводородах
5. Способы получения
6. Химические свойства
7. Механизм электрофильного присоединения к ненасыщенным системам

Лекция

1. Изомерия, номенклатура, классификация алкадиенов
2. Промышленные способы получения сопряженных диенов (бутадиен, изопрен).
3. Химические свойства 1,3-алкадиенов
4. Механизм электрофильного 1,2- и 1,4-присоединения
5. Полимеризация диенов.
6. Каучуки. Пластические массы.
7. Терпены, каротины, изопреновое правило

Тема 4: Ароматические углеводороды

Лекция

1. Бензол (электронное и пространственное строение). Формула Кекуле
2. Понятие об ароматичности. Правило Хюккеля.
3. Номенклатура и изомерия ароматических углеводородов ряда бензола.
4. Способы получения бензола и его гомологов
5. Химические свойства
6. Механизм электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматическом ядре

Основные понятия темы: алканы, олефины, алкены, алкины, арены, реакции присоединения, реакции замещения, электрофилы, нуклеофилы, заместители 1-го рода, заместители 2-го рода, первичный, вторичный, третичный, четвертичный атом водорода, метил, этил, пропил, изопропил, бутил, изобутил, sp^3 -, sp^2 -, sp -гибридизация, одинарная связь, кратная связь, сопряженные связи, правило Марковникова, правило Зайцева, реакция Кучерова, цис-транс изомерия, изомерия углеродного скелета, изомерия положения кратной связи, о-, м-, п-положения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие углеводороды относят у алканам? Общая формула.
2. Охарактеризуйте валентное состояние атома углерода в метане.
3. Что такое гомологический ряд? Какие из приведенных соединений являются гомологами метана: C_2H_2 , C_3H_6 , C_7H_{16} , C_4H_{10} , C_6H_6 , C_6H_{12} , C_5H_{12} .
4. Какие атомы называют первичными, вторичными, третичными и четвертичными. Приведите формулы соединений, содержащих эти атомы. Зачем необходимо делить атомы углерода на первичные, вторичные и т.д.?

5. Напишите структурные формулы алканов: а) 2-метил-4-этилгексан; б) 2,2-диметилпентана; в) 2,2,4,4-тетраметилпентана; г) 3,4-диметил-4-этилгексана; д) тетраметилметана; е) диметилизопропилметана.

6. Какие галогеналкилы необходимы для синтеза по реакции Вюрца следующих углеводородов: а) пропана; б) бутана; в) 2-метилпропана?

7. Какой способ получения предельных углеводородов применяется в данной лабораторной работе?

8. Почему при получении метана сплавлением ацетата натрия с щелочью используют не чистый гидроксид натрия, а натронную известь?

9. Какой тип реакции характерен для алканов?

10. На примере пропана покажите какие продукты преимущественно будут получаться при его хлорировании, нитровании и окислении.

11. В каких условиях протекает реакция Коновалова?

12. Какие углеводороды называют этиленовыми?

13. В чем отличие sp^2 -гибридизации от sp^3 -гибридизации?

14. Какие виды структурной изомерии характерны для алкенов?

15. Расскажите о способах получения этилена;

16. Составьте структурные формулы изомерных углеводородов состава C_5H_{10} и назовите их по систематической номенклатуре. Какие из них способны к цис-транс изомерии?

17. Приведите примеры реакций с использованием правил Марковникова и Зайцева.

18. Какие углеводороды называют ацетиленовыми.

19. Приведите общую формулу гомологического ряда ацетилена.

20. Напишите молекулярные формулы первых четырех гомологов ацетилена.

21. Для углеводорода 2-метилпентин-3 составьте структурные формулы одного изомера и одного гомолога.

22. В условиях реакции Кучерова провести гидролиз бутин-1. Сравнить с гидролизом бутен-1.

23. Чем определяется разница в характере пламени при горении метана, этилена и ацетилена?

24. Почему ацетилен труднее вступает в реакции электрофильного присоединения, чем этилен?

25. В чем состоят особенности строения ароматического кольца?

26. Почему ароматические углеводороды мало склонны к реакциям присоединения по кратным связям?

27. Осуществите бромирование толуола в ядро и в боковую цепь. Укажите условия протекания реакций замещения.

28. Дайте пояснение и назовите конечные продукты.

29. Какие способы используются для получения углеводородов ряда бензола?

30. Какие заместители относятся к заместителям 1-го рода, а какие к заместителям 2-го рода? Какие заместители активируют бензольное кольцо, а какие дезактивируют?

Лабораторная работа. Предельные углеводороды.

В ходе выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с лабораторным способом получения метана, изучают цвет пламени метана, его реакционную способность, вычисляют массовую долю углерода в метане, делают вывод и оформляют отчет.

Лабораторная работа. Этиленовые углеводороды.

В ходе выполнения лабораторной работы студенты получают лабораторным способом этилена, изучают цвет пламени этилена, его реакционную способность, вычисляют массовую долю углерода в этилене, делают вывод и оформляют отчет.

Лабораторная работа. Ацетиленовые углеводороды.

В ходе выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с лабораторным способом получения ацетилена, изучают цвет пламени ацетилена, его реакционную способность, вычисляют массовую долю углерода в ацетилене, делают вывод, проводят сравнение

реакционной способности предельных и непредельных углеводородов и оформляют отчет.

Лабораторная работа. Бензол и его гомологи

В ходе выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с лабораторным способом получения бензола, изучают реакционную способность бензола и его гомологов, делают выводы оформляют отчет.

Литература: [1], [2], [3], [4]

Раздел 2. Галогенопроизводные и кислородосодержащие соединения

Тема 5: Галогенопроизводные углеводородов

Лекция

1. Алифатические галогенпроизводные. Номенклатура и изомерия.
2. Природа связи углерод-галоген.
3. Способы получения галогенпроизводных.
4. Химические свойства.

Основные понятия темы: галогенирование, алкилгалогениды, мономолекулярное элиминирование, хлороформ бромформ йодоформ, винилхлорид, реакция элиминирования.

Вопросы для самоконтроля:

1. Напишите реакцию образования йодоформа из этилового спирта. В чем практическое значение галоформной реакции?
2. Объясните подвижность атомов галогена в галогенпроизводных различного типа.
3. Рассмотрите механизм реакции мономолекулярного нуклеофильного замещения на примере реакции гидролиза хлористого бензила. Раскройте стереохимию и кинетику реакции.
4. Рассмотрите механизм реакции бимолекулярного нуклеофильного замещения на примере реакции гидролиза хлористого пропила. Раскройте стереохимию и кинетику реакции.

Литература: [1], [2], [3], [4]

Тема 6: Кислородосодержащие органические соединения

Лекция

1. Одноатомные предельные спирты. Гомологический ряд.
2. Номенклатура, изомерия.
3. Методы получения спиртов.
4. Физические свойства.
5. Химические свойства.
6. Высшие спирты.
7. Непредельные спирты.
8. Многоатомные спирты

Лекция

1. Фенолы. Номенклатура и изомерия.
2. Способы получения фенолов.
3. Химические свойства.
4. Взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного кольца.
5. Кислотные свойства фенола, сравнение со спиртами. Влияние заместителей на кислотность фенолов.
6. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре фенола

Лекция

1. Эфиры. Номенклатура и изомерия.
2. Способы получения.
3. Химические свойства.

Лекция

1. Альдегиды и кетоны. Номенклатура и изомерия.
2. Способы получения оксосоединений.
3. Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость.

4. Общее представление о механизме нуклеофильного присоединения по связи C=O.
5. Реакции присоединения к альдегидам и кетонам воды, бисульфита натрия, синильной кислоты.

Лекция

1. Реакции присоединения-отщепления при взаимодействии оксосоединений с гидроксиламином, с гидразином и его производными. Механизм реакции.
2. Реакции с участием альфа-атомов водорода: галогенирование, альдольная и кротоновая конденсации.
3. Кето-енольная таутомерия.
4. Ароматические альдегиды и кетоны.
5. Введение ацильной группы в ароматическое кольцо.

Лекция

1. Одноосновные предельные карбоновые (алкановые) кислоты. Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура.
2. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона.
3. Способы получения карбоновых кислот.
4. Физические свойства.
5. Химические свойства. Механизм реакции галогенирования.
6. Ассоциация кислот. Влияние заместителей на кислотные свойства.
7. Особые свойства муравьиной кислоты.

Лекция

1. Производные карбоновых кислот. Получение и взаимные превращения.
2. Образование амидов из оксимов.
3. Ацилирование аминов, спиртов и фенолов хлорангидридами или ангидридами кислот.
4. Этерификация кислот и омыление сложных эфиров. Механизм реакции.

Лекция

1. Одноосновные непредельные карбоновые кислоты. Строение.
2. Номенклатура. Изомерия.
3. Способы получения.
4. Химические свойства.
5. Высшие предельные и непредельные кислоты. Мыла.

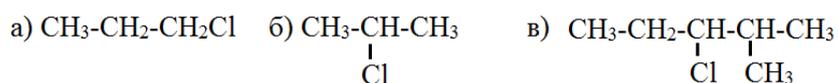
Лекция

1. Двухосновные предельные и непредельные карбоновые кислоты. Номенклатура.
2. Общие способы получения.
3. Ароматические карбоновые кислоты. Бензойная кислота, методы ее получения.
4. Дикарбоновые ароматические кислоты.
5. Янтарная кислота, ее ангидрид и амид.

Основные понятия темы: метанол, этанол, пропанол, реактив Гриньяра, водородная связь, кислотность спиртов, алкоголята, первичные, вторичные, третичные спирты, виниловый спирт, аллиловый спирт, этиленгликоль, глицерин, фенолы, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол, фенолформальдегидные смолы, диэтиловый эфир, окись этилена, межмолекулярная дегидратация спиртов, карбонильная группа, метаналь, этаналь, муравьиный альдегид, уксусный альдегид, пропанон, ацетон, ацетали, альдольная и кротоновая конденсации, индуктивный, мезомерный эффект, бензальдегид, хиноны, карбоксильная группа, муравьиная кислота, уксусная кислота, пальмитиновая кислота, стеариновая кислота, акриловая кислота, метакриловая кислота, малоновая кислота, янтарная кислота, галогенангидриды, ангидриды, амиды, сложные эфиры, ацилирующие агенты, реакция омыления.

Вопросы для самоконтроля:

1. Приведите общую формулу гомологического ряда предельных одноатомных спиртов. Как классифицируются спирты по числу гидроксильных групп.
2. Какие спирты получают при действии водного раствора щелочи на следующие галогенпроизводные:



Составьте уравнения реакций.

3. Какие соединения образуются при действии на бензиловый спирт: а) металлического натрия; б) уксусной кислоты; в) PCl_5 ; г) окислителей? Напишите реакции, продукты назовите.

4. Какие продукты могут быть получены при нагревании спирта в присутствии серной кислоты?

5. Что такое «реакция этерификации»? Условия ее протекания.

6. В чем состоит отличие ароматических спиртов от фенолов? Приведите примеры ароматических спиртов.

7. Почему фенол проявляет кислотные свойства по сравнению со спиртами?

8. Почему фенол галогенируется легко и легко нитруется в отличие от бензола?

9. С целью обнаружения фенола в промышленных сточных водах используют его способность образовывать окрашенные комплексные соединения с хлоридом железа (III). Составьте уравнение реакции.

10. Какие соединения относятся к простым эфирам?

11. Виды изомерии простых эфиров.

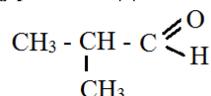
12. Способы получения простых эфиров на примере диэтилового эфира.

13. Химические свойства простых эфиров.

14. Применение диэтилового эфира. Его свойства.

15. Какие соединения называются альдегидами и кетонами? Характер радикалов, входящих в состав оксосоединений.

16. Назовите по двум номенклатурам соединение



Предложите для него по формуле одного изомера и одного гомолога. Изомер и гомолог назовите.

17. Какие способы являются наиболее употребительными для получения альдегидов и кетонов?

18. Приведите примеры реакций отличающие альдегиды от кетонов.

19. Примеры реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе.

20. К какому типу реакций относятся реакции оксосоединений с гидроксиламином, гидразином и его соединениями; приведите примеры.

21. Дайте характеристику карбоновых кислот. Характер радикалов, входящих в состав органических кислот.

22. Номенклатура и изомерия карбоновых кислот на примере карбоновых кислот с общей формулой $\text{C}_5\text{H}_9\text{COOH}$.

23. Приведите химические формулы фумаровой и малеиновой кислот.

24. Как влияет характер радикалов, связанных с карбоксильной группой, на силу кислоты? Какая кислота сильнее: α - или β - фтормасляная; бензойная или уксусная; муравьиная или щавелевая и почему?

25. Перечислите способы получения карбоновых кислот.

26. Кислотные свойства карбоновых кислот. Причина появления кислотных свойств.

27. Важнейшие производные карбоновых кислот: строение, получение и реакционная способность солей, галогенангидридов, сложных эфиров и амидов кислот.

28. Соединение состава $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$ может быть названо как а) диметилуксусная кислота; б) метилпропановая кислота; в) изомасляная кислота. Какое из названий является тривиальным, какое построено в соответствии с международной номенклатурой, а какое в соответствии с рациональной?

29. Как получают мыла? С чем связана моющая способность мыла?

30. Какой цветной реакцией можно обнаружить присутствие в растворе уксусной

кислоты? Почему образующаяся в этой реакции соль легко гидролизуется?

Лабораторная работа. Спирты и фенолы

В ходе выполнения работы проводится изучение реакционной способности спиртов и фенолов, составляются уравнения протекающих реакций, формулируется вывод, оформляется отчет.

Лабораторная работа. Способы очистки органических соединений. Перекристаллизация

В ходе выполнения работы проводится перекристаллизация заданного количества органического вещества в подходящем растворителе, проводится расчет потерь вещества при перекристаллизации, определение температуры плавления перекристаллизованного вещества, оформляется отчет.

Лабораторная работа. Карбонильные соединения жирного и ароматического ряда

В ходе выполнения работы проводится оценка химической активности альдегидов и кетонов жирного и ароматического ряда, проводятся качественные реакции альдегидов и кетонов, составляются уравнения протекающих реакций, формулируется вывод, оформляется отчет.

Лабораторная работа. Карбоновые кислоты

В ходе выполнения работы проводится изучение растворимости в воде карбоновых кислот, зависимости кислотных свойств от характера углеводородного радикала, проводятся химические опыты в ходе которых получают соли карбоновых кислот и сложные эфиры, составляются уравнения протекающих реакций, формулируется вывод, оформляется отчет.

Лабораторная работа. Синтез сложных эфиров

В ходе выполнения работы проводится расчет количества реактивов, необходимых для проведения синтеза, собирается установка для синтеза уксусноэтилового и уксусноизоамилового эфира, проводится синтез, полученный эфир подвергают перегонке под атмосферным давлением, проводится расчёт выхода готового продукта в процентах от теоретического, описывается внешний вид готового продукта, оформляется отчет.

Литература: [1], [2], [3], [4]

Раздел 3. Азотсодержащие соединения

Тема 7 Нитросоединения

Лекция

1. Нитроалканы.
2. Ароматические нитросоединения.
3. Изомерия, номенклатура, строение.
4. Способы получения. Реакция нитрования.
5. Химические свойства.
6. Влияние нитрогруппы на ароматическое ядро.

Основные понятия темы: нитрогруппа, реакция нитрования, реакция Зинина, тетранитрометан, нитроциклогексан, нитробензол, нитротолуолы, тринитротолуол

Вопросы для самоконтроля:

1. Напишите реакции нитрования этилбензола в ядро и боковую цепь с отражением механизмов процессов. Приведите реакции взаимодействия полученных продуктов с азотистой кислотой.

2. Какие из приведенных соединений будут вступать в реакцию взаимодействия с азотистой кислотой: 1) нитроэтан; 3) 2-нитропропан; 2) 3-нитро-3-метилпентан; 4) нитробензол? Напишите уравнения реакций, дайте объяснение, назовите продукты реакций.

3. Какое соединение обладает большей кислотностью: а) фенол или п-нитрофенол; б) п-нитрофенол или м-нитрофенол? Ответ обоснуйте.

4. Какое из двух веществ – толуол или хлорбензол – легче нитруется? Объясните почему?

5. Напишите реакцию получения м-нитробензойной кислоты из толуола?

6. Получите все изомерные нитротолуолы исходя из бензола. Напишите уравнения

реакций, укажите условия, назовите продукты реакций.

Лабораторная работа. Очистка органических соединений методом перегонки

В ходе выполнения работы проводится разделение смеси органических растворителей перегонкой их под атмосферным давлением и идентификация растворителя по его показателю преломления, формулируется вывод, оформляется отчет.

Литература: [1], [2], [3]

Тема 8 Амины

Лекция

1. Электронное строение аминогруппы.
2. Алифатические амины. Классификация, номенклатура и изомерия.
3. Способы получения аминов.
4. Химические свойства аминов. Амины как основания.
5. Сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов, а также амидов.

6. Защита аминогруппы.

7. Четвертичные аммониевые основания и их соли.

Лекция

1. Диамины, аминспирты. Ароматические амины.
2. Получение при восстановлении соответствующих нитросоединений.
3. Взаимное влияние аминогруппы и ароматического кольца.
4. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце ароматических аминов.
5. Влияние заместителя в кольце на основные свойства аминогруппы.
6. Качественные реакции на амины

Основные понятия темы: амины, диамины, первичные, вторичные, третичные амины, четвертичные аммониевые основания, аммонолиз, анилин, метиламин, этилендиамин, пиперидин, толуидины, кислотно-основные свойства.

Вопросы для самоконтроля:

1. Опишите электронное строение молекулы метиламина.
2. Охарактеризуйте пространственное строение молекулы метиламина.
3. Какие соединения относят к аминам?
4. Какой вид изомерии характерен аминов? Приведите примеры двух гомологов бутиламина.
5. Какой тип реакции наиболее характерен для аминов?
6. Какие факты свидетельствуют о непредельном характере амина?
7. Какие свойства сближают амины с аммиаком?
8. Напишите уравнения реакций галогенирования и нитрования амина.
9. Напишите уравнения реакции гидрирования и хлорирования амина? Назовите продукты реакции, укажите условия их проведения.
10. В отличие от других органических веществ амины и их гомологи окисляются до образования оксида углерода (II), воды и азота. Какие продукты получаются при окислении метиламина? Напишите уравнение реакции.

Лабораторная работа. Нитро- и аминсоединения жирного и ароматического ряда

В ходе выполнения работы проводится изучение способов получения аминов жирного ряда и их свойства, изучение химической активности ароматических аминов, составляются уравнения протекающих реакций, формулируется вывод, оформляется отчет.

Литература: [1], [2], [3], [4]

Раздел 4. Органические соединения с несколькими функциональными группами. Биоорганические соединения

Тема 9 Соединения со смешанными функциями

Лекция

1. Оксокислоты. Изомерия, номенклатура.
2. Способы получения: при восстановлении кетокислот; при окислении гликолей; через оксинитрилы.

3. Оптическая изомерия - вид пространственной изомерии.

4. Гликолевая, молочная и винная кислоты. Нахождение в природе. Свойства.

Лекция

1. Аминокислоты. Изомерия, номенклатура. Природные аминокислоты.

2. Амфотерные (кислотно-основные) свойства аминокислот. Внутренние соли (бетаимы), изоэлектрическая точка.

3. Реакции аминокислот по карбоксильной и аминогруппам и декарбоксилирование аминокислот.

4. Важнейшие представители природных аминокислот. Незаменимые аминокислоты.

5. Качественные реакции на аминокислоты

Тема 10. Гетероциклические соединения

Лекция

1. Классификация и общая характеристика гетероциклов.

2. Пятичленные гетероциклы. Строение.

3. Изомерия, номенклатура монозамещенных гетероциклов.

4. Электрофильное замещение, ориентация вступления заместителя. Сравнение с реакционной способностью бензола.

5. Ацидофобность.

Лекция

1. Шестичленные гетероциклы.

2. Пиридин. Строение, изомерия монозамещенных.

3. Сравнение с реакционной способностью пиррола и бензола.

4. Ориентация при электрофильном замещении.

5. Гетероциклы как структурный элемент природных соединений (пуриновые и пиримидиновые основания).

Тема 11. Элементы биоорганической химии

Лекция

1. Белки. Состав и строение. Пептидная связь.

2. Протеиногенные аминокислоты. Пептиды.

3. Структуры белковых молекул.

4. Физические и химические свойства

Лекция

1. Классификация углеводов.

2. Альдопентозы. Строение и нахождение в природе.

3. Глюкоза, открытая и циклическая (полуацетальная) формы глюкозы (пиранозная, фуранозная). Формулы Хеуорса.

4. Химические свойства моносахаридов.

5. Фруктоза как пример кетозы. Строение, свойства.

6. Рибоза и дезоксирибоза.

Лекция

1. Олигосахариды.

2. Сахароза как представитель дисахаридов, ее строение, инверсия оптической активности при гидролизе.

3. Несахароподобные полисахариды.

4. Крахмал, клетчатка. Строение макромолекул.

5. Углеводы и азотистые основания, входящие в их состав нуклеиновых кислот. Строение ДНК и РНК.

6. Липиды. Классификация липидов.

7. Аналитические характеристики жиров.

8. Химические свойства.
9. Мыла, детергенты, воски. Терпены.

Лекция

1. Элементоорганические соединения.
2. Биоорганические соединения. Свойства и получение.
3. Кремнийорганические соединения. Свойства и получения.
4. Металлоорганические соединения. Свойства и получение.
5. Фторорганические соединения. Свойства и получение.
6. Биологическая роль элементоорганических соединений.

Основные понятия темы: оксокислоты, кетокислоты, пировиноградная кислота, молочная кислота, оптическая активность, антиподы (энантиомеры), рацематы, диастереомеры, мезоформы. асимметрический атом углерода, глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксирибоза, гликозиды, незаменимые аминокислоты, пептидная связь, пурин, пиримидин, пуриновые и пиримидиновые основания, высаливание, изоэлектрическая точка, денатурация, альбумины, глобулины, нуклеиновые кислоты, ДНК, РНК, липиды, кислотное число, жиры, воска.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие соединения называются оксикислотами? Как они классифицируются?
2. Напишите формулы всех изомеров оксимасляной кислоты.
3. Напишите уравнения реакций с молочной кислотой, характерные для спиртовой группы.
4. Напишите уравнения реакций с гликолевой кислотой, характерные для карбонильной группы.
5. Напишите формулы всех изомеров оксibenзойной кислоты.
6. Напишите уравнения реакций образования сложного эфира из салициловой кислоты и этанола.
7. Напишите уравнения реакций с пировиноградной кислотой, характерные для карбоксильной группы.
8. Напишите уравнения реакций с глиоксиловой кислотой по альдегидной группе.
9. Какие соединения называются аминокислотами? Приведите классификацию по биологическому значению аминокислот, по полярности радикалов и химическому строению.
10. Перечислите незаменимые аминокислоты.
11. Охарактеризуйте физико-химические свойства аминокислот.
12. Какая связь называется пептидной?
13. Какая аминокислота не проявляет оптической активности?
14. Какие соединения называются гетероциклическими?
15. Классификация гетероциклических соединений?
16. В чем выражается ароматичность гетероциклических соединений?
17. Напишите формулы гетероциклов, входящих в состав аминокислот.
18. Биологическая роль пурина и пиримидина.
19. Понятие нативного белка.
20. Какие факторы влияют на растворимость белков?
21. Что происходит при обратимом и необратимом осаждении белков?
22. Какими реактивами вызывается необратимое осаждение белков?
23. Какие органические растворители вызывают осаждение белков из растворов и почему?
24. Как влияет изоэлектрическое состояние на осаждение белков при нагревании?
25. Какие факторы вызывают денатурацию белков и почему?
26. Почему при тепловой денатурации яичного белка в сильно кислой или сильно щелочной среде белок не выпадает в осадок даже при нагревании?
27. На чем основано разделение альбуминов и глобулинов?
28. На чем основан метод высаливания белков?
29. Биологические функции углеводов.

30. Как классифицируются углеводы по количеству мономеров?
31. Чем обусловлено количество стереоизомеров моносахаридов?
32. По каким признакам моносахариды относятся к L- или D- ряду?
33. Какие соединения относятся к олигосахаридам?
34. Укажите, какие углеводы относятся к полисахаридам?
35. Перечислить качественные реакции на углеводы.
36. Перечислить качественные реакции на дисахариды.
37. Перечислить качественные реакции на полисахариды.
38. Классификация липидов в зависимости от выполняемых в организме функций.
39. Какие соединения относятся к простым липидам?
40. Что такое кислотное число?
41. Какие соединения относятся к сложным липидам?
42. Что такое «высыхание» жиров?
43. Какие спирты и кислоты входят в состав восков? Приведите структурные формулы.
44. Проведите алкоголиз 1,3-дипальмитоил-2-стеароилглицерина изобутиловым спиртом.
45. Проведите ферментативный гидролиз 1,2,3-трипальмитоилглицерина.
46. Проведите ацидолиз 1,2-диолеил-3-пальмитоилглицерина стеариновой кислотой (варианты, названия).
47. Проведите переэтерификацию тристеарата и трипальмитата глицерин.
48. Биологическая роль элементоорганических соединений.

Лабораторная работа. Соединения со смешанными функциями

В ходе выполнения работы проводятся химические опыты, направленные на изучение качественных реакций окси- и аминокислот, и их химических свойств, составляются уравнения протекающих реакций, формулируется вывод, оформляется отчет.

Лабораторная работа. Белки

В ходе выполнения работы проводятся химические опыты, направленные на изучение качественных реакций на пептидную связь, и химических свойств белков, составляются уравнения протекающих реакций, формулируется вывод, оформляется отчет.

Лабораторная работа. Углеводы

В ходе выполнения работы проводятся химические опыты, направленные на изучение качественных реакций на углеводы, сравнивается реакционная способность восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов, проводится гидролиз полисахаридов, составляются уравнения протекающих реакций, формулируется вывод, оформляется отчет.

Лабораторная работа. Исследовательская задача

В ходе выполнения работы проводится обобщение знаний, полученных в курсе органической химии, составляется таблица качественных реакций различных классов органических соединений, экспериментально проводится идентификация выданного органического вещества, формулируется вывод, оформляется отчет.

Литература: [1], [2], [3], [5]

5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

5.1 Внеаудиторная самостоятельная работа студентов

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, научных публикаций;

- подготовка к защите лабораторных работ;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на подготовку к лабораторным работам и их защите, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к лабораторным работам и их защите предполагает умение работать с первичной информацией.

Самостоятельная работа по разделу 1:

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (основная и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, лабораторным занятиям, тестовым проверкам знаний, защите лабораторных работ, диалогам с преподавателем и участниками, проверки знаний первого дисциплинарного раздела.

Самостоятельная работа по разделу 2:

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (основная и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, лабораторным занятиям, тестовым проверкам знаний, защите лабораторных работ, диалогам с преподавателем и участниками, проверки знаний второго дисциплинарного раздела.

Самостоятельная работа по разделу 3:

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (основная и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, лабораторным занятиям, тестовым проверкам знаний, защите лабораторных работ, диалогам с преподавателем и участниками проверки знаний третьего дисциплинарного раздела.

Самостоятельная работа по разделу 4:

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (основная и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, лабораторным занятиям, тестовым проверкам знаний, защите лабораторных работ, диалогам с преподавателем и участниками проверки знаний четвертого дисциплинарного раздела.

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Органическая химия» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень вопросов к промежуточной аттестации (зачет)

1. Теория строения органических соединений Бутлерова.
2. Природа связей в органической химии. Типы химических связей. Ковалентная связь. Полярность ковалентной связи.
3. Понятие о гибридизации атома углерода.
4. Индукционный и мезомерный эффекты.
5. Предельные углеводороды. Гомологический ряд Изомерия. Номенклатура. Строение метана. sp^3 -гибридизация, σ -связь.
6. Способы получения предельных углеводородов.
7. Химические свойства: реакции галогенирования, нитрования, сульфирования. Радикальный механизм замещения.
8. Галогенпроизводные предельных и непредельных углеводородов. Изомерия, номенклатура.
9. Способы получения моногалогенпроизводных предельных углеводородов: а) из предельных углеводородов, б) из этиленовых углеводородов.
10. Химические свойства моногалогенпроизводных предельных углеводородов: а) взаимодействие с металлическим натрием (реакция Вюрца), б) реакция со спиртовой щелочью.
11. Винил-, аллилгалогениды. Строение.
12. Сравнить реакционную способность винил- и аллилгалогенидов.
13. Алкилгалогениды как алкилирующие средства (взаимодействие алкилгалогенидов с алкоголями, солями карбоновых кислот). Реакции нуклеофильного замещения. Взаимодействие со щелочами и цианидами металлов
14. Этиленовые углеводороды. Изомерия, номенклатура, строение двойной связи, sp^2 -гибридизация.
15. Этиленовые углеводороды. Получение из спиртов и галогенпроизводных.
16. Этиленовые углеводороды. Химические свойства: а) реакция гидрирования; б) присоединение HBr , в) взаимодействие с бромом, г) окисление $KMnO_4$ в щелочной среде, д) реакция гидратации, е) полимеризация. Присоединение галогенводородных кислот по ионному и радикальному механизму. Правило Марковникова с электронной точки зрения.
17. Диеновые углеводороды. Изомерия. Номенклатура. Строение. Понятие о сопряжении.
18. Диеновые углеводороды. Химические свойства: а) присоединение водорода, галогенводорода, б) реакции сополимеризации. Полимеризация диеновых углеводородов с сопряженными связями. Каучук.
19. Ацетиленовые углеводороды. Изомерия. Номенклатура. Строение тройной связи, sp -гибридизация.
20. Ацетиленовые углеводороды. Получение из дигалогенпроизводных. Химические свойства: а) водой (реакция Кучерова); б) со спиртами. в) с галогенводородами. Присоединение карбоновых кислот. Синтез гомологов ацетилена.
21. Бензол. Строение. Признаки ароматичности. Реакции алкилирования и ацилирования бензола.
22. Ароматические соединения. Правила ориентации. Заместители первого и второго рода. Ориентирующее действие заместителей в реакциях электрофильного замещения (нитрование, галогенирование и алкилирование).
23. Гомологи бензола. Номенклатура и изомерия. Получение гомологов бензола по реакции Фриделя-Крафтса.

24. Гомологи бензола Реакции электрофильного замещения: а) сульфирование, б) нитрование. Химические свойства: а) реакции окисления, б) галогенирование в ядро и боковую цепь.

25. Гомологи бензола. Методы получения. Галогенпроизводные ароматического ряда с галогеном в ядре и в боковой цепи. Методы получения. Сравнение реакционной способности галогенпроизводных с галогеном в ядре и в боковой цепи.

26. Гомологи бензола. Химические свойства. Нитрование в ядро и боковую цепь. Механизм реакций радикального замещения.

27. Одноатомные спирты. Изомерия, номенклатура. Строение.

28. Одноатомные спирты. Способы получения: а) из карбонильных соединений, б) из галогенпроизводных. Получение первичных, вторичных и третичных спиртов с помощью реактивов Гриньяра.

29. Химические свойства спиртов. Реакции внутримолекулярной дегидратации. Реакция этерификации. Реакции окисления до карбонильных соединений.

30. Многоатомные спирты. Общая характеристика.

Перечень вопросов к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Фенол. Строение. Методы получения: а) из галогенпроизводных, б) реакцией щелочного плава.

2. Фенол. Реакции электрофильного замещения. Химические свойства. Образование фенолятов. Реакции гидроксильной группы: алкилирование, ацилирование. Кислотные свойства.

3. Одноосновные карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы.

4. Одноосновные карбоновые кислоты. Изомерия. Номенклатура.

5. Одноосновные карбоновые кислоты. Получение: а) по реакции Гриньяра, б) гидролизом нитрилов в) окислением спиртов и альдегидов. Получение α - галогензамещенных кислот.

6. Одноосновные карбоновые кислоты. Химические свойства. Кислотные свойства. Взаимодействие карбоновых кислот а) с гидроксидом натрия, б) с пятихлористым фосфором. Получение сложных эфиров, галогенангидридов и амидов кислот.

7. Сложные эфиры карбоновых кислот. Способы получения: а) реакцией этерификации, б) из галогенангидридов кислот. Химические свойства сложных эфиров. Гидролиз сложных эфиров в кислой и щелочной среде.

8. Хлорангидриды и ангидриды карбоновых кислот. Получение и химические свойства хлорангидридов кислот и ангидридов карбоновых кислот. Ацилирующие агенты.

9. Двухосновные насыщенные карбоновые кислоты. Изомерия, номенклатура.

10. Двухосновные насыщенные карбоновые кислоты. Особенности их химических свойств. Поликонденсация двухосновных карбоновых кислот с двухатомными спиртами. Реакции поликонденсации терефталевой кислоты с двухатомными спиртами. Отличие реакции поликонденсации от полимеризации.

11. Полиэфиры. Получение найлона.

12. Одноосновные непредельные карбоновые кислоты. Акриловая, метакриловая кислоты. Сложные эфиры непредельных одноосновных карбоновых кислот. Полимеризация сложных эфиров непредельных карбоновых кислот.

13. Присоединение бромистого водорода к пропену и акриловой (пропеновой) кислоте. Объясните порядок присоединения с электронной точки зрения.

14. Ароматические карбоновые кислоты. Методы получения: а) окисление гомологов бензола, б) гидролиз тригалогенпроизводных. Реакции электрофильного замещения: а) галогенирование, б) нитрование. Реакции, характерные для карбоксильной группы.

15. Двухосновные кислоты ароматические кислоты. Получение лавсана.

16. Альдегиды и кетоны. Изомерия, номенклатура.

17. Альдегиды и кетоны. Способы получения.

18. Альдегиды и кетоны. Химические свойства: а) реакция восстановления, б) окисление альдегидов, в) взаимодействие с цианистым водородом, с галогенидами фосфора, г) альдольная и кротоновая конденсация. Присоединение водорода. Взаимодействие с реактивами Гриньяра. Взаимодействие с гидразином. Образование ацеталей.

19. Ароматические альдегиды и кетоны. Методы получения.

20. Ароматические альдегиды и кетоны. Химические свойства: а) взаимодействие с водородом, с цианистоводородной кислотой, пентахлоридом фосфора, в) конденсация с альдегидами жирного ряда, г) взаимодействие с реактивом Гриньяра.

21. Нитросоединения. Строение нитрогруппы. Реакции получения. Таутомерия. Реакция со щелочью, с азотистой кислотой.

22. Нитропроизводные гомологов бензола с нитрогруппой в ядре и в боковой цепи. Методы получения. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения гомологов бензола.

23. Нитросоединения ароматического ряда. Методы получения. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения: а) галогенирование, б) сульфирование. Влияние нитрогруппы на реакционную способность бензольного кольца в реакциях электрофильного замещения.

24. Амины. Амины, первичные, вторичные, третичные. Изомерия, номенклатура. Получение аминов из алкилгалогенидов, нитросоединений, нитрилов. Основность аминов.

25. Амины. Реакции аминогруппы: алкилирование, ацилирование, солеобразование. Реакция солеобразования.

26. Ароматические амины. Методы получения. Получение солей диазония. Реакции азосочетания солей диазония с фенолами и замещенными ароматическими аминами. Реакция диазосоединений с выделением азота (с водой, иодидом калия, цианидом меди). Механизм реакции диазотирования. Получение солей диазония. Реакции с выделением азота.

27. Ароматические амины. Анилин. Методы получения. Влияние аминогруппы на реакционную способность бензольного кольца в реакциях электрофильного замещения.

28. Соединения со смешанными функциями. Оксикислоты. Поведение при нагревании.

29. Оптическая изомерия. Асимметрический атом углерода. Оптическая активность органических соединений. Оптические антиподы. Проекционные формулы Фишера

30. Аминокислоты. α , β , γ -аминокислоты. Изомерия. Номенклатура. Поведение аминокислот при нагревании. Образование дипептидов. Пептидная связь.

31. Аминокислоты. Амфотерные свойства. Биполярный ион. Химические свойства.

32. Белки. Строение. Классификация белков. Получение.

33. Белки. Физические и химические свойства.

34. Магнийорганические соединения. Получение. Взаимодействие реактивов Гриньяра а) с альдегидами и кетонами, б) со спиртами и водой.

35. Пятичленные гетероциклические соединения: фуран, тиофен, пиррол. Строение, ароматический характер. Взаимные превращения циклов

36. Пятичленные гетероциклы. Пиррол. Строение. Химические свойства: реакции галогенирования, алкилирования, ацилирования.

37. Пятичленные гетероциклы. Тиофен. Химические свойства: реакции электрофильного замещения.

38. Пятичленные гетероциклы. Фуран. Химические свойства: реакции электрофильного замещения.

39. Шестичленные гетероциклические соединения. Пиридин. Строение. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Основные свойства: а) реакции солеобразования, б) реакции алкилирования.

40. Моносахариды. Таутомерные формы (линейная и циклическая).

41. Моносахариды. Химические свойства: а) реакции окисления, б) образование гликозидов. Реакция ацилирования.

42. Дисахариды. Образование восстанавливающих дисахаридов. Мальтоза. Образование невосстанавливающих дисахаридов.

43. Сульфопризводные ароматического ряда. Методы получения. Реакции сульфогруппы. Реакция щелочного плава. Взаимодействие с цианидами металлов.

44. Нафталин. Строение. Химические свойства: а) галогенирование, б) сульфирование. Реакции электрофильного замещения. Образование нафтиламинов. Получение нафтолов.

45. Органические красители. Классификация.

46. Органические красители. Связь между химическим строением органического вещества и его цветом.

7 Рекомендуемая литература

7.1. Основная литература

1. Артеменко А.И. Органическая химия: учебник. — М.: Высшая школа, 2002. — 559 с. (143 экз.)

7.2. Дополнительная литература

2. Агрономов А.Е. Лабораторные работы в органическом практикуме: учеб. пособие. — М.: Химия, 1974. — 376 с. (10 экз.)

3. Иванов В.Г. Практикум по органической химии: учеб. пособие. — М.: Академия, 2002. — 288 с. (22 экз.)

4. Артеменко А.И. Органическая химия: Учебник. — М.: Высшая школа, 2000. — 559 с. (20 экз.)

5. Биологическая химия/под ред. Н. И. Ковалевской. — М.: Академия, 2009. — 256 с. (17 экз.)

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Журнал «Химия и Жизнь - XXI век» [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.hij.ru>
Мир химии [Электронный ресурс]. — URL: <http://chemistry.narod.ru>
Экспериментальная химия [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.chemexperiment.narod.ru/framechem1.html>

Химическая наука и образование в России [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

Все для студента [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.twirpx.com>

Научно-техническая библиотека [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.sciteclibrary.ru/>

Химик. Сайт о химии [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.xumuk.ru/>

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным вопросам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

На лекциях рассматриваются такие важные разделы органической химии как: углеводороды, галогенпроизводные и кислородсодержащие соединения, соединения с несколькими функциональными группами, биоорганические соединения. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном

занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины

Целью проведения лабораторных занятий является закрепление теоретических знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Занятия лабораторного типа включают в себя следующие этапы: изучение теоретической части лабораторной работы; конспектирование хода выполнения лабораторной работы и проведение ее экспериментальной части; выполнение необходимых графиков; оформление отчета о проделанной работе; защита лабораторной работы. Для подготовки к занятиям лабораторного типа и защиты выполненных лабораторных работ студенты выполняют проработку методических указаний по выполнению лабораторной работы, уделяя особое внимание целям и задачам, теоретической части и порядку выполнения лабораторной работы; конспектирование источников; работу с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций студенты имеют возможность получить квалифицированную консультацию по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у студента опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для определения темы и проблемы исследования, выполнения мини-проектов по дисциплине, обсуждения научных текстов и текстов студентов, решения учебных задач, для подготовки к интерактивным занятиям семинарского типа, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы и др.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

1. Лекция:

– лекция-визуализация – подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

2. Лабораторное занятие:

–тренинг – метод обучения и развития способностей к овладению деятельностью проведения химических лабораторных исследований. Интенсивная работа во время тренинга помогает достичь высоких результатов за короткий срок, а последующая система после тренингового сопровождения обеспечивает надежное закрепление материала

– работа в малых группах обеспечивает активную познавательную деятельность обучающихся, предусматривает распределение обязанностей между ними, исполнительную и организаторскую инициативу, актуализацию, как опыта самостоятельной деятельности, так и совместной работы по выполнению лабораторных работ, что согласуется с реалиями профессиональной деятельности будущих специалистов.

10 Курсовой проект (работа)

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 рабочей программы;
- использование слайд-презентаций;

– интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
- комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
- программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».

11.3 Перечень информационно-справочных систем

– справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>

– справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются учебные лаборатории 6-402 с комплектом учебной мебели. При проведении лабораторных работ используется лаборатория *органической химии* – 6-502 на 12 посадочных мест с оборудованием: набор мебели лабораторной; классная доска; фотометр КФК-3; Шкаф сушильный SNOL; плиты электрические; шкаф вытяжной; холодильники, термометры; водоструйный насос; прибор для определения температуры плавления; периодическая таблица Д.И. Менделеева; плакаты.

Для самостоятельной работы обучающихся используется кабинеты 6-522; оборудован комплект учебной мебели, двумя компьютерами с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации.

При изучении дисциплины используется библиотечный фонд КамчатГТУ: учебники, учебные пособия, периодические журналы, электронный ресурс; раздаточный материал.

Дополнения и изменения в рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе за ____/____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Органическая химия» по направлению подготовки 19.03.04 «Технология и продукции и организация общественного питания» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____

(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

«___» _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Научно-образовательный центр «Экология и природопользование»
Кафедра «Экология и природопользование»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель департамента
«Пищевые биотехнологии»

 В.Б. Чмыхалова
«23» 10 2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

направление подготовки

19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

направленность (профиль):

«Технология продукции и организация общественного питания»

Петропавловск-Камчатский,
2024

Составитель фонда оценочных средств

Доцент кафедры «Экология и природопользование», к.б.н.

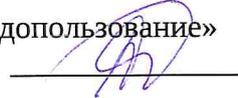


Авдощенко В.Г.

Фонд оценочных средств рассмотрен на заседании кафедры «Экология и природопользование»
«23» 10 2024 г., протокол № 5/1

И.о. заведующего кафедрой «Экология и природопользование»

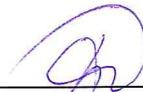
«23» 10 2024 г.



Авдощенко В.Г.

АКТУАЛЬНО НА

2025/2026 учебный год


(подпись)

Авдощенко В.Г.

2026/2027 учебный год

(подпись)

Авдощенко В.Г.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Схема формирования компетенций ОПК-2 в процессе освоения образовательной программы 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания									
Код дисциплины из УП	Наименование дисциплины (в соответствии с УП)	1 семес тр	2 семес тр	3 семес тр	4 семес тр	5 семес тр	6 семес тр	7 семес тр	8 семес тр
ОПК-2 способностью применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности									
Б1.О.10	Математика	Э	диф з	Э					
Б1.О.11	Физика	диф з	Э						
Б1.О.12	Биология	зачет							
Б1.О.13	Основы общей и неорганической химии	Э	Э						
Б1.О.14	Введение в технологию продуктов питания		диф з						
Б1.О.15	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа			зачет	Э				
Б1.О.16	<i>Органическая химия</i>			зачет	Э				
Б1.О.17	Биохимия					Э			
Б1.О.18	Физическая и коллоидная химия					Э	Э		
Б1.О.19	Пищевая химия						диф з		
Б1.О.24	Физико-химические основы и общие принципы переработки продуктов питания				Э				
Б1.О.26	Пищевая микробиология						Э		
Б2.О.01.02(Н)	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				диф з				
Б3.01	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								Защита ВКР

Таблица 1 – Паспорт ФОС

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства
Раздел 1. Углеводороды		
Тема 1: Предмет органической химии, ее связь с биологией. Основные положения теории	ОПК-2	Опрос: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)1, З(ОПК-2)2, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)6

химического строения А.М. Бутлерова		Выполнение и защита лаб. работ: З(ОПК-2)7, У(ОПК-2)7, В(ОПК-2)6, В(ОПК-2)1,
Тема 2: Предельные углеводороды	ОПК-2	Опрос: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)3, З(ОПК-2)4, З(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)7, З(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Тема 3: Непредельные углеводороды	ОПК-2	Опрос: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)3, З(ОПК-2)4, З(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)7, З(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Тема 4: Ароматические углеводороды	ОПК-2	Опрос: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)3, З(ОПК-2)4, З(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)7, З(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6 Тест З(ОПК-2)1, З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)3, З(ОПК-2)4, З(ОПК-2)6
Рубежный рейтинг (контрольная работа)	ОПК-2	З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)1, З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)3, З(ОПК-2)4, З(ОПК-2)6
Раздел 2. Галогенопроизводные и кислородосодержащие соединения		
Тема 5: Галогенопроизводные углеводородов	ОПК-2	Опрос: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)3, З(ОПК-2)4, З(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)7, З(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)5, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Тема 6: Кислородосодержащие органические соединения. Спирты	ОПК-2	Опрос: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)3, З(ОПК-2)4, З(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: З(ОПК-2)2, З(ОПК-2)7, З(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)5, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6

Тема 7: Кислородосодержащие органические соединения. Фенолы	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)7, 3(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)5, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Тема 8: Эфиры	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)7, 3(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)5, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Рубежный рейтинг (контрольная работа)	ОПК-2	3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)1, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6
Раздел 3. Кислород- и азотсодержащие соединения		
Тема 9: Кислородосодержащие органические соединения. Оксосоединения (альдегиды и кетоны)	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)7, 3(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Тема 10: Карбоновые кислоты и их производные	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)7, 3(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)4, У(ОПК-2)5, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)4, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Тема 11: Органические соединения азота	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)7, 3(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Рубежный рейтинг (контрольная работа)	ОПК-2	3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)1, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6

**Раздел 4. Органические соединения с несколькими функциональными группами.
Биоорганические соединения**

Тема 12: Гидроксикислоты	ОПК-2	Опрос:
--------------------------	-------	---------------

		3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)7, 3(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Тема 13: Аминокислоты	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6
Тема 14: Гетероциклические соединения	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6
Тема 15: Элементы биорганической химии	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)7, 3(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Тема 16: Углеводы	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)7, 3(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Тема 17: Липиды	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)1, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6
Тема 18. Элементоорганические соединения	ОПК-2	Опрос: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6 Выполнение и защита лаб. работ: 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)7, 3(ОПК-2)5, У(ОПК-2)1, У(ОПК-2)2, У(ОПК-2)3, У(ОПК-2)6, У(ОПК-2)7 В(ОПК-2)1, В(ОПК-2)3, В(ОПК-2)5, В(ОПК-2)6
Рубежный рейтинг (контрольная работа)	ОПК-2	3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)1, 3(ОПК-2)2, 3(ОПК-2)3, 3(ОПК-2)4, 3(ОПК-2)6

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения*				
		1	2	3	4	5
ОПК-2	Знать: – правила техники безопасности	Не сформирова	Фрагмент арные	Неполные представл	Определенн ые	Сформиро ваны

Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	при работе в химической лаборатории; – строение и свойства важнейших классов органических соединений, их практическое применение	ны знания в отношении органической химии	знания в области органической химии	ения о вопросе	пробелы в знаниях	системные представления об органической химии
	Уметь: – использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов химии для освоения физических, химических, биохимических, микробиологических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	Отсутствие умений. Данный результат указывает на несформированность порогового уровня умений	Фрагментарные умения	Несистемное использование знаний	Несистематическое использование умений	Сформированное умение использовать полученные знания
	Владеть: навыками составления отчета о проделанной работе.	Отсутствие навыков в области органической химии	Фрагментарные навыки в области органической химии	В целом успешное, но не систематическое применение навыков.	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применения навыков.	Успешное и систематическое применение навыков.

*1 - Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Отсутствие знаний, умений, навыков. Данный результат указывает на несформированность порогового уровня знаний, умений, навыков.

2 - Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Фрагментарные знания, умения, навыки.

3 - Удовлетворительная оценка результатов обучения. Несистематическое использование знаний, умений, навыков.

4 - Удовлетворительная оценка результатов обучения. Определенные пробелы. В целом, успешное использование знаний, умений, навыков.

5 - Удовлетворительная оценка результатов обучения. Успешное и систематическое применение знаний, умений, навыков

2.2 Описание шкал оценивания

Формы контроля	Шкала оценивания
устный опрос	<p>Оценка «отлично»: ответы на поставленные вопросы излагаются четко, логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы, демонстрируются глубокие знания теоретических вопросов, соблюдаются нормы литературной речи.</p> <p>Оценка «хорошо»: ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается уверенно, демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно»: материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, имеются заметные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентируется в понятийном аппарате.</p>
индивидуальные	Оценка «отлично»: ответы на поставленные вопросы по разделу излагаются

устные опросы по разделам дисциплины	<p>четко, логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы, демонстрируются глубокие знания теоретических вопросов, соблюдаются нормы литературной речи.</p> <p>Оценка «хорошо»: ответы на поставленные вопросы по разделу излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается уверенно, демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.</p> <p>Оценка «удовлетворительно»: допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные по разделу вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопросов, изученных в данном разделе, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно»: материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по разделу дисциплины, имеются заметные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентируется в понятийном аппарате.</p>
решение заданий в тестовой форме	<p>Для оценивания результатов тестирования возможно использовать следующие критерии оценивания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа или выбора ответа. - скорость прохождения теста. - наличие правильных ответов во всех проверяемых темах (дидактических единицах) теста, <p>Общее количество вопросов принимается за 100%, оценка выставляется по значению соотношения правильных ответов к общему количеству вопросов в процентах.</p> <p>Оценка «отлично» - 85–100% правильных ответов; Оценка «хорошо» - 70–84% правильных ответов; Оценка «удовлетворительно» - 55–69% правильных ответов; Оценка «неудовлетворительно» - 54% и менее правильных ответов;</p>
Контрольная работа	<p>Оценка «отлично» – вопрос раскрыт полностью, точно обозначены основные понятия и характеристики в соответствии с нормативными и правовыми актами и теоретическим материалом.</p> <p>Оценка «хорошо» – вопрос раскрыт, однако нет полного описания всех необходимых элементов.</p> <p>Оценка «удовлетворительно» – вопрос раскрыт не полно, присутствуют грубые ошибки, однако есть некоторое понимание раскрываемых понятий.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно» – ответ на вопрос отсутствует или в целом не верен.</p>
зачет	<p>Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, который усвоил предусмотренный программный материал; правильно, с применением примеров, показал систематизированные знания по темам дисциплины, способен связать теорию с практикой, тему вопроса с другими темами данного курса, других изучаемых дисциплин.</p> <p>Оценка «не зачтено» выставляется в следующих случаях:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обучающийся не справился с заданием, не может ответить на вопросы, предложенные (поставленные) преподавателем, не обладает целостным представлением об изучаемой теме и ее взаимосвязях. 2. Ответ на вопрос полностью отсутствует. 3. Отказ от ответа.
экзамен	<p>Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для</p>

	<p>анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.</p> <p>Оценка «хорошо» выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.</p> <p>Оценка «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.</p>
--	--

Итоговое оценивание обучающегося по дисциплине «Органическая химия»

Для оценки качества подготовки студента по дисциплине в целом составляется рейтинг – интегральная оценка результатов всех видов деятельности студента, осуществляемых в процессе ее изучения.

Промежуточная аттестация проводится по окончании изучения дисциплины во время зачетно-экзаменационной сессии, в соответствии с рабочим учебным планом по направлению подготовки – в форме зачёта и экзамена.

Преподаватель на вводной лекции (первом занятии) знакомит обучающихся группы с программой учебной дисциплины, порядком определения количества ЗЕ, графиком, формами и процедурой прохождения текущего контроля, а также примерными вопросами для подготовки к промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация – это форма контроля теоретических знаний, полученных студентом в процессе изучения всей учебной дисциплины или ее части, и умения их применять в практической деятельности. Он должен учитывать выполнение студентом всех видов работ, предусмотренных программой дисциплины, в том числе самостоятельную работу.

Показатели, критерии оценки сформированности компетенции, шкала оценивания результатов освоения компетенций по уровням освоения представлены в таблице.

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции	Шкала оценивания (традиционная оценка)
Продвинутый	<i>Компетенции сформированы.</i> Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено на «отлично». Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с	«отлично»

		преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков , полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.	
Базовый	<i>Компетенции сформированы.</i> Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальной оценкой, некоторые виды заданий выполнены с несущественными ошибками. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «хорошо». Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне	«хорошо»
Пороговый	<i>Компетенции сформированы.</i> Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «удовлетворительно». Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	«удовлетворительно»
Низкий	<i>Компетенции не сформированы</i> Демонстрируется отсутствие или фрагментарное наличие самостоятельности и практического навыка	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.	«неудовлетворительно»

3. Типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

3.1. Задания для оценивания результатов обучения в виде знаний

Вопросы для обсуждения:

Тема 1. Предмет органической химии, ее связь с биологией. Основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Приемы работы с лабораторным оборудованием» по разделу «Углеводороды»

1. Общие правила техники безопасности в лаборатории органической химии.
2. Правила техники безопасности при работе с химическими реактивами.
3. Правила техники безопасности при работе с химической посудой, в частности со стеклянной.
4. Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории с электроприборами.
5. Противопожарная безопасность в химической лаборатории.
6. Меры первой помощи при отравлениях химическими веществами.
7. Меры первой помощи при термических и химических ожогах.
8. Меры первой помощи при порезах и ранах, возникающих при работе со стеклянной химической посудой.

Тема 2. Предельные углеводороды

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Предельные углеводороды» по разделу «Углеводороды»

1. Какие углеводороды относят у алканам? Общая формула.
2. Охарактеризуйте валентное состояние атома углерода в метане.
3. Что такое гомологический ряд? Какие из приведенных соединений являются гомологами метана: C_2H_2 , C_3H_6 , C_7H_{16} , C_4H_{10} , C_6H_6 , C_6H_{12} , C_5H_{12} .
4. Какие атомы называют первичными, вторичными, третичными и четвертичными. Приведите формулы соединений, содержащих эти атомы. Зачем необходимо делить атомы углерода на первичные, вторичные и т.д.?
5. Напишите структурные формулы алканов: а) 2-метил-4-этилгексан; б) 2,2-диметилпентана; в) 2,2,4,4-тетраметилпентана; г) 3,4-диметил-4-этилгексана; д) тетраметилметана; е) диметилизопропилметана.
6. Какие галогеналкилы необходимы для синтеза по реакции Вюрца следующих углеводородов: а) пропана; б) бутана; в) 2-метилпропана?
7. Какой способ получения предельных углеводородов применяется в данной лабораторной работе?
8. Почему при получении метана сплавлением ацетата натрия с щелочью используют не чистый гидроксид натрия, а натронную известь?
9. Какой тип реакции характерен для алканов?
10. На примере пропана покажите какие продукты преимущественно будут получаться при его хлорировании, нитровании и окислении.
11. В каких условиях протекает реакция Коновалова?

Тема 3. Непредельные углеводороды

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Алкены» по разделу «Углеводороды»

1. Какие углеводороды называют этиленовыми?
2. В чем отличие sp^2 -гибридизации от sp^3 -гибридизации?
3. Какие виды структурной изомерии характерны для алкенов?
4. Расскажите о способах получения этилена;
5. Составьте структурные формулы изомерных углеводородов состава C_5H_{10} и назовите их по систематической номенклатуре. Какие из них способны к цис-транс изомерии?
6. Приведите примеры реакций с использованием правил Марковникова и Зайцева.

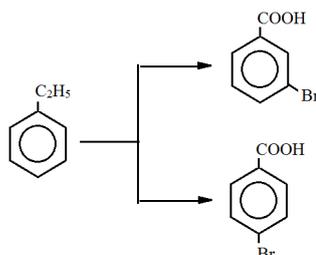
Контрольные вопросы к лабораторной работе «Алкины» по разделу «Углеводороды»

1. Какие углеводороды называют ацетиленовыми.
2. Приведите общую формулу гомологического ряда ацетилена.
3. Напишите молекулярные формулы первых четырех гомологов ацетилена.
4. Для углеводорода 2-метилпентин-3 составить структурные формулы одного изомера и одного гомолога.
5. В условиях реакции Кучерова провести гидролиз бутин-1. Сравнить с гидролизом бутен-1.
6. Чем определяется разница в характере пламени при горении метана, этилена и ацетилена?
7. Почему ацетилен труднее вступает в реакции электрофильного присоединения, чем этилен?

Тема 4. Ароматические углеводороды

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Бензол и его гомологи» по разделу «Углеводороды»

1. В чем состоят особенности строения ароматического кольца?
2. Почему ароматические углеводороды мало склонны к реакциям присоединения по кратным связям?
3. Осуществите бромирование толуола в ядро и в боковую цепь. Укажите условия протекания реакций замещения.
4. Осуществите превращения:

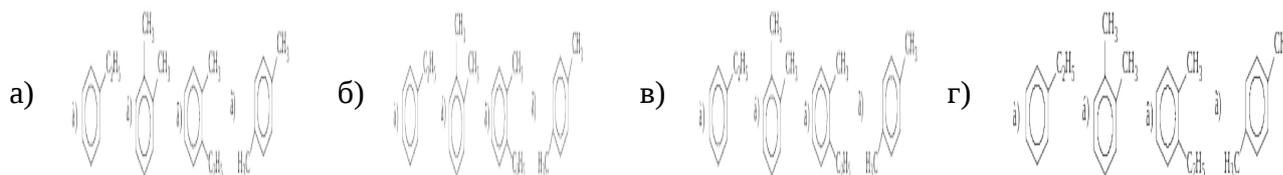


5. Дайте пояснение и назовите конечные продукты.
6. Какие способы используются для получения углеводородов ряда бензола?
1. Какие заместители относятся к заместителям 1-го рода, а какие к заместителям 2-го рода?
2. Какие заместители активируют бензольное кольцо, а какие дезактивируют?
3. Что вы понимаете под согласованной и несогласованной ориентацией?

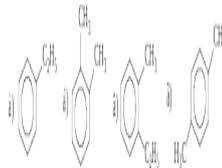
Тестовые задания по теме «Ароматические углеводороды»

Вариант № 1

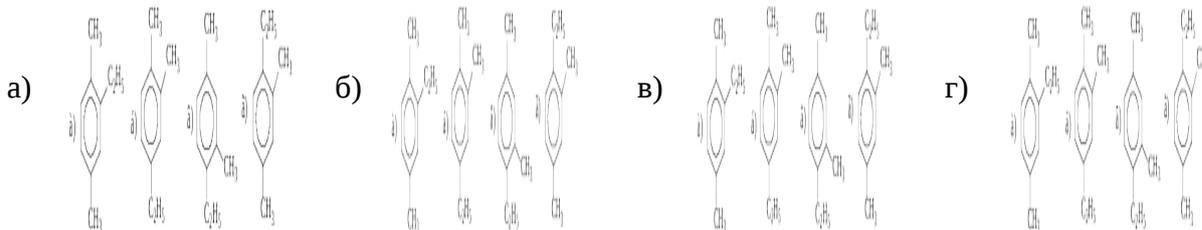
- 1) Какая общая формула соответствует гомологическому ряду ароматических углеводородов
а) C_nH_{2n} б) C_nH_{2n+2} в) C_nH_{2n-2} г) C_nH_{2n-6}
- 2) Укажите, какое суждение является правильным: А) Бензольное кольцо – это циклическая группировка; Б) Молекула бензола имеет строение правильного треугольника.
а) Верно только А б) Верно только Б в) Оба верны г) Оба неверны
- 3) Бензол при комнатной температуре является:
а) Бесцветной жидкостью б) Твердым веществом в) Газом г) Плазмой
- 4) Выберите вещество, которое является изомером этилбензола (возможно несколько вариантов ответа):



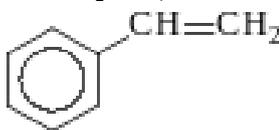
- 5) Какое название имеет следующий углеводород:



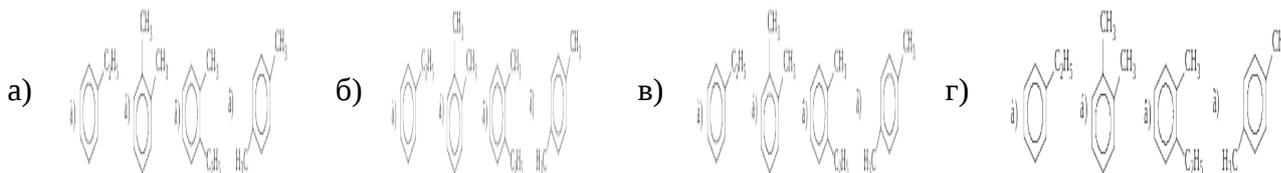
- а) 1,2-диметилбензол б) 1-метил-2-этилбензол
 в) 1,2-диэтилбензол г) 1-этил-2-метилбензол
 6) Какое из приведенных соединений имеет название 1,4-диметил-2-этилбензол:



- 7) Какое название имеет следующий углеводород (возможно несколько вариантов ответа) :



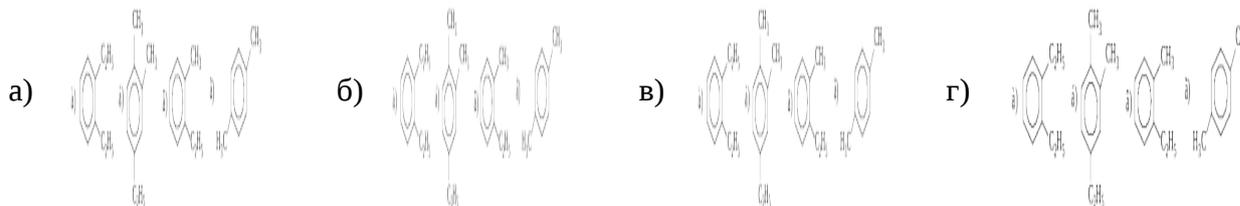
- а) Этилбензол б) Стирол в) 2-этилбензол г) Винилбензол
 8) Выберите вещество, которое является гомологом этилбензола (C₈H₁₀):



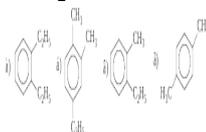
- 9) В результате реакции $3\text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow$ образуется. Напишите уравнение реакции.
 а) Бензол б) Толуол в) Стирол г) Метилбензол

Вариант № 2

- 1) Какой вид гибридизации электронных облаков атомов углерода характерен для ароматических углеводородов:
 а) sp – б) sp² – в) sp³ – г) sp⁴ –
 2) Укажите, какое суждение является правильным: А) Каждый атом углерода образует 3 σ-связи и одну π-связь; Б) Все σ-связи находятся в одной плоскости.
 а) Верно только А б) Верно только Б в) Оба верны г) Оба неверны
 3) Растворяется ли бензол в воде:
 а) Да б) В любом соотношении в) Нет г) При охлаждении
 4) Выберите вещество, которое является изомером пропилбензола (C₉H₁₂):

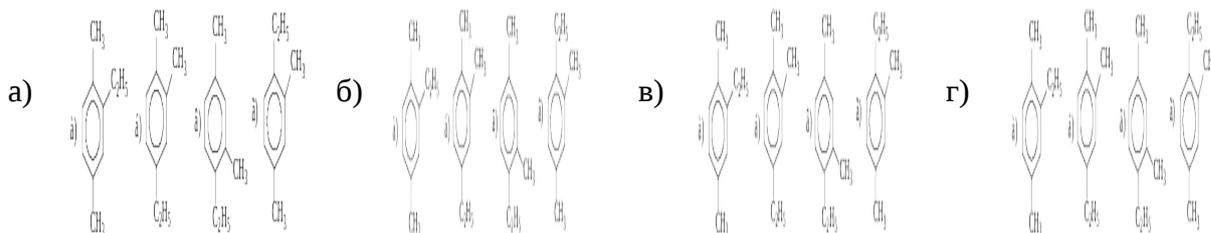


- 5) Какое название имеет следующий углеводород:

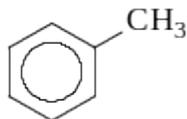


- а) 1,2-диметилбензол б) 1-метил-2-этилбензол
 в) 1,2-диэтилбензол г) 1-этил-2-метилбензол

б) Какое из приведенных соединений имеет название 1,2-диметил-4-этилбензол:

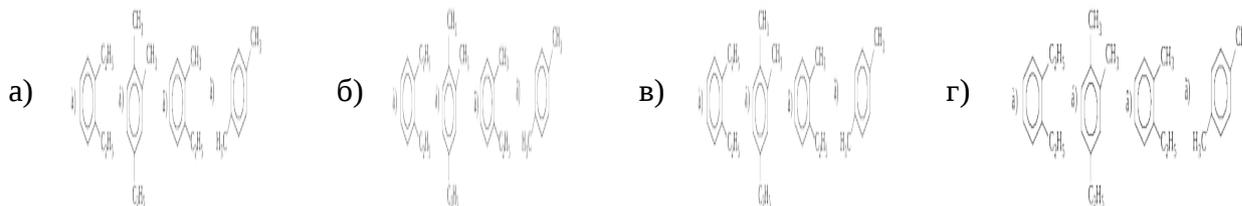


7) Какое название имеет следующий углеводород (возможно несколько вариантов ответа):



а) Этилбензол б) Толуол в) Метилбензол г) Винилбензол

8) Выберите вещество, которое является гомологом пропилбензола (C₉H₁₂):



9) В результате реакции  + Br₂ $\xrightarrow{\text{FeBr}_3}$ образуется.

а) Бромбензол б) 1,2-дибромбензол в) Толуол г) 2-бромбензол

Вариант № 3

1) Укажите какова длина углерод-углеродной связи в бензольном кольце:

а) 0,139 нм б) 0,154 нм в) 0,120 нм г) 0,132 нм

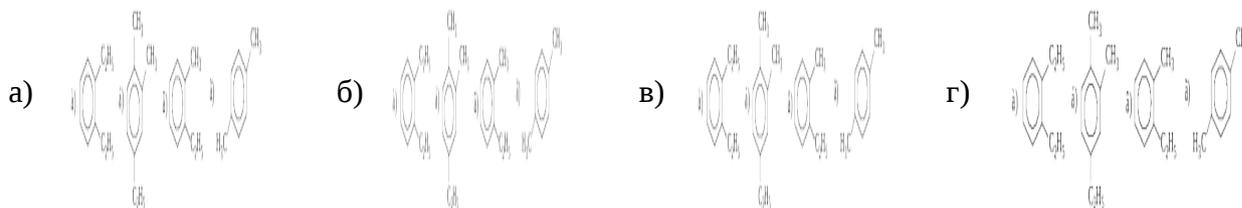
2) Укажите, какое суждение является правильным: А) Шесть негибридных p-орбиталей образуют единую π-систему; Б) Молекула бензола имеет строение правильного шестиугольника.

а) Верно только А б) Верно только Б в) Оба верны г) Оба неверны

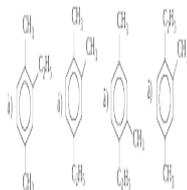
3) Температура кипения бензола:

а) 80 °С б) 55 °С в) 5,5 °С г) 90 °С

4) Выберите вещество, которое является изомером бутилбензола (возможно несколько вариантов ответа):



5) Какое название имеет следующий углеводород:



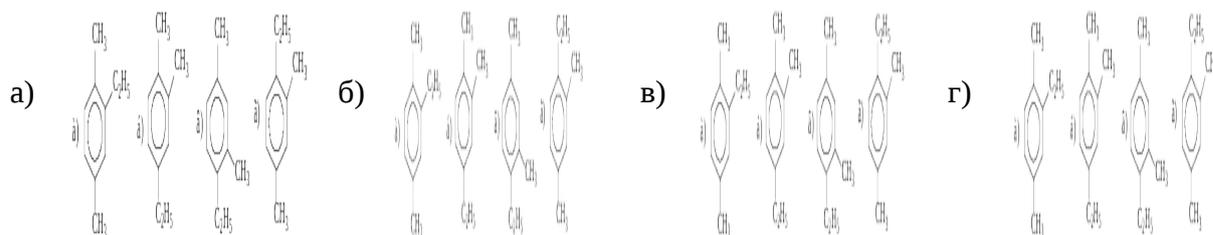
а) 1,2-диметилбензол

б) 1,4-диметил-2-этилбензол

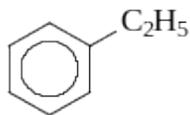
в) 1,2-диэтилбензол

г) 1-этил-2-метилбензол

б) Какое из приведенных соединений имеет название 1,3-диметил-4-этилбензол:

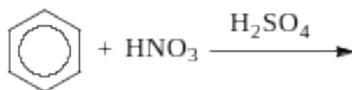
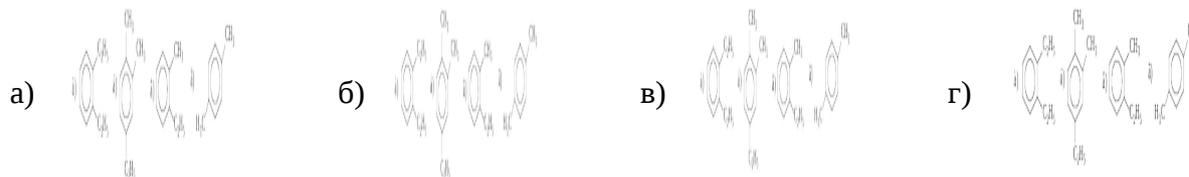


7) Какое название имеет следующий углеводород:



а) Этилбензол б) Толуол в) Метилбензол г) Винилбензол

8) Выберите вещество, которое является гомологом бутилбензола (возможно несколько вариантов ответа):



9) В результате реакции образуется ...

а) Нитробензол б) 1,2-дибромбензол в) Толуол г) 2,4,6-тринитротолуол

Вариант № 4

1) Укажите чему равны углы между связями в бензольном кольце:

а) 120° б) 180° в) 109° г) 90°

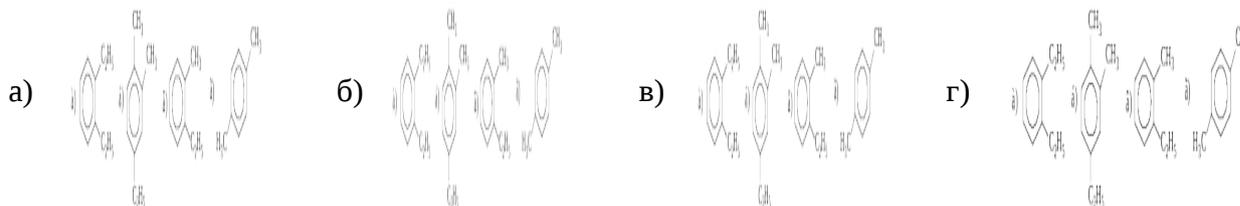
2) Укажите, какое суждение является правильным: А) Молекула бензола имеет строение правильного квадрата; Б) Бензол – токсичное вещество.

а) Верно только А б) Верно только Б в) Оба верны г) Оба неверны

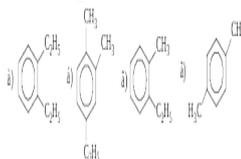
3) Плотность бензола:

а) 1 г/мл б) 0,98 г/мл в) 0,88 г/мл г) 1,5 г/мл

4) Выберите вещество, которое является изомером этилбензола (C₈H₁₀):



5) Какое название имеет следующий углеводород:



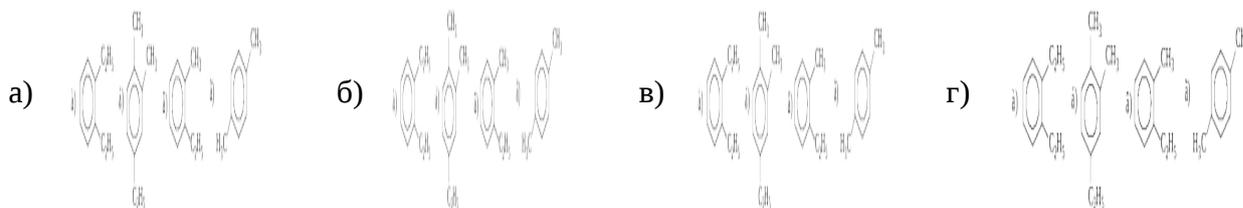
а) 1,4-диметилбензол

б) 1,4-диметил-2-этилбензол

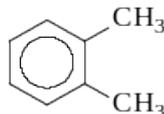
в) 1,2-диэтилбензол

г) 1-этил-2-метилбензол

б) Какое из приведенных соединений имеет название 1,2-диэтилбензол:

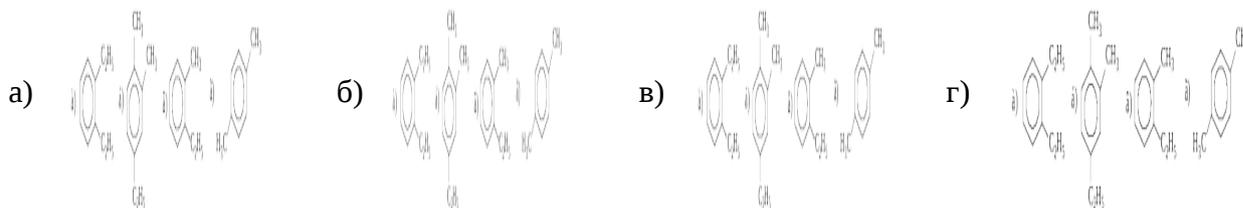


7) Какое название имеет следующий углеводород:

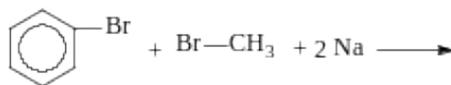


а) Этилбензол б) о-ксилол в) 1,2-диметилбензол г) Винилбензол

8) Выберите вещество, которое является гомологом этилбензола (C_8H_{10}) (возможно несколько вариантов ответа):



9) В результате реакции



образуется (возможно несколько вариантов ответа).....

а) Этан б) Бензол в) Тoluол г) Метилбензол

Рубежный рейтинг. Контрольные вопросы. Раздел «Углеводороды»

Блок 1

- Сформулируйте основные положения теории строения органических соединений.
- Какие соединения называются изомерами? Приведите примеры. Составьте структурные формулы всех изомеров гексана. Назовите их по систематической номенклатуре.
- Какие соединения называются гомологами? Приведите примеры. Какие из приведенных соединений являются гомологами метана: C_2H_2 , C_3H_6 , C_4H_{10} , C_7H_{16} , C_6H_6 , C_6H_{12} , C_5H_{12} ?
- Объясните понятие «гибридизация орбиталей». Какие типы гибридизации возможны для атома углерода
- Что вы понимаете под термином «иницирование», «рост цепи» и «обрыв цепи».
- Полимеризация алкенов.
- Типы диеновых углеводородов. Какие диены называются сопряженными?
- Какой продукт называют каучуком? Какие основные типы каучуков вы знаете? Строение натурального каучука. Какой фрагмент (структурная единица) входит в состав макромолекулы натурального каучука
- В чем состоит процесс вулканизации? Что представляет собой резина? Как она получается?
- Какие углеводороды называют ацетиленовыми? Общая формула гомологического ряда алкинов. Напишите структурную формулу 5,5-диметилгептин-3.
- Приведите примеры реакций, свидетельствующих о генетической связи алканов, алкенов и алкинов.

Блок 2

1. Составьте уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:

- $CaCO_3 \rightarrow CaC_2 \rightarrow CH \equiv CH \rightarrow$ уксусный альдегид
- $CH_4 \rightarrow CH \equiv CH \rightarrow CH_2 = CHCl \rightarrow (-CH_2 - CHCl -)_n$
- $CH_3 - CH_3 \rightarrow CH_3 - CH_2Cl \rightarrow CH_2 = CH_2 \rightarrow CH_2Cl - CH_2Cl \rightarrow CH \equiv CH$

2. Углеводород 2-метилбутен-2 окислите раствором перманганата калия в жестких и мягких условиях. Продукты окисления назовите.
3. Рядом последовательных операций из метилацетилена получить пентин-2. Какой качественной реакцией можно отличить 2-пентин от пропина?
4. Какой углеводород получается при действии спиртового раствора щелочи на 1,1-дихлорэтан? Составьте уравнение реакции.
5. Напишите уравнения реакций углеводорода 2-метилпропена со следующими веществами: а) водородом; б) бромом; в) хлороводородом. Продукты реакции назовите;.
6. Получите 3-этилпентан гидрированием непредельного углеводорода и проведите для него реакцию Коновалова.
7. Заместители первого и второго рода. Примеры. Примеры согласованной и несогласованной ориентации в бензольном ядре.

Тема 5. Галогенопроизводные углеводородов

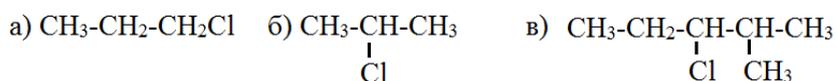
Контрольные вопросы

1. Напишите реакцию образования йодоформа из этилового спирта. В чем практическое значение галоформной реакции?
2. Объясните подвижность атомов галогена в галогенпроизводных различного типа.
3. Рассмотрите механизм реакции мономолекулярного нуклеофильного замещения на примере реакции гидролиза хлористого бензила. Раскройте стереохимию и кинетику реакции.
4. Рассмотрите механизм реакции бимолекулярного нуклеофильного замещения на примере реакции гидролиза хлористого пропила. Раскройте стереохимию и кинетику реакции.

Тема 6, 7. Кислородосодержащие органические соединения. Спирты. Фенолы

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Спирты и фенолы» по разделу «Галогенопроизводные и кислородосодержащие соединения»

1. Приведите общую формулу гомологического ряда предельных одноатомных спиртов. Как классифицируются спирты по числу гидроксильных групп.
2. Какие спирты получают при действии водного раствора щелочи на следующие галогенпроизводные:



Составьте уравнения реакций.

3. Какие соединения образуются при действии на бензиловый спирт: а) металлического натрия; б) уксусной кислоты; в) PCl_5 ; г) окислителей? Напишите реакции, продукты назовите.
4. Какие продукты могут быть получены при нагревании спирта в присутствии серной кислоты?
5. Что такое «реакция этерификации»? Условия ее протекания.
6. В чем состоит отличие ароматических спиртов от фенолов? Приведите примеры ароматических спиртов.
7. Почему фенол проявляет кислотные свойства по сравнению со спиртами?
8. Почему фенол галогенируется легко и легко нитруется в отличие от бензола?
9. С целью обнаружения фенола в промышленных сточных водах используют его способность образовывать окрашенные комплексные соединения с хлоридом железа (III). Составьте уравнение реакции.

Тема 8. Эфиры

Контрольные вопросы

1. Какие соединения относятся к простым эфирам.
2. Виды изомерии простых эфиров.
3. Способы получения простых эфиров на примере диэтилового эфира.
4. Химические свойства простых эфиров.
5. Применение диэтилового эфира. Его свойства.

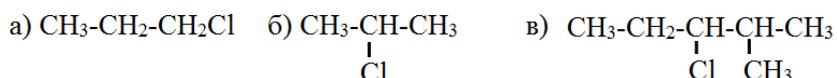
Контрольные вопросы к лабораторной работе «Синтез сложного эфира» по разделу «Галогенопроизводные и кислородосодержащие соединения»

1. Какие вещества называются сложными эфирами?
2. Какой химический процесс называется этерификацией?
3. Механизм реакции этерификации.
4. Каким образом в ходе синтеза достигается достаточно высокий выход продукта при обратимости процесса этерификации?
5. Почему уксусноэтиловый и уксусноизоамиловый эфиры получают на различных установках?
6. Как определяют момент прекращения синтеза уксусноизоамилового эфира?
7. Какой процесс является обратной реакцией образования сложного эфира?
8. Какие другие способы получения сложных эфиров вы знаете?

Рубежный рейтинг. Контрольные вопросы. Раздел «Галогенопроизводные и кислородосодержащие соединения»

Блок 1

1. Напишите структурные формулы: а) бутантриола-1,2,3; б) 3,3,4-триметилгексанола-1; в) 2,3-диметилбутандиола-2,3.
2. Напишите структурные формулы: а) 3-метилгексанола-3; б) 2,3-диметилбутанола-2.
3. С каким из приведенных спиртов взаимодействует гидроксид меди (II): а) CH_3OH ; б) $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$; в) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{(OH)}$; г) $\text{HOCH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$?
4. Получите пропиленгликоль: а) гидролизом 1,2-дихлорпропана; б) окислением пропилена раствором перманганата калия.
5. Какой спирт получают при действии водного раствора щелочи на следующие галогенпроизводные:



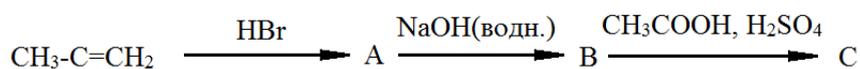
6. Охарактеризуйте полярность и поляризуемость связей C-H , C-Cl , C-Br , C-I . Почему йодистые алкилы обладают наибольшей активностью?
7. Сколько дихлорзамещенных можно получить из н-пентана? Напишите их структурные формулы и назовите.

Блок 2

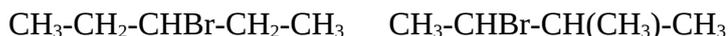
1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить такие превращения:



2. Осуществите переход:



3. Напишите реакции дегидробромирования спиртовым раствором щелочи следующих соединений:

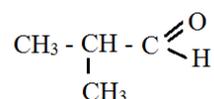


4. Из 1-бромбутана получите: бутиловый спирт, 1-бутен, метилбутиловый эфир.
5. Из 1-хлорбутана получите: бутиловый спирт, 1-бутин, бутилацетат.

Тема 9. Кислородосодержащие органические соединения. Оксосоединения

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Карбонильные соединения жирного и ароматического ряда» по разделу «Кислород- и азотсодержащие соединения»

1. Какие соединения называются альдегидами и кетонами? Характер радикалов, входящих в состав оксосоединений.
2. Назовите по двум номенклатурам соединение



Предложите для него по формуле одного изомера и одного гомолога. Изомер и гомолог назовите.

3. Какие способы являются наиболее употребительными для получения альдегидов и кетонов?
4. Реакции, отличающие альдегиды от кетонов.
5. Примеры реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе.
7. К какому типу реакций относятся реакции оксосоединений с гидроксиламином, гидразином и его соединениями; приведите примеры.
7. В трех пробирках находятся растворы уксусного альдегида, глицерина и ацетона. Как при помощи гидроксида меди (II) определить, где какое вещество?

Тема 10. Карбоновые кислоты и их производные

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Карбоновые кислоты по разделу «Кислород- и азотсодержащие соединения»

1. Дайте характеристику карбоновых кислот. Характер радикалов, входящих в состав органических кислот.
2. Номенклатура и изомерия карбоновых кислот на примере карбоновых кислот с общей формулой $\text{C}_5\text{H}_9\text{COOH}$.
3. Приведите химические формулы фумаровой и малеиновой кислот.
4. Как влияет характер радикалов, связанных с карбоксильной группой, на силу кислоты? Какая кислота сильнее: α - или β - фтормасляная; бензойная или уксусная; муравьиная или щавелевая и почему?
5. Перечислите способы получения карбоновых кислот.
6. Кислотные свойства карбоновых кислот. Причина появления кислотных свойств.
7. Важнейшие производные карбоновых кислот: строение, получение и реакционная способность солей, галогенангидридов, сложных эфиров и амидов кислот.
8. Какой цветной реакцией можно обнаружить присутствие в растворе уксусной кислоты? Почему образующаяся в этой реакции соль легко гидролизуется?
9. Как получают мыла? С чем связана моющая способность мыла?
10. Соединение состава $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$ может быть названо как а) диметилуксусная кислота; б) метилпропановая кислота; в) изомаляная кислота. Какое из названий является тривиальным, какое построено в соответствии с международной номенклатурой, а какое в соответствии с рациональной?

Тема 11. Органические соединения азота

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Нитро- и аминсоединения» по разделу «Кислород- и азотсодержащие соединения»

1. Опишите электронное строение молекулы метиламина.
2. Охарактеризуйте пространственное строение молекулы метиламина.
3. Что такое "амины"?
4. Какой вид изомерии характерен аминам? Приведите примеры двух гомологов бутиламина.
5. Какой тип реакции наиболее характерен для аминам?
6. Какие факты свидетельствуют о неопределенном характере амина?
7. Какие свойства сближают амины с аммиаком?
8. Напишите уравнения реакций галогенирования и нитрования амина.
9. Напишите уравнения реакции гидрирования и хлорирования амина? Назовите продукты реакции, укажите условия их проведения.
10. В отличие от других органических веществ амины и их гомологи окисляются до образования оксида углерода (II), воды и азота. Какие продукты получают при окислении метиламина? Напишите уравнение реакции.

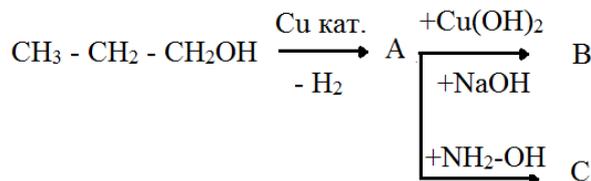
Рубежный рейтинг. Контрольные вопросы. Раздел «Кислород- и азотсодержащие соединения»

1. Назовите соединения с брутто-формулами:

а) C_3H_6O ; $C_5H_{10}O$;

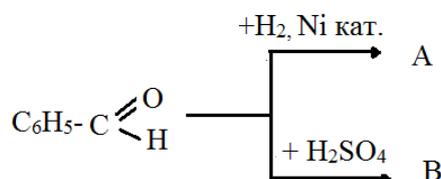
б) C_5H_8O ; $C_6H_5-C_2H_3O$.

2. Составьте уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



Все соединения назовите.

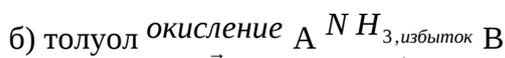
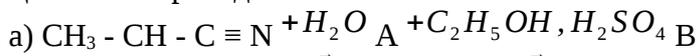
3. Осуществите переход:



4. Реакцией Кучерова получите продукт C_3H_6O , который не взаимодействует с аммиачным раствором окиси серебра, но дает характерное окрашивание с нитропруссидом натрия. Назовите это соединение.

5. Определите строение вещества, имеющего эмпирическую формулу C_3H_6O , если оно дает реакцию серебряного зеркала, превращаясь в пропановую кислоту.

6. Осуществите переход:



Все соединения назовите.

7. Назовите по систематической (международной) номенклатуре соединение и предложите по формуле одного изомера и одного гомолога для этой кислоты:



8. Основность кислот. Приведите примеры непердельной одноосновной кислоты; непердельной двухосновной кислоты и изомерных ароматических кислот с общей формулой $C_8H_8O_2$.

9. Напишите формулы амида пропионовой кислоты, хлорангирида бензойной кислоты, кальциевой соли муравьиной кислоты, пропилацетата.

10. Напишите уравнения реакции алкилирования этиламина хлорметаном.

11. Запишите уравнения реакций, характеризующие способы получения аминов в промышленности и в лаборатории.

12. Предложите схему получения этиламина из метана.

Тема 12. Гидроксикислоты

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Соединения со смешанными функциями» по разделу «Органические соединения с несколькими функциональными группами»

1. Какие соединения называются оксикислотами? Как они классифицируются?

2. Напишите формулы всех изомеров оксимасляной кислоты.

3. Напишите уравнения реакций с молочной кислотой, характерные для спиртовой группы.

4. Напишите уравнения реакций с гликолевой кислотой, характерные для карбонильной группы.
5. Напишите формулы всех изомеров оксibenзойной кислоты.
6. Напишите уравнения реакций образования сложного эфира из салициловой кислоты и этанола.
7. Напишите уравнения реакций с пировиноградной кислотой, характерные для карбоксильной группы.
8. Напишите уравнения реакций с глиоксиловой кислотой по альдегидной группе.

Тема 13. Аминокислоты

Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются аминокислотами? Приведите классификацию по биологическому значению аминокислот, по полярности радикалов и химическому строению.
2. Перечислите незаменимые аминокислоты.
3. Охарактеризуйте физико-химические свойства аминокислот.
4. Какая связь называется пептидной?
5. Какая аминокислота не проявляет оптической активности?

Тема 14. Гетероциклические соединения

Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются гетероциклическими?
2. Классификация гетероциклических соединений?
3. В чем выражается ароматичность гетероциклических соединений?
4. Напишите формулы гетероциклов, входящих в состав аминокислот.
5. Биологическая роль пурина и пиримидина.

Тема 15. Элементы биоорганической химии

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Белки» по разделу «Органические соединения с несколькими функциональными группами»

1. Понятие нативного белка.
2. Какие факторы влияют на растворимость белков?
3. Что происходит при обратимом и необратимом осаждении белков?
4. Какими реактивами вызывается необратимое осаждение белков?
5. Какие органические растворители вызывают осаждение белков из растворов и почему?
6. Как влияет изоэлектрическое состояние на осаждение белков при нагревании?
7. Какие факторы вызывают денатурацию белков и почему?
8. Почему при тепловой денатурации яичного белка в сильно кислой или сильно щелочной среде белок не выпадает в осадок даже при нагревании?
9. На чем основано разделение альбуминов и глобулинов?
10. На чем основан метод высаливания белков?

Тема 16. Углеводы

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Углеводы» по разделу «Органические соединения с несколькими функциональными группами»

1. Биологические функции углеводов.
2. Как классифицируются углеводы по количеству мономеров?
3. Чем обусловлено количество стереоизомеров моносахаридов?
4. По каким признакам моносахариды относятся к L- или D- ряду?
5. Какие соединения относятся к олигосахаридам?
6. Укажите, какие углеводы относятся к полисахаридам?
7. Перечислить качественные реакции на углеводы.
8. Перечислить качественные реакции на дисахариды.
9. Перечислить качественные реакции на полисахариды.

Тема 17. Липиды

Контрольные вопросы

1. Классификация липидов в зависимости от выполняемых в организме функций.

2. Какие соединения относятся к простым липидам?
3. Что такое кислотное число?
4. Какие соединения относятся к сложным липидам?
5. Что такое «высыхание» жиров?
6. Какие спирты и кислоты входят в состав восков? Приведите структурные формулы.
7. Проведите алкоголиз 1,3-дипальмитоил-2-стеароилглицерина изобутиловым спиртом.
8. Проведите ферментативный гидролиз 1,2,3-трипальмитоилглицерина.
9. Проведите ацидолиз 1,2-диолеил-3-пальмитоилглицерина стеариновой кислотой (варианты, названия).
10. Проведите переэтерификацию тристеарата и трипальмитата глицерина (варианты, названия).

Тема 18. Элементоорганические соединения

Контрольные вопросы

1. Свойства бороорганических соединений.
2. Свойства кремнийорганических соединений.
3. Свойства металлоорганических соединений.
4. Биологическая роль элементоорганических соединений.
5. Свойства фторорганических соединений.

Рубежный рейтинг. Контрольные вопросы по разделу «Органические соединения с несколькими функциональными группами»

Блок 1

1. Белки. Содержание в органах и тканях.
2. Физико-химические свойства белков.
3. Классификация белков. Растворимость и осаждение белков.
4. Амфотерность и изоэлектрическая точка белков.
5. Высаливание и денатурация, разделение и очистка белков.
6. Номенклатура и классификация белков.
7. Простые и сложные белки. Состав и строение, биологическая роль.
8. Ферменты. Общее понятие о ферментах. Простетические группы, коферменты.
9. Механизм ферментативного катализа.
10. Свойства ферментов как биологических катализаторов.
11. Номенклатура и классификация ферментов. Локализация в живой клетке.

Блок 2

12. Моносахариды. Их строение и важнейшие представители.
13. Олигосахариды. Их строение и важнейшие представители.
14. Полисахариды. Их строение и важнейшие представители.
15. Липиды. Общая характеристика, роль в живых организмах.
16. Простые и сложные липиды. Роль, распределение, химический состав жировой ткани рыб и морских животных.
17. Нуклеиновые кислоты. Состав, элементарное строение и типы нуклеиновых кислот.
18. Витамины. Классификация витаминов.
19. Водорастворимые витамины, их биологическая роль.
20. Жирорастворимые витамины, их биологическая роль.

3.2. Задания для оценивания результатов обучения в виде умений (У) и навыков (владений) (В)

Выполнение лабораторных работ

Лабораторное занятие. Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Приемы работы с лабораторным оборудованием.

Лабораторное занятие. Предельные углеводороды

Лабораторное занятие. Этиленовые углеводороды

Лабораторное занятие. Ацетиленовые углеводороды

Лабораторное занятие. Бензол и его гомологи

Лабораторное занятие. Спирты и фенолы

Лабораторное занятие. Способы очистки органических соединений. Перекристаллизация

Лабораторное занятие. Карбонильные соединения жирного и ароматического ряда

Лабораторное занятие. Карбоновые кислоты

Лабораторное занятие. Синтез сложных эфиров

Лабораторное занятие. Нитро- и аминосоединения

Лабораторное занятие. Очистка органических соединений методом перегонки

Лабораторное занятие. Соединения со смешанными функциями

Лабораторное занятие. Белки

Лабораторное занятие. Углеводы

Лабораторное занятие. Исследовательская задача

4. Перечень вопросов к промежуточной аттестации

1. Теория строения органических соединений Бутлерова. Природа связей в органической химии. Типы химических связей. Ковалентная связь. Полярность ковалентной связи. Понятие о гибридизации атома углерода. Индукционный и мезомерный эффекты.
2. Предельные углеводороды. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Строение метана. sp^3 -гибридизация, σ -связь. Способы получения предельных углеводородов. Химические свойства: реакции галогенирования, нитрования, сульфирования. Радикальный механизм замещения.
3. Галогенпроизводные предельных и непредельных углеводородов. Изомерия, номенклатура. Способы получения моногалогенпроизводных предельных углеводородов: а) из предельных углеводородов, б) из этиленовых углеводородов.
4. Химические свойства моногалогенпроизводных предельных углеводородов: а) взаимодействие с металлическим натрием (реакция Вюрца), б) реакция со спиртовой щелочью. Полярность ковалентной связи. Индукционный эффект.
5. Винил-, аллилгалогениды. Строение. Сравнить реакционную способность винил- и аллилгалогенидов. Алкилгалогениды как алкилирующие средства (взаимодействие алкилгалогенидов с алкоголями, солями карбоновых кислот). Реакции нуклеофильного замещения. Взаимодействие со щелочами и цианидами металлов
6. Этиленовые углеводороды. Изомерия, номенклатура, строение двойной связи, sp^2 -гибридизация. Получение из спиртов и галогенпроизводных. Химические свойства: а) реакция гидрирования; б) присоединение HBr , в) взаимодействие с бромом, г) окисление $KMnO_4$ в щелочной среде, д) реакция гидратации, е) полимеризация. Присоединение галогенводородных кислот по ионному и радикальному механизму. Правило Марковникова с электронной точки зрения.
7. Диеновые углеводороды. Изомерия. Номенклатура. Строение. Понятие о сопряжении. Химические свойства: а) присоединение водорода, галогенводорода, б) реакции сополимеризации. Полимеризация диеновых углеводородов с сопряженными связями. Каучук.
8. Ацетиленовые углеводороды. Изомерия. Номенклатура. Строение тройной связи, sp -гибридизация. Получение из дигалогенпроизводных. Химические свойства: а) водой (реакция Кучерова); б) со спиртами. в) с галогенводородами. Присоединение карбоновых кислот. Синтез гомологов.
9. Бензол. Строение. Признаки ароматичности. Реакции алкилирования и ацилирования бензола. Гомологи бензола.
10. Ароматические соединения. Правила ориентации. Заместители первого и второго рода. Ориентирующее действие заместителей в реакциях электрофильного замещения (нитрование, галогенирование и алкилирование).
11. Гомологи бензола. Номенклатура и изомерия. Получение гомологов бензола по реакции Фриделя-Крафтса. Реакции электрофильного замещения: а) сульфирование, б) нитрование. Химические свойства: а) реакции окисления, б) галогенирование в ядро и боковую цепь.
12. Гомологи бензола. Методы получения. Галогенпроизводные ароматического ряда с галогеном в ядре и в боковой цепи. Методы получения. Сравнение реакционной способности галогенпроизводных с галогеном в ядре и в боковой цепи.

13. Гомологи бензола. Химические свойства. Нитрование в ядро и боковую цепь. Механизм реакций радикального замещения.
14. Одноатомные спирты. Изомерия, номенклатура. Строение. Способы получения: а) из карбонильных соединений, б) из галогенпроизводных. Получение первичных, вторичных и третичных спиртов с помощью реактивов Гриньяра. Химические свойства спиртов. Реакции внутримолекулярной дегидратации. Реакция этерификации. Реакции окисления до карбонильных соединений.
15. Фенол. Строение. Методы получения а) из галогенпроизводных, б) реакцией щелочного плава. Реакции электрофильного замещения. Химические свойства. Образование фенолятов. Реакции гидроксильной группы: алкилирование, ацилирование. Кислотные свойства.
16. Одноосновные карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Изомерия. Номенклатура. Получение: а) по реакции Гриньяра, б) гидролизом нитрилов в) окислением спиртов и альдегидов. Получение а - галогензамещенных кислот. Химические свойства. Кислотные свойства. Взаимодействие карбоновых кислот а) с гидроксидом натрия, б) с пятихлористым фосфором. Получение сложных эфиров, галогенангидридов и амидов кислот.
17. Сложные эфиры карбоновых кислот. Способы получения: а) реакцией этерификации, б) из галогенангидридов кислот. Химические свойства сложных эфиров. Гидролиз сложных эфиров в кислой и щелочной среде. Жиры. Омыление жиров.
18. Хлорангидриды и ангидриды карбоновых кислот. Получение и химические свойства хлорангидридов кислот и ангидридов карбоновых кислот. Ацилирующие агенты.
19. Двухосновные насыщенные карбоновые кислоты. Изомерия, номенклатура. Особенности их химических свойств. Поликонденсация двухосновных карбоновых кислот с двухатомными спиртами. Реакции поликонденсации терефталевой кислоты с двухатомными спиртами. Полиэфиры. Получение нейлона. Отличие реакции поликонденсации от полимеризации.
20. Одноосновные непредельные карбоновые кислоты. Акриловая, метакриловая кислоты. Сложные эфиры непредельных одноосновных карбоновых кислот. Полимеризация сложных эфиров непредельных карбоновых кислот.
21. Присоединение бромистого водорода к пропену и акриловой (пропеновой) кислоте. Объясните порядок присоединения с электронной точки зрения.
22. Ароматические карбоновые кислоты. Методы получения: а) окисление гомологов бензола, б) гидролиз тригалогенпроизводных. Реакции электрофильного замещения: а) галогенирование, б) нитрование. Реакции, характерные для карбоксильной группы. Двухосновные кислоты ароматические кислоты. Получение лавсана.
23. Альдегиды и кетоны. Изомерия, номенклатура. Номенклатура. Получение. Химические свойства: а) реакция восстановления, б) окисление альдегидов, в) взаимодействие с цианистым водородом, с галогенидами фосфора, г) альдольная и кротоновая конденсация. Присоединение водорода. Взаимодействие с реактивами Гриньяра. Взаимодействие с гидразином. Образование ацеталей.
24. Ароматические альдегиды и кетоны. Методы получения. Химические свойства: а) взаимодействие с водородом, с цианистоводородной кислотой, пентахлоридом фосфора, в) конденсация с альдегидами жирного ряда, г) взаимодействие с реактивом Гриньяра.
25. Нитросоединения. Строение нитрогруппы. Реакции получения. Таутомерия. Реакция со щелочью, с азотистой кислотой.
26. Нитропроизводные гомологов бензола с нитрогруппой в ядре и в боковой цепи. Методы получения. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения гомологов бензола.
27. Нитросоединения ароматического ряда. Методы получения. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения: а) галогенирование, б) сульфирование. Влияние нитрогруппы на реакционную способность бензольного кольца в реакциях электрофильного замещения.
28. Амины. Амины, первичные, вторичные, третичные. Изомерия, номенклатура. Получение аминов из алкилгалогенидов, нитросоединений, нитрилов. Основность аминов. Реакции алкилирования и ацилирования. Реакция солеобразования.

29. Ароматические амины. Методы получения. Получение солей диазония. Реакции азосочетания солей диазония с фенолами и замещенными ароматическими аминами. Реакция диазосоединений с выделением азота (с водой, иодидом калия, цианидом меди). Механизм реакции диазотирования. Реакции аминогруппы: алкилирование, ацилирование, солеобразование. Получение солей диазония. Реакции с выделением азота.
30. Ароматические амины. Анилин. Методы получения. Влияние аминогруппы на реакционную способность бензольного кольца в реакциях электрофильного замещения.
31. Соединения со смешанными функциями. Оксикислоты. Поведение при нагревании. Оптическая изомерия. Асимметрический атом углерода. Оптическая активность органических соединений. Оптические антиподы. Проекционные формулы Фишера
32. Аминокислоты. α , β , γ -аминокислоты. Изомерия. Номенклатура. Поведение аминокислот при нагревании. Образование дипептидов. Пептидная связь. Амфотерные свойства. Биполярный ион. Химические свойства.
33. Белки. Строение. Классификация белков. Получение. Физические и Химические свойства.
34. Магнийорганические соединения. Получение. Взаимодействие реактивов Гриньяра а) с альдегидами и кетонами, б) со спиртами и водой.
35. Пятичленные гетероциклические соединения: фуран, тиофен, пиррол. Строение, ароматический характер. Взаимные превращения циклов
36. Пятичленные гетероциклы. Пиррол. Строение. Химические свойства: реакции галогенирования, алкилирования, ацилирования.
37. Пятичленные гетероциклы. Тиофен. Химические свойства: реакции электрофильного замещения.
38. Пятичленные гетероциклы. Фуран. Химические свойства: реакции электрофильного замещения.
39. Шестичленные гетероциклические соединения. Пиридин. Строение. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Основные свойства: а) реакции солеобразования, б) реакции алкилирования.
40. Моносахариды. Таутомерные формы(линейная и циклическая). Химические свойства: а) реакции окисления, б) образование гликозидов. Реакция ацилирования.
41. Дисахариды. Образование восстанавливающих дисахаридов. Мальтоза. Образование невосстанавливающих дисахаридов.
42. Сульфопризводные ароматического ряда. Методы получения. Реакции сульфогруппы. Реакция щелочного плава. Взаимодействие с цианидами металлов.
43. Нафталин. Строение. Химические свойства: а) галогенирование, б) сульфирование. Реакции электрофильного замещения. Образование нафтиламинов. Получение нафтолов.
44. Органические красители. Классификация. Связь между химическим строением органического вещества и его цветом.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

По дисциплине предусмотрены следующие формы контроля качества подготовки:

- текущий (осуществление контроля за всеми видами аудиторной и внеаудиторной деятельности обучающегося с целью получения первичной информации о ходе усвоения отдельных элементов содержания дисциплины);
- промежуточный (оценивается уровень и качество подготовки по конкретным разделам дисциплины).
- контроль самостоятельной работы студента.

Результаты текущего и промежуточного контроля качества выполнения студентом запланированных видов деятельности по усвоению учебной дисциплины являются показателем качества работы обучающегося за время изучения дисциплины.

Итоговый контроль проводится в форме промежуточной аттестации – зачета и экзамена.

Текущий контроль успеваемости предусматривает оценивание хода освоения дисциплины, промежуточная аттестация обучающихся – оценивание результатов обучения по дисциплине, в том числе посредством испытания в форме экзамена.

Оценивание знаний, умений и навыков по учебной дисциплине «Органическая химия» осуществляется посредством использования следующих видов оценочных средств:

- устные опросы;
- индивидуальные устные опросы по разделам (моделям) дисциплины (промежуточный контроль знаний);
- решение заданий в тестовой форме;
- выполнение контрольных работ;
- зачет;
- экзамен.

Опросы

Устные опросы проводятся во время практических занятий и при проведении промежуточного контроля знаний по разделам (модулям) дисциплины.

Вопросы опроса, проводимого во время практических занятий, не должны выходить за рамки объявленной для данного занятия темы. Устные опросы необходимо строить так, чтобы вовлечь в тему обсуждения максимальное количество обучающихся в группе, проводить параллели с уже пройденным учебным материалом данной дисциплины и смежными курсами, находить удачные примеры из современной действительности, что увеличивает эффективность усвоения материала на ассоциациях. Основные вопросы для устного опроса доводятся до сведения студентов на предыдущем практическом занятии.

Индивидуальные устные блиц-опросы (по форме «вопрос-ответ») по разделам (модулям) дисциплины проводятся с целью определения степени усвоения теоретического материала и понятийного аппарата по всему разделу (модулю) дисциплины. Примерный перечень вопросов для индивидуального устного блиц-опроса представлены в рабочей программе дисциплины и доводятся до сведения студентов до начала курса.

При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на методические материалы.

Решение заданий в тестовой форме

Проводится периодически в течение изучения дисциплины. Каждому студенту отводится на тестирование по 1 минуте на каждое задание. Оценка результатов тестирования производится преподавателем, результат выдается немедленно по окончании теста, преподаватель комментирует правильные ответы. До окончания теста студент может еще раз просмотреть все свои ответы на задания и при необходимости внести коррективы. При прохождении тестирования пользоваться конспектами лекций, учебниками, и иными материалами не разрешено.

Выполнение контрольных работ

Выполнение контрольных работ заданий осуществляется на лабораторном занятии по предложенным преподавателям условиям. Задания выполняются индивидуально

Зачет

Промежуточная аттестация по дисциплине завершает изучение курса и проходит в виде зачета. Зачет проводится согласно расписанию зачетно-экзаменационной сессии. До зачета не допускаются студенты, не выполнившие лабораторные работы и не защитившие их, а также не представившие отчеты по выполненным лабораторным работам. Зачет может быть выставлен автоматически по результатам текущего и промежуточного контроля знаний и достижений, продемонстрированных студентом на лабораторных занятиях, при условии успешного выполнения всех требований, предъявляемым к освоению данной дисциплины. Фамилии студентов, получивших зачет автоматически, объявляются в день проведения зачета до начала промежуточной аттестации.

Оценка знаний обучающегося носит комплексный характер и определяется его:

- ответом на зачете;
- оценкой самостоятельной работы;

□ оценками, полученными обучающимися по итогам лабораторных занятий, решением тестовых заданий, опросов и т.д.

Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного рабочей программой.

В случае неудовлетворительного результата испытания назначается день и время повторного (по графику ликвидации задолженностей).

Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора по учебной работе не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением декана факультета.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Экзамен

Промежуточная аттестация по дисциплине «Органическая химия» завершает изучение курса и проходит в виде экзамена. Экзамен проводится согласно расписанию зачетно-экзаменационной сессии. До экзамена не допускаются студенты, не сдавшие хотя бы одну из текущих аттестаций (индивидуальный устный блиц-опрос по разделу дисциплины). Экзамен может быть выставлен автоматически по результатам текущего и промежуточного контроля знаний и достижений, продемонстрированных студентом на практических занятиях, при условии успешного выполнения самостоятельной работы. Фамилии студентов, получивших экзамен автоматически, объявляются в день проведения экзамена до начала промежуточной аттестации.

До начала экзамена все студенты группы размещаются в аудитории по одному человеку за столом. Экзамен принимает лектор. Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 30 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Проведение экзамена состоит из двух этапов:

1. Ответ на теоретические вопросы билета.
2. Ответ на дополнительные вопросы преподавателя по курсу дисциплины.

По итогам всех этапов и результатам текущей успеваемости выставляется итоговая отметка.

Преподаватель вправе повысить получившееся значение, основываясь на результатах текущей успеваемости студента и его работы на практических занятиях. Таким образом, оценка знаний студента на экзамене носит комплексный характер и определяется его:

- ответом на экзамене;
- оценкой самостоятельной работы;
- оценками, полученными обучающимися по итогам практических занятий, решением тестовых заданий, опросов и т.д.

Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного рабочей программой. Результаты прохождения экзамена объявляются всей группе.

В случае неудовлетворительного результата испытания назначается день и время повторного (по графику ликвидации задолженностей). Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением декана факультета.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

их.

Камчатский государственный технический университет

Кафедра «Экология и природопользование»

Саушкина Л.Н.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Лабораторный практикум для обучающихся
очной и заочной форм обучения

Петропавловск-Камчатский

2022

Рецензент:
Чмыхалова В.Б.
к.б.н., доцент, зав кафедрой ТПП
ФГБОУ ВО КамчатГТУ

Саушкина Л.Н.

Органическая химия: Лабораторный практикум для обучающихся очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2022. – 75 с.

Лабораторный практикум составлен в соответствии с требованиями к освоению основных образовательных программ подготовки бакалавров федеральных образовательных стандартов высшего образования. Содержит лабораторные работы, способствующие формированию у обучающихся общепрофессиональных компетенций.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании учебно-методического совета КамчатГТУ (протокол № 7 от 06.04.2022 г.)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ.....	5
ЭТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ.....	7
АЦЕТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ.....	10
БЕНЗОЛ И ЕГО ГОМОЛОГИ.....	12
СПИРТЫ И ФЕНОЛЫ.....	14
КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЖИРНОГО И АРОМАТИЧЕСКОГО РЯДА.....	22
СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ.....	29
КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ.....	33
СИНТЕЗ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ.....	37
ОЧИСТКА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ ПЕРЕГОНКИ.....	44
НИТРО- И АМИНОСОЕДИНЕНИЯ ЖИРНОГО И АРОМАТИЧЕСКОГО РЯДА.....	50
СОЕДИНЕНИЯ СО СМЕШАННЫМИ ФУНКЦИЯМИ.....	58
КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА БЕЛКИ.....	63
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕЛКОВ.....	67
УГЛЕВОДЫ.....	70
ЛИТЕРАТУРА.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий практикум составлен в соответствии с федеральными стандартами и учебными программами по органической химии, органической и биологической химии. В него заложены следующие цели: практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемой дисциплины; овладение техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов; привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой.

При выполнении лабораторных работ студенты должны научиться безопасным приемам обращения с химическими реактивами, приборами и посудой, приобрести навыки в сборке установок для синтеза и анализа органических веществ, в проведении экспериментов и обобщении их результатов, научиться проводить расчеты теоретического выхода продуктов реакции, пользоваться справочной литературой. Материалы практикума знакомят студентов с основными методами выделения, очистки и идентификации органических соединений, формируют представления об их качественном, количественном и функциональном анализе. Закреплению учебного материала способствуют приводимые после каждой темы контрольные вопросы. Знание теории и навыки, полученные в ходе выполнения лабораторных работ, и изучения органической химии, позволят студентам лучше применять их в практической профессиональной деятельности.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

1. Цель работы

Ознакомиться со строением, способами получения и реакционной способностью предельных углеводородов (алканов).

2. Задание

- 2.1. Получить метан в соответствии с методикой, приведённой в разделе 4.
- 2.2. Доказать присутствие метана в продуктах реакции.
- 2.3. Определить отношение метана к бромной воде и окислителям (водному раствору перманганата калия).
- 2.4. Сделать вывод о химической активности углеводородов ряда метана.
- 2.5. Составить отчёт.

3. Теоретическая часть

Простейшим представителем гомологического ряда предельных насыщенных углеводородов с общей формулой C_nH_{2n+2} является метан CH_4 . Атомы углерода в насыщенных углеводородах находятся в первом валентном состоянии (sp^3 -гибридизации).

Изомерия в ряду алканов начинается с четвёртого члена ряда. Для названия углеводородов используют в основном систематическую номенклатуру. Из способов получения важными являются гидрирование непредельных углеводородов; синтез Вюрца; нагревание солей карбоновых кислот с твёрдой щёлочью. Один из способов использован в данной лабораторной работе для получения метана. Характер связей в предельных углеводородах определяет склонность этих соединений к реакциям замещения (нитрование, сульфирование, галогенирование), причём замещение легче всего протекает по третичному углеродному атому, а для получения продуктов реакции с хорошим выходом требуется специфические условия для протекания реакций.

К действию даже сильных окислителей ($KMnO_4$, K_2CrO_4 и др.) насыщенные углеводороды достаточно устойчивы при обычных условиях. Важнейшие представители ряда: метан, этан, пропан, бутан и высшие парафиновые углеводороды.

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Получение метана и определение цвета его пламени.

В сухую пробирку поместить смесь равных количеств обезвоженного уксуснокислого натрия и натронной извести, содержащий едкий натр, на высоту не более 20 мм. Пробирку закрыть пробкой с газоотводной трубкой и в горизонтальном положении нагревать в пламени спиртовки. Опишите свои наблюдения.

Выделяющийся из отверстия газоотводной трубки в процессе реакции метан поджечь. Почему метан горит почти бесцветным пламенем?

Напишите химическую реакцию получения метана из углекислого натрия и натронной извести.

Опыт 2. *Отношение метана к бромной воде и водному раствору перманганата калия.*

Не прекращая нагрева реакционной смеси в пробирке, опустить конец газоотводной трубки в пробирку с заранее приготовленным раствором марганцовокислого калия (5 капель 0,1 н. KMnO_4 и 2 мл воды), а затем последовательно опустить конец трубки в другую пробирку с 2 мл бромной воды.

Объясните, почему не наблюдается обесцвечивание растворов бромной воды и перманганата калия?

Опыт 3. *Доказательство образования карбоната в продуктах реакции при получении метана в опыте 1.*

После прекращения выделения метана пробирку охладить до комнатной температуры и добавить к продуктам реакции 1–5 капель концентрированного раствора соляной кислоты. Пробирку закрыть пробкой с газоотводной трубкой и конец её опустить в пробирку с насыщенным раствором баритовой воды.

Какой газ выделяется в процессе реакции, и почему наблюдается помутнение раствора баритовой воды?

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Гомологический ряд предельных углеводородов. Общая формула, sp^3 гибридизация углеродного атома, σ -связь.

5.2. Написать структурные формулы изомерных углеводородов состава C_7H_{16} , главная цель которых состоит из пяти углеродных атомов, и назвать их по систематической номенклатуре.

5.3. Для углеводорода 3-этилгексана составить формулы гомолога - и одного изомера. Соединения назвать.

5.4. Из каких галогеналкилов можно получить 3,4-диметилгексан реакцией Вюрца? Какой галогеналкил наиболее целесообразно применить в этом случае?

5.5. Получить 3-этилпентан гидрированием непредельного углеводорода и провести для него реакцию Коновалова.

5.6. Используя натриевую соль соответствующей карбоновой кислоты, получить 2-метилгексан. Попробуйте полученный углеводород.

ЭТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

1. Цель работы

Ознакомиться со строением, способами получения и реакционной способностью этиленовых углеводородов (алкенов).

2. Задание

- 2.1. Получить этилен и отметить характер его горения.
- 2.2. Изучить отношение этилена к окислителям.
- 2.3. Сделать вывод о химической активности углеводородов ряда этилена.
- 2.4. Составить отчет.

3. Теоретическая часть

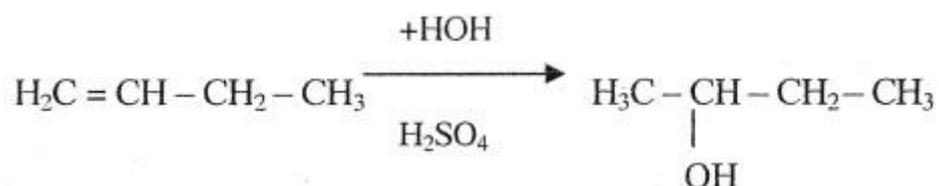
Алкены, или олефины – алифатические непредельные (ненасыщенные) углеводороды, в молекулах которых между углеродными атомами имеется одна двойная связь.

Алкены образуют гомологический ряд с общей формулой C_nH_{2n} . Простейшим представителем этого ряда является этилен. Этилен $H_2C = CH_2$ и его гомологи имеют общую формулу C_nH_{2n} . По названию первого представителя ряда – этилена – такие углеводороды называют этиленовыми.

Структурной особенностью алкенов является наличие у них по мимо обычной линейной изомерии еще и другого вида изомерии – геометрической (цис-транс изомерии). Цис-транс изомеры отличаются расположением заместителей относительно плоскости двойной связи и физическими свойствами.

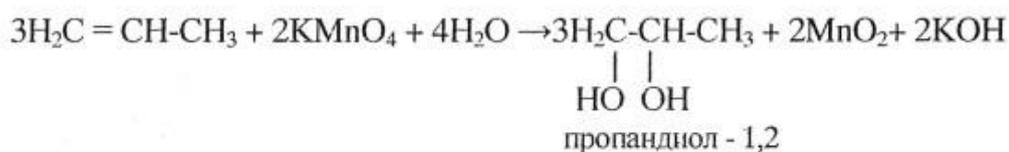
В этиленовых углеводородах атомы углерода находятся во втором валентном состоянии (sp^2 -гибридизация). π -связь, входящая в состав двойной связи вместе с σ -связью, значительно слабее последней и легко разрывается в химических реакциях.

Для алкенов характерны реакции присоединения по месту разрыва двойной связи, реакции окисления и полимеризации. Этиленовые углеводороды легко присоединяют галогены, водород, галогенводороды, воду (в присутствии серной кислоты). Для несимметричных алкенов реакции присоединения идут по правилу Марковникова (в случае присоединения к непредельным соединениям веществ, содержащих водород, последний присоединяется к наиболее гидrogenизированному углеродному атому, а гидроксильная группа или атом галогена – к менее гидrogenизированному). Например, бутен-2 при гидратации образует вторичный спирт бутанол-2:

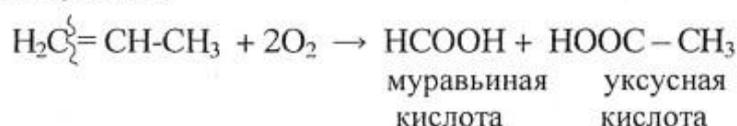


Окисление, в зависимости от условий протекания реакции, приводит к образованию двухатомных спиртов (водный раствор KMnO_4 – мягкие условия) или карбоновых кислот (окисление KMnO_4 в присутствии серной кислоты или хромовой смесью – жесткие условия). Например:

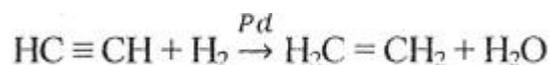
(мягкие условия)



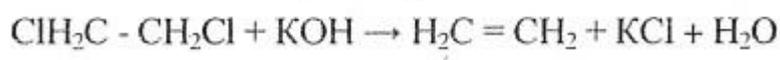
(жесткие условия)



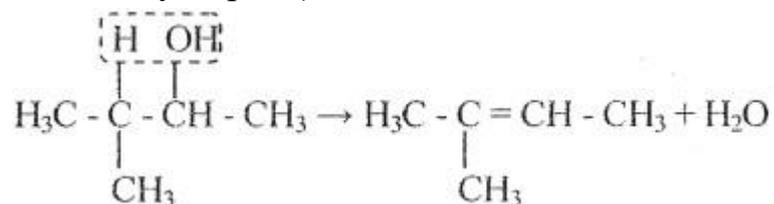
Получать алкены можно реакцией: а) гидрирования ацетиленовых углеводородов в присутствии катализатора (Pd)



б) отщепления галогенводорода от галогеналкила при действии на них спиртового раствора щелочи



в) дегидратации спиртов, причем в таких реакциях отщепление водорода идет по правилу Зайцева (водород отщепляется от наименее гидрогенизированного атома углерода).



3-метилбутанол-2

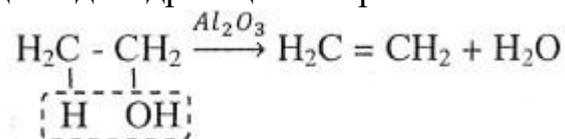
2-метилбутен-2

Практическое значение имеют этилен, пропилен, бутилен.

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Получение этилена и определение цвета его пламени.

Получите этилен реакцией дегидратации спирта



В пробирку а, согласно рисунка 1, поместите 1 мл этилового спирта, 2 мл концентрированной серной кислоты и добавьте несколько крупинок оксида алюминия Al_2O_3 (катализатора процесса дегидратации спирта), пробирку плотно закройте пробкой с газоотводной трубкой, и осторожно нагрейте жидкость в пламени спиртовки, не допуская бурного кипения.



Рис.1. Прибор для получения газа в лабораторных условиях

Выделяющийся этилен на выходе из газоотводной трубки подожгите. Как отличается по цвету пламя этилена от пламени метана?

Вычислите массовую долю углерода в этилене.

Опыт 2. Взаимодействие этилена с бромной водой.

В пробирку б поместите 2 мл бромной воды и опустите в нее конец газоотводной трубки как показано на рисунке 1.

Происходит ли обесцвечивание бромной воды?

Составьте уравнение реакции взаимодействия этилена с бромом.

Опыт 3. Окисление этилена водным раствором перманганатом калия.

В пробирку б поместить 5 капель 0,1 н. раствора KMnO_4 и 2 мл воды. Через полученный раствор пропустите этилен. Почему происходит обесцвечивание раствора перманганата калия? Составьте уравнение протекающей реакции.

5. Содержание отчета

Отчет составляется с указанием цели и задания. В отчете описываются проведенные опыты, наблюдаемые явления, составляются уравнения протекающих реакций.

На основании проведенных опытов и методической проработки теоретического материала составьте вывод о взаимосвязи строения этиленовых углеводородов и их реакционной способности.

6. Вопросы для самоконтроля

- 6.1. Какие углеводороды называют этиленовыми?
- 6.2. В чем отличие sp^2 -гибридизации от sp^3 -гибридизации?
- 6.3. Какие виды структурной изомерии характерны для алкенов. Напишите структурные формулы изомеров для алкенов: а) C_6H_{12} ; б) C_7H_{14} . Все соединения назовите.
- 6.4. Расскажите о способах получения этилена;
- 6.5. Напишите уравнения реакций углеводорода 2-метилпропена со следующими веществами: а) водородом; б) бромом; в) хлороводородом. Продукты реакции назовите.
- 6.6. Составьте структурные формулы изомерных углеводородов состава C_5H_{10} и назовите их по систематической номенклатуре. Какие из них способны к цис-транс изомерии?
- 6.7. Углеводород 2-метилбутен-2 окислите раствором перманганата калия в жестких и мягких условиях. Продукты окисления назовите.
- 6.8. Приведите примеры реакций с использованием правил Марковникова и Зайцева.

АЦЕТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

1. Цель работы

Ознакомление со строением, способами получения и реакционной способности ацетиленовых углеводородов (алкинов).

2. Задание

- 2.1. Получить ацетилен из карбида кальция и отметить характер горения ацетилена.
- 2.2. Изучить отношение ацетилена к бромной воде.
- 2.3. Провести реакцию ацетилена с водным раствором перманганата калия.
- 2.4. Получить ацетиленид меди.
- 2.5. Доказать присутствие гидроксида кальция при образовании ацетилена из карбида кальция.
- 2.6. Сделать вывод о химической активности углеводородов ряда ацетилена.
- 2.7. Составить отчет о проделанной работе.

3. Теоретическая часть

Углеводороды ряда ацетилен (алкины) образуют гомологический ряд с общей формулой C_nH_{2n-2} . Изомерия в ряду алкинов определяется строением углеродного скелета и положением тройной связи в цепи. В алкинах атомы углерода находятся в третьем валентном состоянии (sp -гибридизация). Две π -связи, в ацетилен присоединяет водород, галогены, галогенводороды, воду. Однако присоединение воды протекает специфически, в присутствии солей (реакция Кучерова) и приводит к образованию карбонильных соединений. Из ацетилена, например, образуется уксусный альдегид.

Водород при атомах углерода тройной связи обладает повышенной подвижностью и способен замещаться на атомы металла. Реакцию с аммиачным раствором полухлористой меди можно использовать для качественного определения в продуктах реакции алкинов с конечной тройной связью.

Получают ацетилен либо крекингом метана, либо разложением водой карбида кальция. Гомологи ацетилена получают из ацетилена через промежуточную стадию метилирования.

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. *Получение ацетилена и определение характера его пламени.*

В пробирку (а), согласно рисунка 1, поместить небольшой кусочек карбида кальция и добавить 10 капель воды. Отверстие закрыть пробкой с газоотводной трубкой и поджечь ацетилен на выходе из трубки. Чем объяснить, что в отличие от метана ацетилен горит желтым пламенем? Составьте уравнение получения ацетилена из карбида кальция и воды.

Опыт 2. *Взаимодействие ацетилена с бромной водой*

Опустить конец газоотводной трубки (рис. 1) в пробирку с 2 мл бромной воды. Как по сравнению с этиленом протекает обесцвечивание бромной воды? Составить уравнение протекающей реакции.

Опыт 3. *Окисление ацетилена водным раствором перманганата калия*

Опустить конец газоотводной трубки (рис. 1) в пробирку с 5 каплями 0,1 н. раствора перманганата калия и 2 мл воды. Происходит ли обесцвечивание раствора перманганата калия? Написать уравнение протекающей реакции.

Опыт 4. *Получение ацетиленида меди*

Смочить бесцветным аммиачным раствором Cu_2Cl_2 полоску фильтровальной бумаги и опустить на край пробирки (а), согласно рисунка 1. Ацетилен при взаимодействии с раствором полухлористой меди окрашивает полоску фильтровальной бумаги в характерный (какой) цвет. Написать уравнение протекающей реакции. Объяснить, почему при добавлении в пробирку (а),

согласно рисунка 1, с продуктами реакции происходит малиновое окрашивание ее содержимого.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Гомологический ряд ацетиленовых углеводородов, особенности гибридизации углеродных атомов в третьем валентном состоянии.

5.2. Для углеводорода 2-метил-3 пентина составить структурные формулы изомера и одного гомолога.

5.3. Рядом последовательных операций из метилацетилена получить 2-пентин. Какой качественной реакцией можно отличить 2-пентин от пропина?

5.4. В условиях реакции Кучерова провести гидролиз 1-бутина. Сравнить с гидролизом 1-бутена.

5.5. Чем определяется разница в характере пламени при горении метана, этилена и ацетилена?

БЕНЗОЛ И ЕГО ГОМОЛОГИ

1. Цель работы

Изучение реакционной способности углеводороды ароматического ряда.

2. Задание

2.1. Получить бензол из бензойнокислого натрия.

2.2. Изучить физические свойства бензола.

2.3. Изучить отношение бензола к бромной воде.

2.4. Изучить отношение бензола и его гомологов к действию окислителей.

2.5. Сделать выводы и составить отчет.

3. Теоретическая часть

Бензол и его гомологи составляют класс простейших ароматических углеводородов с одним бензойным кольцом. Общая формула C_nH_{2n-6} (при $n \geq 6$). Молекула бензола плоская и представляет собой равносторонний шестиугольник. Порядок связи в молекуле 1,67. Бензол в воде нерастворим, молекула бензола неполярна. При высокой неопределенности связей бензол легче вступает в реакции замещения, чем в реакции присоединения по кольцу. Он достаточно устойчив к обычным окислителям, и только при наличии в кольце алкильных радикалов ароматические углеводороды подвергаются реакциям окисления, но лишь по боковой цепи.

Особенности химического поведения ароматических углеводородов связаны с особенностями электронного строения бензольного кольца. Все шесть атомов

углерода в кольце связаны между собой атомами водорода σ -связями, которые находятся в одной плоскости, в состоянии sp^2 -гибридизации. У каждого углеродного атома остается по одному свободному p -электрону. Оси гантелеподобных орбиталей p -электронов строго параллельны между собой и расположены под прямым углом к плоскости σ -связи. Эти орбитали, перекрываясь по кольцу ниже и выше плоскости σ -связи, образуют идеально сопряженную систему связей. Это создает высокую устойчивость бензольного кольца.

Реакции присоединения по одной двойной связи, или воздействие окислителей нарушили бы сопряжение системы, что для бензольного кольца энергетически невыгодно.

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Получение бензола из бензоата натрия.

В пробирку (а), согласно рисунку 1, поместить смесь равных по массе частей бензойнокислого натрия натронной извести на высоту до 10 мм. Закрывать газоотводной трубкой, конец трубки опустить в пробирку (б) с «нитрующей смесью» (по 2 капли концентрированных серной и азотной кислот). Осторожно нагреть пробирку (а) в пламени спиртовки.

При появлении над слоем кислот темной капли нитробензола нагревание прекратить, удалить газоотводную трубку из пробирки (б).

Внести в пробирку (б) 8–10 капель воды, чтобы разделить «нитрующую смесь». Взболтать смесь.

Напишите химическую реакцию нитрования бензола.

Опыт 2. Физические характеристики бензола

В сухую пробирку поместить 1 мл бензола, добавить к нему по каплям примерно 0,5 мл воды. Перемешать содержимое пробирки, дать слоям отстояться, и определите рН раствора.

Охарактеризуйте физические свойства бензола на основе проведенного опыта.

Опыт 3. Отношение бензола к бромной воде

В пробирку с 5 каплями бромной воды добавить 10 капель бензола и смесь встряхнуть. Объясните причину обесцвечивания нижнего водного слоя и окрашивания бензольного слоя в желтый цвет?

Имеет ли место присоединение брома из бромной воды по месту двойных связей в молекуле бензола, как это имеет место в случае этилена?

Что можно сказать об условиях бромирования бензола путем замещения атома водорода бромом с выделением бромистого водорода?

Опыт 4. Отношение бензола и его гомологов к окислителям

В пробирку с 10 каплями воды добавить 2 капли 0,1 н. раствора перманганата калия и 2 капли 2 н. раствора серной кислоты. К полученному розовому раствору прилить 4 капли бензола и содержимое пробирки встряхнуть. Происходит ли обесцвечивание раствора?

Аналогичный опыт проведите для толуола, но при этом осторожно нагревайте содержимое пробирки над пламенем спиртовки. Чем объясняется постепенное обесцвечивание розового раствора и выделение на стенках пробирки коричневого цвета?

Приведите схему реакции и сделайте вывод об отношении бензола и его гомологов к окислителям.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. В чем состоят особенности строения ароматического кольца?

5.2. Почему ароматические углеводороды мало склонны к реакциям присоединения по кратным связям?

5.3. Осуществите бромирование толуола в ядро и боковую цепь. Укажите условия протекания реакций замещения.

5.4. Какие способы используют для получения углеводородов ряда бензола?

СПИРТЫ И ФЕНОЛЫ

1. Цель работы

Ознакомиться со строением, способами получения и реакционной способностью спиртов и фенолов.

2. Задание

2.1. Изучить свойства спиртов.

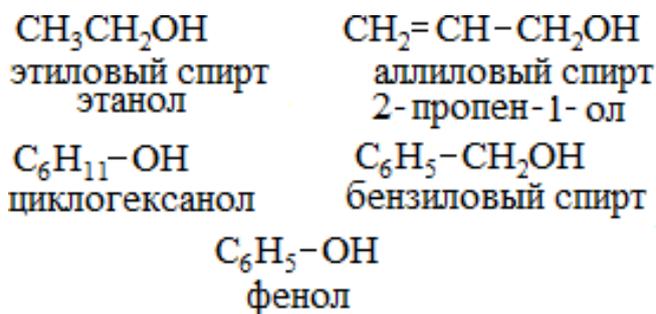
2.2. Познакомиться с реакционной способностью фенолов.

2.3. На опытном и литературном материале обобщить свое представление о строении, номенклатуре, способах получения и химической активности спиртов и фенолов. Отметить сходство и различие в их реакционной способности.

3. Теоретическая часть

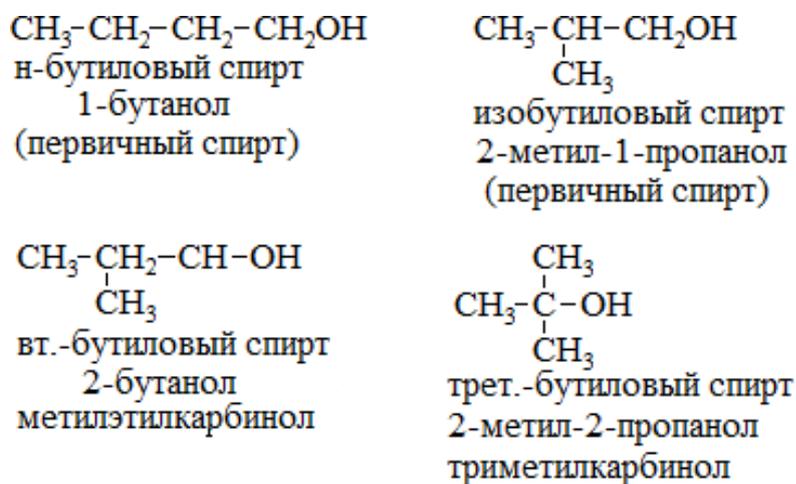
Производные углеводородов, содержащие в молекуле одну или несколько гидроксогрупп (-ОН), называются спиртами или алкоголями. Гидроксильная группа является функциональной в молекуле спирта. По характеру углеводородного радикала различают спирты алифатические (насыщенные и непредельные), алициклические и ароматические. Особую группу составляют

фенолы, гидроксильная группа которых непосредственно связана с ароматическим кольцом в отличие от ароматических спиртов.

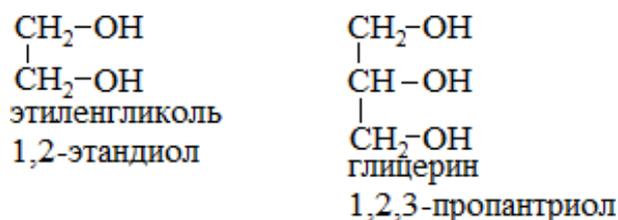


Из всех гидроксилсодержащих соединений наибольшее значение имеют предельные одноатомные спирты и фенолы.

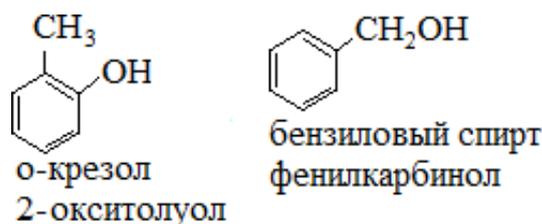
При наименовании отдельных спиртов широко используют тривиальные названия: древесный спирт CH_3OH , винный спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. По рациональной номенклатуре спирты с прямой углеродной цепочкой называют по наименованию радикала, а с разветвленной – как производные простейшего спирта – карбинола. По международной номенклатуре к названию углеводорода добавляют окончание – ОЛ и минимальной цифрой указывают ее положение в цепи. По характеру углеводородного радикала различают первичные, вторичные и третичные спирты. Изомерия спиртов связана со строением радикала и положением гидроксильной группы. Так спирты с общей формулой $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ имеют 4 изомера:



Для наименования многоатомных спиртов к окончанию – ол прибавляют приставку – ди, три и т. д. по числу гидроксильных групп в спирте, положение последних указывают цифрами:

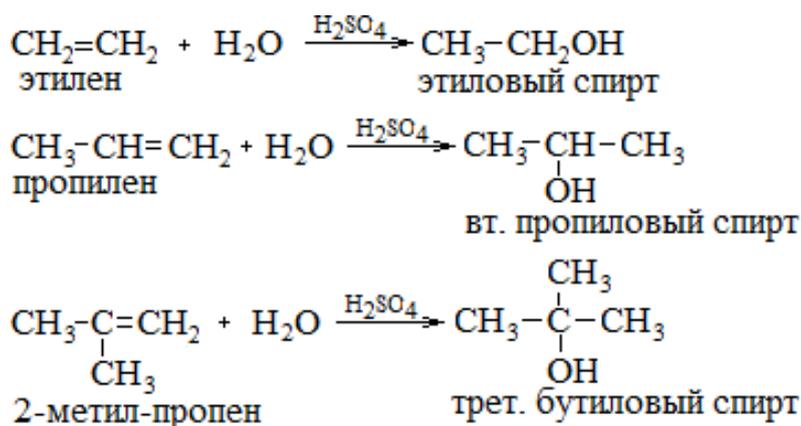


Изомерия фенолов связана с различным положением в ароматическом кольце гидроксильных групп. Фенолы, кроме того, могут быть изомерны ароматическим спиртам:

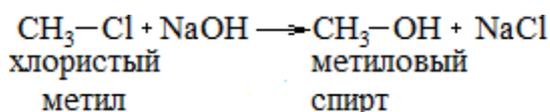


Получают спирты преимущественно гидратацией алкенов в присутствии серной кислоты, либо щелочным гидролизом галогеналкилов.

Гидратация алкенов протекает в соответствии с правилом Марковникова. Из этилена получают этанол – первичный спирт, а из других гомологов – вторичные и третичные спирты:

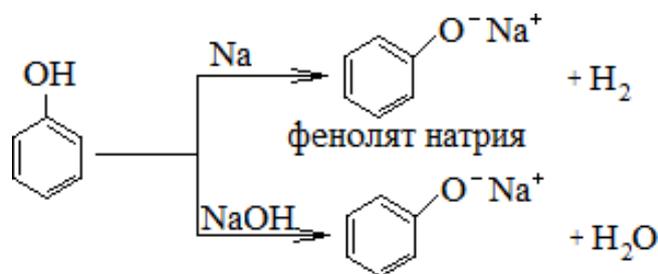


При взаимодействии водного раствора щелочи с галогеналкилами получают спирты с хорошим выходом, причем легче всего замещается атом галогена, расположенный у первичного углеводного атома. Например:



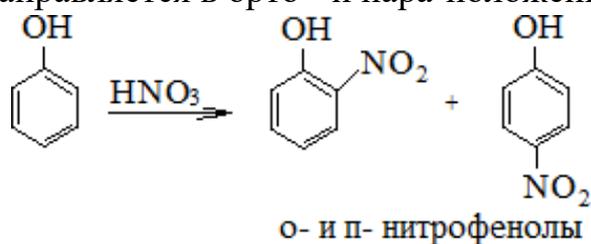
Спирты также можно получать восстановлением в присутствии никеля оксосоединений, причем первичные спирты образуются из альдегидов, вторичные – из кетонов.

Фенол получают главным образом или из бензолсульфокислот или парофазным каталитическим гидролизом хлорбензола. Гидролиз протекает в присутствии солей меди при повышенном давлении:

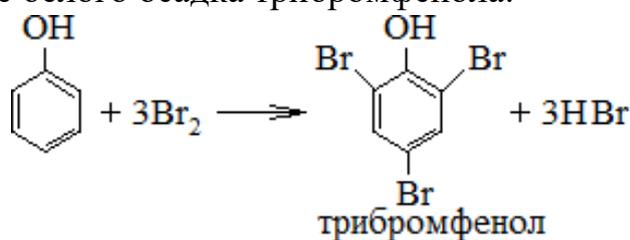


Феноляты легко вступают в реакции с галогеналкилами и хлорангидридами. Труднее идут реакции с заменой гидроксильной группы в молекуле фенола по сравнению со спиртами.

Фенолы легко сульфатируются, галогенируются и нитруются. Гидроксильная группа – заместитель 1 рода, поэтому реакции электрофильного замещения идут легко, и заместитель направляется в орто - и пара-положения. Например:



При взаимодействии фенола с бромной водой имеет место обесцвечивание раствора и выпадение белого осадка трибромфенола:



Для качественного открытия фенолов служит реакция с хлорным железом. В случае фенола появляется интенсивное фиолетовое окрашивание за счет образования окрашенного соединения $\text{C}_6\text{H}_5\text{OFe}^{+2}\text{Cl}_2$. Цветные продукты дают и многоатомные фенолы: резорцин – фиолетовое, пирокатехин – зеленое, гидрохинон – зеленое, переходящее в желтое, пирогаллол – красное.

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Обнаружение присутствия воды в спирте

В сухую пробирку поместить несколько кристалликов порошка безводной сернокислой меди и добавить 4 капли этилового спирта, ректификата. Смесь встряхнуть и слабо нагреть на пламени спиртовки.

О чем говорит окрашивание осадка сернокислой меди в синий цвет? Можно ли таким способом обезвоживать спирт?

Опыт 2. Растворимость спиртов в воде

В сухие три пробирки поместить по 2 капли этилового, пропилового и изоамилового спиртов и добавить по 3–5 капель воды в каждую, содержимое пробирок встряхнуть и дать отстояться. Проверить растворы спиртов на фенолфталеин.

В пробирку со смесью изоамилового спирта и воды добавить 1 каплю водного раствора йода в йодистом калии и взболтать.

Чем объяснить окрашивание в желтый цвет спиртового слоя? Сделать вывод о растворимости спиртов в воде.

Опыт 3. Образование и гидролиз алкоголятов

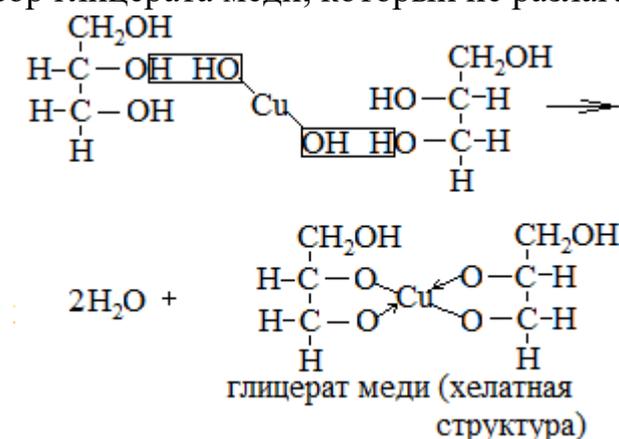
В сухую пробирку поместить маленький кусочек металлического натрия, добавить 5 капель этилового спирта и закрыть пробирку пальцем. О чем говорит появление хлопка при поднесении зажженной спички к отверстию пробирки? Беловатый осадок этилата натрия растворить в 5 каплях воды и капнуть 1–2 капли фенолфталеина. Почему появляется малиновое окрашивание раствора?

Составить уравнение протекающих реакций. Сделать вывод о кислотных свойствах спиртов.

Опыт 4. Взаимодействие глицерина с гидроксидом меди (II)

В две пробирки поместить по 5 капель 0,2 Н раствора сульфата меди $CuSO_4$ и по 5 капель 2 н. раствора едкого натра $NaOH$. Одну из пробирок нагреть, при этом студенистый осадок гидроксида меди разлагается с образованием черного осадка оксида меди.

Во вторую пробирку перед кипячением добавить 2 капли глицерина. При взбалтывании осадок гидроксида меди $Cu(OH)_2$ растворяется и образуется темно – синий вязкий раствор глицерата меди, который не разлагается при кипячении:



Глицерин растворяет гидроксид меди только в щелочной среде.

Составить уравнения образования гидроксида меди и его разложения при нагревании. Что можно сказать об отношении хелатного соединения меди к нагреванию и о кислотных свойствах глицерина по сравнению с одноатомными спиртами?

Опыт 5. Окисление этилового спирта оксидом меди

В сухую пробирку поместите 4 капли этилового спирта. Держа спираль из медной проволоки пинцетом, нагреть ее в пламени спиртовки до появления черного налета оксида меди. Еще горячую спираль опустить в пробирку с этиловым спиртом. Почему черная поверхность спирали вновь становится золотистой?

В пробирку с 3 каплями фуксинсернистой кислоты внести пипеткой 1 каплю полученного раствора. Появление розово-фиолетового окрашивания говорит о наличии в продуктах реакции альдегида (цветная реакция на альдегид), а характерный запах яблок свидетельствует в пользу образования уксусного альдегида.

Составить уравнение окисления этилового спирта оксидом меди. Объяснить механизм реакции.

Опыт 6. Получение диэтилового эфира.

В сухую пробирку внести 2 капли этилового спирта и 2 капли концентрированной серной кислоты. Смесь осторожно нагреть на спиртовке до побурения раствора. К горячей смеси очень осторожно добавить еще 2 капли спирта. Ощущается характерный запах диэтилового эфира.

Написать уравнение образования диэтилового эфира из этилового спирта. Какой другой продукт может образоваться при дегидратации спирта при более высокой температуре и недостатке спирта?

Опыт 7. Получение фенолята натрия

Приготовить насыщенный раствор фенола путем смешивания в пробирке 2 капель жидкого фенола с 2 каплями воды. Образуется мутная жидкость – эмульсия фенола. После отстаивания эмульсия расслаивается: верхний слой – раствор фенола в воде, нижний – раствор воды в феноле. Растворимость фенола в воде несколько увеличивается при нагревании.

В пробирку с раствором фенола добавить 2 капли 2 н. раствора едкого натра. Немедленно образуется прозрачный раствор фенолята натрия, т. к. он хорошо растворяется в воде.

Составить уравнение протекающей реакции. Сравнить кислотные свойства фенолов и простейших спиртов.

К прозрачному раствору фенолята натрия добавить 1 каплю 2 н. раствора соляной кислоты и обнаружить выделение свободного фенола в виде эмульсии. Составить уравнение протекающей реакции и уравнение гидролиза фенолята натрия. Какая среда создается при гидролизе фенолята натрия? Что можно сказать о феноле как о кислоте: сильная или слабая кислота?

Опыт 8. Реакция с бромной водой

В три пробирки наливают по 1 мл водных растворов фенола, α - и β -нафтолов (растворение нафтолов проводят в 5%-ном растворе карбоната натрия) и

постепенно по каплям приливают бромную воду. Наблюдают образование осадков.

Опыт 9. Получение трибромфенола

В пробирку поместить 4 капли свежеприготовленной бромной воды и добавить 2 капли водного раствора фенола. Что представляет собой белый рыхлый осадок, выпадающий на дно пробирки? Объяснить механизм протекающей реакции.

Опыт 10. Реакция фенолов с хлорным железом

В одну пробирку поместить 2 капли насыщенного раствора фенола, а в другую – 2 капли 1%-ного раствора пирокатехина. В каждую из пробирок добавить по 1 капле 0,1 н. раствора хлорного железа $FeCl_3$. Какое окрашивание появляется в каждой из пробирок? Какой окрашенный ион обуславливает качественное открытие фенолов (одноатомных, двухатомных)? Составить уравнение взаимодействия фенола с хлорным железом.

5. Содержание отчета

Отчет составляется с указанием цели, задания. Описываются проведенные опыты, наблюдаемые явления, составляются уравнения реакций. Частные заключения по отдельным опытам сводятся в общий вывод о реакционной способности спиртов и фенолов.

6. Вопросы для самоконтроля

6.1. Общая формула спиртов. Характер радикалов, связанных гидроксогруппой. Ароматические спирты.

6.2. Первичные, вторичные и третичные спирты. Привести примеры: первичного непредельного; вторичного ароматического; третичного предельного одноатомного;

6.3. Спирты одноатомные, двухатомные и многоатомные. Привести по примеру каждого.

6.4. Номенклатура и изомерия спиртов на примере соединений с общей формулой $C_5H_{11}OH$; $C_4H_8(OH)$; $C_6H_5C_2H_5O$.

6.5. Привести примеры реакций, протекающих по гидроксильной группе спиртов.

6.6. Какие продукты могут быть получены при нагревании спирта в присутствии водоотнимающих средств (H_2SO_4)?

6.7. Что такое «реакция этерификации»? Условия ее протекания.

6.8. Чем можно объяснить устойчивость глицерата меди к нагреванию?

6.9. В двух пробирках находятся растворы изомерных спиртов с общей формулой C_3H_7OH . Какой реакцией можно различать эти спирты по запаху образующихся конечных продуктов реакций?

6.10. Атомность фенолов. Кислотный характер фенолов.

6.11. Почему фенол галогенируется легко и легко нитруется в отличие от бензола.

6.12. Какой качественной реакцией можно обнаружить присутствие фенола?

КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЖИРНОГО И АРОМАТИЧЕСКОГО РЯДА

1. Цель работы

Ознакомление со строением, способами получения и реакционной способностью карбонильных соединений.

2. Задание

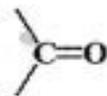
2.1. Изучить качественные реакции альдегидов и кетонов.

2.2. Оценить химическую активность карбонильных соединений жирного и ароматического ряда в реакции с бисульфитом натрия.

2.3. На опытном и литературном материале обобщить свое представление о строении, номенклатуре, способах получения и реакционной способности альдегидов и кетонов.

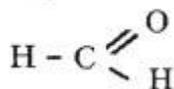
3. Теоретическая часть

Альдегидами и кетонами называют соединения, содержащие в молекуле одну или более карбонильных групп

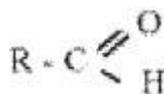


Карбонильная группа иногда называется оксогруппой, поэтому эти соединения часто называют оксосоединениями или карбонильными соединениями.

Если карбонильная группа связана с одним радикалом и водородом, то такие соединения называются альдегидами. Исключением является муравьиный альдегид (формальдегид), у которого карбонильная группа связана с двумя атомами водорода



Общая формула альдегидов:

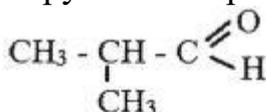


Соединения, в которых карбонильная группа связана с двумя радикалами, называют кетонами.

Общая формула кетонов: $R - CO - R'$.

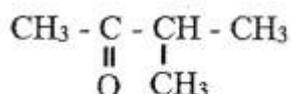
В зависимости от характера радикалов, связанных с карбонильной группой альдегиды и кетоны могут быть предельными, непредельными и ароматическими.

Альдегиды часто называют по наименованию кислот, в которые они превращаются при окислении. По рациональной номенклатуре (РН) при наименовании альдегидов с радикалами сложного строения (изостроения) их рассматривают как производные уксусного альдегида. По международной номенклатуре (МН) в основе названия альдегидов и кетонов лежит название углеводорода с тем же числом углеродных атомов с добавлением суффикса - аль, нумерацию начинают с альдегидной группы. Например,



Изомаляный альдегид
Диметилуксусный альдегид (РН)
Метлпропаналь (МН)

При названии кетонов используют как рациональную, так и систематическую номенклатуру. По рациональной номенклатуре вначале называют радикалы, связанные с карбонильной группой, а затем добавляют слово кетон. По систематической номенклатуре к названию предельного углеводорода добавляют суффикс - он с указанием места карбонильной группы. Например,



Метилизопропилкетон (РН)
3-метилбутанон-2 (МН)

Некоторые кетоны имеют тривиальные названия, например, диметлкетон (пропанон) называют ацетоном.

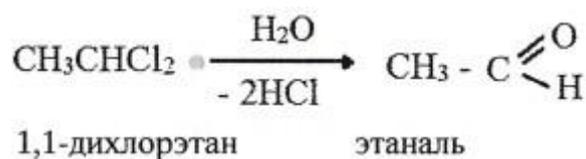
Изомерия альдегидов и кетонов обусловлена строением углеводородных радикалов, связанных с карбонильной группой. А в случае с кетонами – еще и положением этой группы в углеводородной цепи.

Альдегиды и кетоны получают:

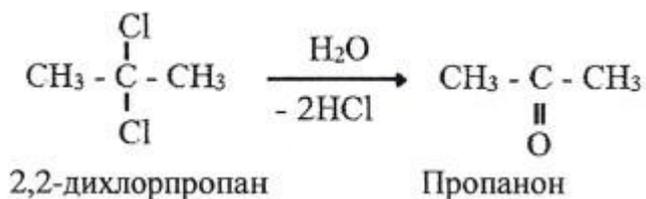
1. Окислением (дегидрированием) спиртов. При окислении первичных спиртов образуются альдегиды, при окислении вторичных – кетоны. Например,



2. Гидролизом дигалогенпроизводных. При гидролизе дигалогенпроизводных с галогенами у крайнего углеродного атома можно получить альдегиды. Например,

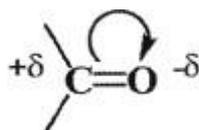


Если два галогена находятся у одного из средних атомов углерода, то гидролиз таких дигалогенпроизводных приводит к образованию кетонов. Например,



Из других способов получения оксосоединений следует назвать разложение кальциевых солей органических кислот и гидролиз ацетилен и его гомологов.

Альдегиды и кетоны жирного ряда отличаются большой реакционной способностью. Причём альдегиды химически активнее кетонов. Высокая активность оксосоединений связана с наличием в их молекуле $-\text{C}(\text{O})-$ группы и особенностями её строения. В карбонильной группе связь между атомами С и О осуществляется двумя парами электронов и состоит из σ - и π -связей. Вследствие большей электроотрицательности атома кислорода электронная плотность π -связи смещена в его направлении:

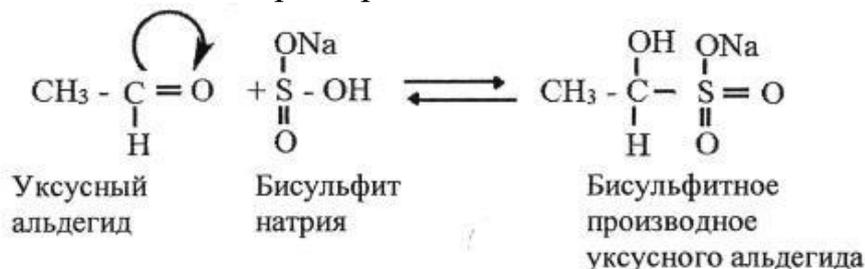


В результате этого у атома кислорода карбонильной группы создаётся повышенная электронная плотность, а у атома углерода её недостаток. Атом углерода карбонильной группы приобретает электрофильные свойства и

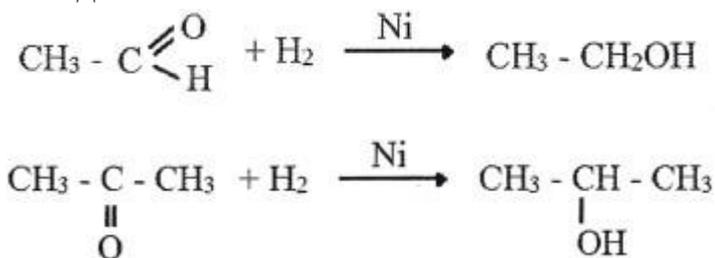
атакуется нуклеофилами. Нуклеофильное присоединение - наиболее характерная реакция карбонильных соединений.

Типичными примерами таких реакций могут служить реакции с синильной кислотой HCN или бисульфитом (гидросульфитом) натрия NaHSO₃.

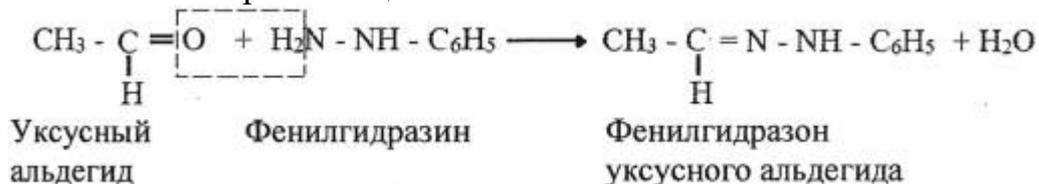
Реакция с бисульфитом натрия используется для количественного определения альдегидов и кетонов, т.к. при реакции образуется бисульфитное производное кристаллического характера:



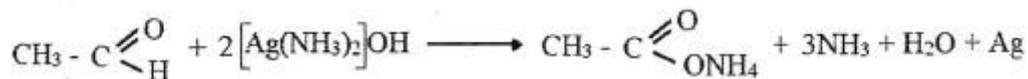
Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов может также служить примером реакций присоединения:



В реакциях замещения альдегиды и кетоны обменивают атом кислорода на другие атомы. Подобным образом протекают реакции с пятихлористым фосфором PCl₅, гидроксиламином NH₂OH, гидразином NH₂-NH₂ и его производными. Фенилгидразин образует с оксосоединениями кристаллические продукты с характерными температурами плавления. Динитропроизводные фенилгидразина окрашены в желтый или красный цвет.

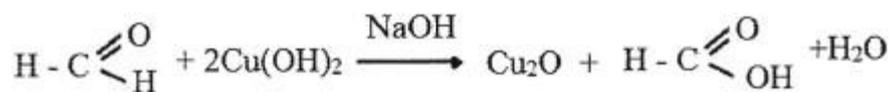


Окисление альдегидов протекает легко даже под действием слабых окислителей, при этом образуются одноосновные органические кислоты:



Окисление альдегидов аммиачным раствором окиси серебра – качественная реакция на альдегиды, которая получила название реакции «серебряного зеркала».

Качественной реакцией на альдегиды также является реакция с Фелинговой жидкостью и щелочным раствором гидроксида меди двухвалентной:

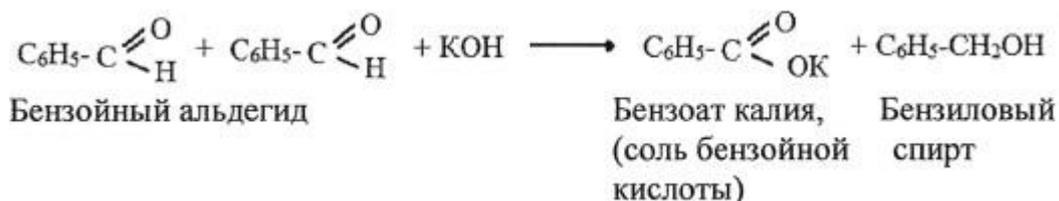


Окисление кетонов протекает с трудом под действием сильных окислителей при нагревании и сопровождается образованием смеси карбоновых кислот с меньшей длиной цепи.

Для ацетона в качестве качественной реакции используется реакция с нитропруссидом натрия $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ в щелочной среде сопровождающаяся образованием интенсивно-красной окраски, при подкислении уксусной кислотой окраска переходит в красно-фиолетовую. Кетоны, в молекулах которых отсутствуют металльные или метиленовые группы, связанные с СО-группами, реакции с нитропруссидом натрия не дают.

Ароматические альдегиды вступают в большинство реакций, свойственных альдегидам жирного ряда. Они окисляются оксидом серебра до ароматических кислот, присоединяют синильную кислоту и гидросульфит натрия, реагируют с гидроксиламином, гидразином, фенил гидразином.

Специфичными для ароматических альдегидов являются бензоиновая конденсация и реакция Канниццаро. Согласно последней одна молекула ароматического альдегида в присутствии концентрированных щелочей окисляется за счет другой молекулы альдегида, которая при этом восстанавливается до спирта:



Наименьшей реакционной способностью обладают ароматические кетоны. Они, например, не реагируют с бисульфитом натрия. Ароматические радикалы обладают электрофильными свойствами и способны уменьшать положительный заряд на углеродном атоме карбонильной группы, уменьшая тем самым активность ароматических кетонов по отношению к нуклеофильным реагентам.

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Окисление альдегидов гидроксидом меди (II)

В две пробирки поместите по 0,5 мл раствора гидроксида натрия, добавьте по 0,5 мл воды и 2–3 капли раствора сульфата меди (II).

В первую пробирку прилейте 2 капли раствора формальдегида, во вторую - 2 капли бензальдегида.

Верхнюю часть пробирок прогрейте в пламени спиртовки (нижняя ее часть для сравнения должна оставаться холодной) и отметьте, как изменяется окраска раствора в процессе нагрева. Какое вещество выпало в осадок.

Опишите наблюдаемые процессы и составьте соответствующие уравнения реакций.

Опыт 2. Реакция альдегидов и кетонов с аммиачным раствором оксида серебра

В три чистые обезжиренные пробирки внесите 1 мл 10%-ного раствора нитрата серебра и 1 мл 2 н. раствора гидроксида натрия. В полученную смесь по каплям прибавьте концентрированный раствора аммиака (до полного растворения осадка оксида серебра (I)).

После этого добавьте по 2 капли в первую пробирку – раствора формальдегида, во вторую – бензальдегида, в третью – ацетона.

Содержимое пробирок осторожно нагрейте в пламени спиртовки.

Какое комплексное соединение серебра образуется при взаимодействии нитрата серебра с избытком аммиака? Как называется этот реактив?

Отметьте изменения, происходящие в пробирках. Объясните происходящие процессы. Является ли данная реакция качественной на альдегиды и кетоны? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Как еще называют данную реакцию?

Что общего между реакциями взаимодействия альдегидов с гидроксидом меди (II) и аммиачным раствором оксида серебра?

Опыт 3. Цветная реакция с нитропруссидом натрия на ацетон (проба Легалья)

В пробирку поместите 1 каплю 0,5 н. раствора нитропрусида натрия $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5]$, 5 капель воды и 1 каплю водного раствора ацетона. Добавьте 1 каплю 2 н. раствора гидроксида натрия. Какого цвета окрашивание вы наблюдаете?

Прибавьте в пробирку 1–2 капли 2 н. раствора уксусной кислоты. Как меняется интенсивность окрашивания?

Опыт 4. Реакция с 2,4-динитрофенилгидразином

Приготовьте три пробирки. В первую поместите несколько кристалликов бензофенона и добавьте 1 мл этанола, во вторую – 1 мл водного раствора ацетона и в третью – несколько капель бензальдегида и 1 мл этанола. В каждую из пробирок прилейте по 1 мл насыщенного раствора 2,4-динитрофенилгидразина в 20% уксусной кислоте.

Полученные растворы прогрейте на кипящей водяной бане в течение 5 минут и оставьте охлаждаться на воздухе до выпадения желтых кристаллов или хлопьев.

Напишите уравнения протекающих реакций.

Опыт 5. Окисление бензальдегида кислородом воздуха

На предметное стекло нанесите каплю бензальдегида и оставьте на воздухе. Через некоторое время появляются кристаллы. Что представляют собой

образующиеся кристаллы? Напишите уравнение реакции окисления бензойного альдегида кислородом. Происходит ли изменение запаха в процессе окисления?

Опыт 6. Взаимодействие карбонильных соединений с бисульфитом натрия

В две пробирки налейте по 0,5 мл насыщенного раствора гидросульфита натрия. В первую добавьте 3 капли бензальдегида, во вторую – 3 капли ацетона. Смеси в пробирках энергично встряхните и наблюдайте выпадение кристаллов соответствующих веществ.

К полученным кристаллам добавьте разбавленный раствор соляной (или серной) кислоты.

Напишите уравнения синтеза и распада гидросульфитов бензальдегида и ацетона. К какому типу относится данная реакция? Является ли данная реакция качественной на карбонильную группу?

5. Содержание отчета

Отчет составляется с указанием цели, задания. Описываются проведенные опыты, наблюдаемые явления, составляются уравнения протекающих реакций.

В общем выводе о работе ответьте на следующие вопросы:

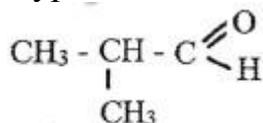
1. Какие продукты реакции характерны при окислении альдегидов?
2. Почему кетоны подвергаются окислению в более жестких условиях, чем альдегиды?
3. Какую или какие реакции можно считать качественными на альдегиды? кетоны?

6. Вопросы для самоконтроля

6.1. Какие соединения называются альдегидами и кетонами? Характер радикалов, входящих в состав оксосоединений.

6.2. Номенклатура и изомерия альдегидов и кетонов на примере соединений с брутто-формулами C_3H_6O ; $C_5H_{10}O$; C_5H_8O ; $C_6H_5-C_2H_3O$.

6.3. Назовите по двум номенклатурам соединение



Предложите для него по формуле одного изомера и одного гомолога. Изомер и гомолог назовите.

6.4. Какие способы являются наиболее употребительными для получения альдегидов и кетонов?

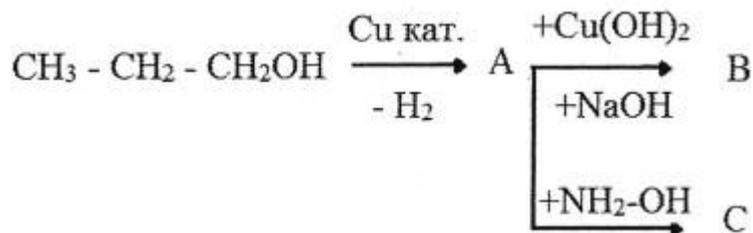
6.5. Реакции, отличающие альдегиды от кетонов.

6.6. Примеры реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе.

6.7. К какому типу реакций относятся реакции оксосоединений с гидросиламином, гидразином и его соединениями; приведите примеры.

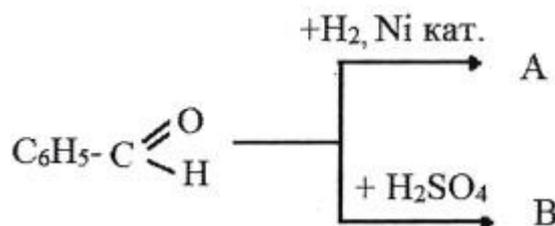
6.8. В трех пробирках находятся растворы уксусного альдегида, глицерина и ацетона. Как при помощи гидросида меди (II) определить, где какое вещество?

6.9. Составьте уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



Все соединения назвать.

6.10. Осуществите переход:



6.11. Реакцией Кучерова получите продукт $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, который не взаимодействует с аммиачным раствором окиси серебра, но дает характерное окрашивание с нитропруссидом натрия. Назовите это соединение.

6.12. Определите строение вещества, имеющего эмпирическую формулу $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, если оно дает реакцию серебряного зеркала, превращаясь в пропановую кислоту.

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

1. Цель работы

Ознакомьтесь с методами очистки твердых органических веществ.

2. Задание

2.1. Провести перекристаллизацию заданного количества органического вещества в подходящем растворителе.

2.2. Высушить перекристаллизованный продукт и определить его температуру плавления.

2.3. Взвесить очищенное вещество и определить в процентах потери при кристаллизации.

2.4. Составить отчет по результатам работы с описанием порядка подбора растворителя, хода выполнения процесса перекристаллизации и методики определения температуры плавления вещества. Выполнить рисунок нутч-фильтра. Описать внешний вид очищенного соединения.

3. Теоретическая часть

При работе с твердыми органическими веществами применяют различные методы для их разделения и очистки. Эти методы, в основном, связаны с различной растворимостью органических соединений, принадлежащих к разным классам. Это касается, в первую очередь, методов кристаллизации и экстракции.

Кристаллизация является важным методом очистки органических соединений. Вещество, которое нужно перекристаллизовать, растворяют при нагревании в подходящем растворителе. Обычно растворение ведут при кипячении в колбе с обратным холодильником. Растворитель следует брать в количестве, достаточном для полного растворения вещества при нагревании (нерастворимые примеси во внимание не принимаются). Решающее значение для успешного проведения кристаллизации имеет правильный выбор растворителя. Одно из основных требований к растворителю заключается в том, чтобы при нагревании он растворял кристаллизуемое вещество значительно лучше, чем на холоду. Растворитель не должен растворять примеси (тогда их можно будет отфильтровать) или, наоборот, должен растворять их очень хорошо (тогда при охлаждении раствора они не выпадут вместе с основным продуктом, а останутся в маточном растворе). Сведения о растворимости органических соединений находят в справочной литературе, а если такие сведения отсутствуют, то подбирают соответствующий растворитель на основании результатов пробирочных опытов. При этом следует иметь в виду, что «подобное растворяется в подобном».

При необходимости перекристаллизовать большие количества вещества удобен растворитель, в литре которого при нагревании растворяется около 200 г вещества, а при работе с небольшими количествами следует пользоваться растворителем, 5–10 мл которого растворяют примерно 0,1–0,5 г вещества.

Если подходящий растворитель подобрать не удастся, то пользуются смесью растворителей, из которых один хорошо, а другой плохо растворяет очищаемое вещество. При этом чаще всего применяются разбавленный спирт, смесь бензола и предельных углеводородов, эфира и хлороформа и т.д.

При растворении органических соединений, содержащих смолистые примеси, последние могут придать окраску растворам. Окрашенные примеси, как правило, затрудняют кристаллизацию основного продукта. Эти примеси по физико-химическим свойствам в большинстве случаев отличаются от основного продукта и могут быть избирательно извлечены из раствора при помощи адсорбентов.

Полярные растворители обесцвечиваются активированным углем, который добавляют к горячему окрашенному раствору в измельченном виде в количестве 2–5% от веса кристаллизуемого вещества. Температура горячего раствора при добавлении активированного угля должна быть значительно ниже температуры кипения, чтобы добавление угля не вызвало бурного кипения жидкости, которое может сопровождаться выбросом. Затем раствор некоторое время тщательно размешивают, кипятят и в горячем виде фильтруют.

Растворы неионизированных растворителей, например: гексан, четыреххлористого углерода, дихлорэтана, бензола, хлороформа, обесцвечивают окисью алюминия. Их фильтруют через слой адсорбента, который помещают в воронку Бюхнера или на стеклянный фильтр.

Горячий раствор, насыщенный кристаллизуемым веществом, отфильтровывают от нерастворившихся примесей, затем фильтрат охлаждают и выпавший осадок фильтруют, промывают на нутч-фильтре и сушат на воздухе или в сушильном шкафу. В последнем случае осадок помещают на часовое стекло, фарфоровую чашку или в стеклянный бюкс. Запрещается в сушильном шкафу сушить вещество на бумаге, т.к. при этом продукт загрязняется бумажными волокнами, хлопьями подгоревшей бумаги. В сушильном шкафу температура должна быть значительно ниже температуры плавления вещества.

Для установления чистоты перекристаллизованного продукта определяют его температуру плавления, нагревая вещество в капилляре прибора для определения температуры плавления. Вещество считается очищенным, если интервал его плавления составляет примерно $0,5^{\circ}$.

Наличие в веществе примесей обуславливается понижением температуры плавления и увеличивает интервал плавления вещества. Следует добавить, что вода, оставшаяся в недосушенном продукте оказывает на температуру плавления вещества такой же эффект, как и другие, примеси. Следовательно, вещество надо сушить до постоянного веса.

4. Порядок выполнения работы

4.1 Порядок подбора растворителя для перекристаллизации.

В 3 пробирки поместить примерно по 0,5 г вещества для перекристаллизации и прилить в каждую по 3 мл растворителя: в 1 – воду, во 2 – гексан, бензол или другой неполярный растворитель, в 3 – смесь растворителей. Содержимое пробирок по очереди нагреть до кипения на песчаной бане, а затем охладить струей проточной воды. На основании результатов пробной кристаллизации выбрать растворитель, подходящий для перекристаллизации данного вещества.

4.2 Провести перекристаллизацию заданного количества вещества № 1 (№ 2 или № 3). Для этого поместить его в стакан на 150 мл и прилить к нему 100 мл выбранного растворителя. Содержимое стакана нагреть на песчаной бане до полного растворения смеси (нерастворившиеся крупинки примеси в расчет не принимать). Стакан затем снять с бани и добавить активированный уголь в

количестве 0,1 г (на кончике тонкого шпателя), а затем раствор довести до кипения при осторожном помешивании. Параллельно подготовить складчатый фильтр, поместить его в стеклянную воронку с отрезанным концом, вставить воронку в стакан для сбора фильтра. Складчатый фильтр к моменту фильтрации должен быть влажным и горячим. Фильтрацию вести осторожно, направляя струю раствора по стеклянной палочке на стенку фильтра.

Фильтрация проведена правильно если на стенках складчатого фильтра не просматриваются кристаллы вещества. Собранный фильтрат охладить в бане с ледяной водой до $0 - + 5^{\circ} \text{C}$ и выпавший осадок отфильтровать на лабораторном нутч-фильтре. С помощью шпателя осадок вещества перенести на фарфоровую чашечку и поставить в сушильный шкаф на 3–4 часа.

Некоторые органические вещества образуют пересыщенные растворы. И поэтому иногда для начала кристаллизации следует внести раствор для затравки кристаллы выделяемого вещества или следует потереть стеклянной палочкой по стенке стакана.

4.3 Для высушенного или взвешенного продукта определить температуру плавления с использованием капилляра. Этот метод очень удобен, т.к. при этом расходуется лишь несколько миллиграммов вещества. Капилляр длиной 10–12 мм с внутренним диаметром 0,8–1 мм заполнить измельченным веществом на высоту 3–4 мм, предварительно запаяв один его конец на пламени спички. Чтобы сместить вещество на дно капилляра и утрамбовать, капилляр бросают несколько раз через вертикально стоящую стеклянную трубку диаметром около 10 мм и длиной 50–60 см. Температуру плавления определять на приборе, изображенном на рисунке 2.

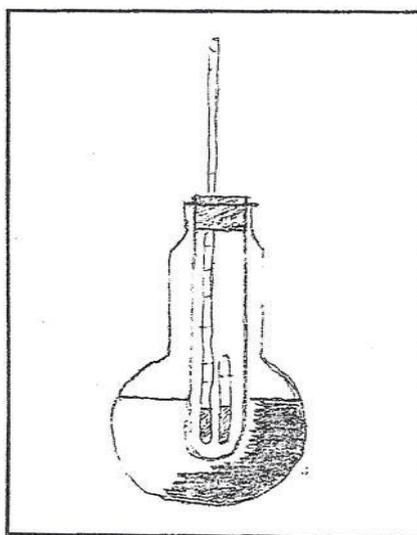


Рис. 2. Прибор для определения температуры плавления вещества

Капилляр прикрепить к термометру с помощью резинового кольца. Нижняя часть капилляра, наполненная веществом, должна прилегать к середине шарика термометра. Термометр поместить в пустую внутреннюю пробирку, которая с помощью пробирки укреплена в колбе, заполненной серной кислотой. Следует

помнить, что прибор с серной кислотой можно нагревать не выше 250С°. При определении температуры плавления нагревания сначала ведут со скоростью от 4 до 6С° в минуту, а уже при температурах, близких к температуре плавления, – со скоростью от 1 до 2С° в минуту.

Определять температуру плавления необходимо в очках или защитной маске.

Определяя температуру плавления, следует фиксировать температурный интервал от появления жидкой фазы до полного расплавления вещества в капилляре. Этот интервал и характеризует температуру плавления вещества.

5. Содержание отчета

Отчет составляется с указанием цели, задания. Пункт 4. – содержание работы – должен включать в себя описание процесса перекристаллизации и порядка определения температуры плавления высушенного перекристаллизованного вещества. Отчет должен сопровождаться рисунками лабораторного нутч-фильтра и прибора для определения температуры плавления. Вычисленный процент выхода очищенного продукта должен показать меру загрязненности перекристаллизуемого вещества примесями, но также и допущенные потери продукта в процессе проведения перекристаллизации. При грамотном ведении перекристаллизации суммарные потери не должны превышать 25–30%. Отчет должен заканчиваться описанием внешнего вида очищенного продукта.

6. Вопросы для самоконтроля

- 6.1. Методы очистки твердых продуктов.
- 6.2. Суть процесса перекристаллизации.
- 6.3. Требования, предъявляемые к растворителю.
- 6.4. Способы удаления смолистых примесей.
- 6.5. Что делать, если осадок перекристаллизованного продукта не выпадает из охлажденного филтратата?
- 6.6. Условия сушки твердых продуктов.
- 6.7. Критерии чистоты твердых продуктов.
- 6.8. Методика определения температуры плавления органического соединения.

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

1. Цель работы

Ознакомиться со строением, способами получения и реакционной способностью карбоновых кислот и их производных.

2. Задание

- 2.1. Изучить кислотные свойства карбоновых кислот.
- 2.2. Познакомиться со свойствами солей органических кислот.
- 2.3. Рассмотреть взаимопревращения производных карбоновых кислот.
- 2.4. На опытном и литературном материале, номенклатуре, способах получения и взаимопревращениях важнейших производных органических кислот.

3. Теоретическая часть

Органическими или карбоновыми кислотами называют соединения, содержащие в молекуле карбоксильную группу.

Карбоксильная группа определяет основность кислоты, а по характеру радикала различают алифатические (насыщенные и ненасыщенные) и ароматические кислоты.

Изомерия карбоновых кислот определяется строением углеводородного радикала. Для наименования органических кислот широко применяются тривиальные названия: муравьиная, уксусная, масляная, стеариновая кислоты. По международной номенклатуре к названию «ОВАЯ», нумерацию начинают с атома углерода карбоксильной группе.

Для получения карбоновых кислот в технике и лабораторной практике широко применяют окисление предельных, непредельных и ароматических углеводородов, спиртов, альдегидов. Гидролиз нитрилов и тригалогенпроизводных также используют для получения кислот. Уксусную кислоту, например, можно получить нагреванием с водным раствором кислоты либо ацетонитрила, либо ацетотрихлорида.

Химическое поведение кислот связано с наличием в молекуле карбоксильной группы, а также со строением углеводородного радикала. Кислотные свойства объясняются сопряжением двойной связи карбонильной группы с неподеленной электронной парой атома кислорода гидроксильной группы, приводящим к подвижности атома водорода.

Одноосновные алифатические кислоты, за исключением муравьиной, относятся к слабым кислотам. Появление алкильного радикала уменьшает константу диссоциации, а введение в радикал электроноакцепторных группировок, особенно β -положение увеличивает силу кислоты. К числу таких группировок относится и фенильный радикал. В свою очередь, влияние карбоксильной группы приводит к повышению подвижности атомов водорода у углеродного атома

Более сильными, чем одноосновные, являются двухосновные кислоты, например, щавелевая HOOC-COOH . Это объясняется взаимным влиянием карбоксиллов, облегчающих диссоциацию.

Кислоты склонны к образованию ряда производных, которые сами обладают высокой реакционной способностью. Действием пятихлористого фосфора PCl_5

легко получают хлорангидрид кислоты, но обработкой галогенами получают α -галогенпроизводные кислот.

Взаимодействие с аммиаком при нагревании приводит к получению амида кислоты, а со спиртом – к получению сложного эфира. Реакция с активными металлами и щелочами приводит к образованию солей:

Обычно соли карбоновых кислот бесцветны. Однако можно получить и окрашенную соль, если подействовать, например, на уксуснокислый натрий хлорным железом. Образуется желто-красная железная соль уксусной кислоты. При гидролизе железной соли образуется нерастворимый в воде красно-бурый осадок основной соли железа. Индикаторная бумага говорит о слабой кислой среде.

Соли двухосновных кислот бывают средние и кислые. В аналитической химии нашла применение нерастворимая даже в уксусной кислоте кальциевая соль щавелевой кислоты (оксалат кальция) для проведения качественной реакции на ионы.

Ароматические кислоты образуют производные по карбоксильной группе, но они также могут вступать в реакции по ароматическому кольцу, причём карбоксильная группа проявляет свойства заместителя 2-го рода. Если в ароматическом радикале кислоты имеется непредельная связь, то кислота способна вступать в реакции электрофильного присоединения по этой связи.

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Растворимость в воде и отношение к индикаторам различных кислот

В работе использовать уксусную, хлоруксусную, стеариновую, бензойную, щавелевую и янтарную кислоты.

Пять капель или столько же кристалликов кислоты взболтать в пробирке с 10 каплями воды. При необходимости нагреть. Горячие растворы охладить и отметить выделение кристаллов кислот, растворившихся лишь при нагревании. Полоской универсального индикатора определить рН растворов

Связать растворимость кислот и рН растворов с характером углеводородных радикалов. Сделать сопоставление с табличными данными по константам диссоциации кислот.

Составить уравнения диссоциации уксусной и щавелевой кислот.

Опыт 2. Взаимодействие с металлами

В пробирку поместить 1 мл 0,1 н раствора уксусной кислоты и добавить небольшой кусочек магния. К отверстию пробирки поднести зажженную спичку. Характерный хлопок будет говорить о выделении водорода. Составить уравнение протекающей реакции.

Опыт 3. Образование и гидролиз уксуснокислого железа

В пробирку поместить несколько кристалликов уксуснокислого натрия, 5 капель воды и столько же капель 0,1н раствора хлорного железа. Какую окраску приобретет раствор вследствие образования железной соли уксусной кислоты? Составить уравнение реакции получения соли и ее гидролиза.

Для проведения гидролиза нагреть раствор в пробирке до кипения. Описать характер продуктов гидролиза. Универсальным индикатором проверить кислотность среды.

Опыт 4. Получение кальциевой соли щавелевой кислоты

Растворить несколько кристалликов щавелевой кислоты HOOC-COOH в каплях 2н. раствора едкого натра при небольшом нагреве. С помощью пипетки нанести на предметное стекло 1 каплю полученного раствора и добавить 1 каплю 0,5 н. раствора хлорида кальция. Как обнаруживается в продуктах реакции оксалат кальция – кальциевая соль щавелевой кислоты.

Для оценки растворимости осадка оксалата кальция в уксусной и соляной кислотах капнуть последовательно на кристаллики соли сначала 2 н. раствором уксусной, а затем соляной кислот. Какой вывод можно сделать на основании проведенного опыта? Составить уравнения всех реакций, имевших место в проведенном опыте.

Опыт 5. Получение уксусноизоамилового эфира

В пробирку налить 5 капель изоамилового спирта и постепенно при встряхивании и охлаждении прибавить 5 капель уксусного ангидрида. К содержимому пробирки затем добавить равный объем воды и осторожно нейтрализовать смесь 0,1 н. раствором едкого натра (проба на универсальный индикатор). Появляется приятный запах уксусноизоамилового эфира. Составить уравнение реакции получения изоамилацетата.

Опыт 6. Взаимодействие уксусного ангидрида со щелочами

В пробирке смешать 10 капель воды и 4 капли уксусного ангидрида. После стояния смесь расслаивается. (Почему?). При добавлении 4 капель 0,1н. раствора едкого натра и последующем энергичном встряхивании содержимого пробирки раствор приобретает однородность и исчезает резкий запах уксусного ангидрида. Составить уравнение протекающей реакции. Какие другие примеры взаимных переходов производных кислот можно привести?

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Строение карбоксильной группы. Характер радикалов, входящих в состав органических кислот.

5.2. Приведите примеры непредельной одноосновной кислоты; непредельной двухосновной кислоты и изомерных ароматических кислот с общей формулой $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$.

5.3. Как влияет характер радикалов, связанных с карбоксильной группой, на силу кислоты? Какая кислота сильнее: α - или β -фтормасляная; бензойная или уксусная; муравьиная или щавелевая и почему?

5.4. Какие способы являются наиболее употребительными для получения кислот жирного и ароматического ряда?

5.5. Кислотные свойства карбоновых кислот.

5.6. Важнейшие производные карбоновых кислот: строение, получение и реакционная способность солей, галогенангидридов, сложных эфиров, амидов и ангидридов кислот.

5.7. Напишите формулы амида пропионовой кислоты, хлорангидрида бензойной кислоты, кальциевой соли муравьиной кислоты, пропилацетата.

5.8. Какой цветной реакцией можно обнаружить присутствие в растворе уксусной кислоты? Почему образующаяся в этой реакции соль легко гидролизуется?

5.9. Почему оксалат кальция легко растворяется в соляной кислоте и не растворяется в уксусной кислоте?

СИНТЕЗ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ

1. Цель работы

Ознакомиться с методами синтеза сложных эфиров.

2. Задание

2.1. Собрать установку для получения сложного эфира реакцией этерификации.

2.2. Провести расчет загрузки спирта, получив предварительно к преподавателя задание на количество уксусной кислоты. Количество серной кислоты для синтеза берется из методического пособия.

2.3. После проверки расчетных данных на загрузку провести синтез сложного эфира. Промытый и высушенный эфир перегнать на установке для перегонки под атмосферным давлением.

2.4. Рассчитать выход готового продукта в граммах и процентах от теоретического выхода и описать внешний вид полученного вещества.

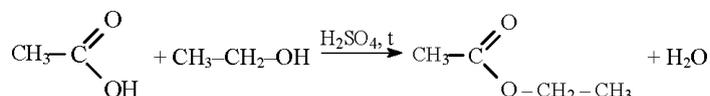
2.5. Составить отчет по результатам проведенного синтеза.

3. Теоретическая часть

Сложные эфиры – наиболее важные функциональные производные кислот. Их можно рассматривать как производные кислот, у которых гидроксильная группа замещена алкоксильной группой.

Получаются сложные эфиры при взаимодействии кислот со спиртами (реакция этерификации), при взаимодействии хлорангидридов или ангидридов кислот со спиртами, в результате реакции переэтерификации, при действии галогеналкинов на соли карбоновых кислот и т.д.

Например, из уксусной кислоты и этилового спирта в присутствии катализатора получают сложный эфир – этилацетат:

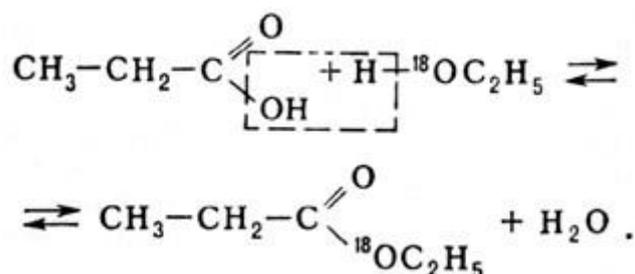


Многие сложные эфиры карбоновых кислот – жидкости, мало растворимые в воде, но хорошо растворимые в спирте. Особое строение молекул сложных эфиров приводит к отсутствию водородных связей, а значит, и к отсутствию ассоциированных молекул, характерных для спиртов и кислот. Поэтому сложные эфиры кипят при более низких температурах, чем соответствующие им кислоты.

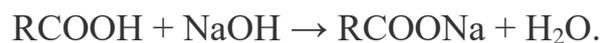
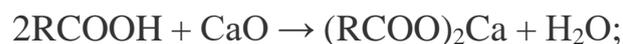
Некоторые эфиры обладают приятным фруктовым запахом. Так, муравьиноамиловый эфир обладает запахом вишни, муравьиноэтиловый – рома, уксусноамиловый – бананов, масляно-этиловый – абрикосов, маслянобутиловый – ананасов, изовалерианоэтиловый – запахом яблок.

Сложный эфир, взаимодействуя с водой, снова превращается в кислоту и спирт. Например: $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Реакция взаимодействия сложного эфира с водой, приводящая к образованию спирта и кислоты, называется омылением или гидролизом. Очевидно, процесс этерификации обратимый:



и при наступлении химического равновесия в реагирующей смеси будут находиться как исходный, так и конечные вещества. Катализатор – ионы водорода (минеральные кислоты) – одинаково ускоряет прямую и обратную реакцию, т.е. ускоряет достижение равновесия. Чтобы сместить его в сторону образования эфира, исходные кислоту или спирт следует брать в избытке. Тот же результат будет достигнут, если удалять один из продуктов реакции из сферы взаимодействия: отгонять эфир или связывать воду водоотнимающими веществами. Ионы OH^- усиливают гидролиз сложных эфиров: равновесие смещается в сторону кислоты и спирта, и реакция становится практически необратимой, так как получающаяся карбоновая кислота с щелочью образует соль:



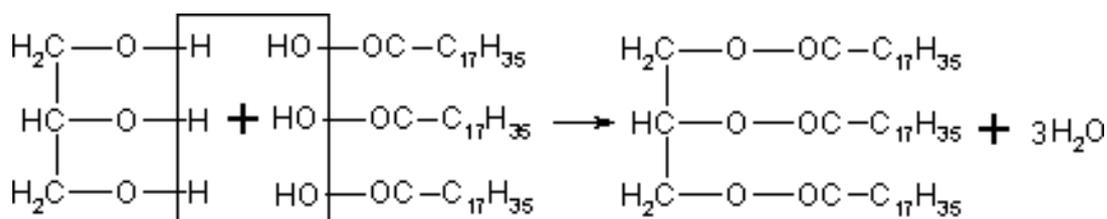
Взаимодействие сложных эфиров с водой – их важнейшее химическое свойство (простые эфиры гидролизу не подвергаются).

Переэтерификация представляет собой равновесную реакцию, которую можно сдвинуть в прямом направлении, применяя избыток одного из реагентов или, что предпочтительно, удаляя один из компонентов — RCOOR' или $\text{R}'\text{OH}$. Если температура кипения $\text{R}'\text{OH}$ ниже, чем $\text{R}''\text{OH}$, можно проводить разделение, при помощи фракционирования: иногда для удаления получающихся продуктов пользуются образованием азеотропных смесей. Катализаторами такой реакции обмена служат кислоты, например серная или толуолсульфокислота, или основания, например алкоголяты алюминия. Как правило, превращение лучше протекает с первичными спиртами, причем наиболее реакционноспособен метиловый спирт, хотя в некоторых случаях с успехом можно применять вторичные спирты.

Жиры являются сложными эфирами, образованными высшими одноосновными карбоновыми кислотами, главным образом пальмитиновой, стеариновой (насыщенные кислоты) и олеиновой (ненасыщенная кислота) и трехатомным спиртом – глицерином. Общее название таких соединений – триглицериды.

Природные жиры представляют собой не индивидуальное вещество, а смесь различных триглицеридов.

Образование одного из триглицеридов, например триглицерида стеариновой кислоты, можно изобразить уравнением

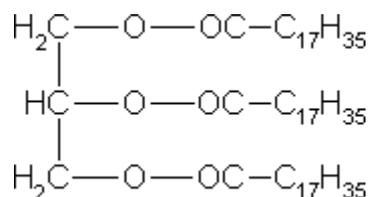


глицерин

стеариновая кислота

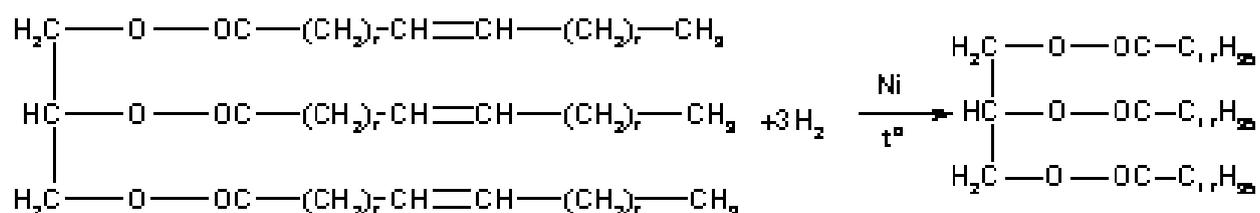
стеариновый триглицерид

В состав молекул триглицеридов могут входить разнородные кислотные радикалы, что особенно характерно для природных жиров, однако остаток глицерина является составной частью всех жиров:



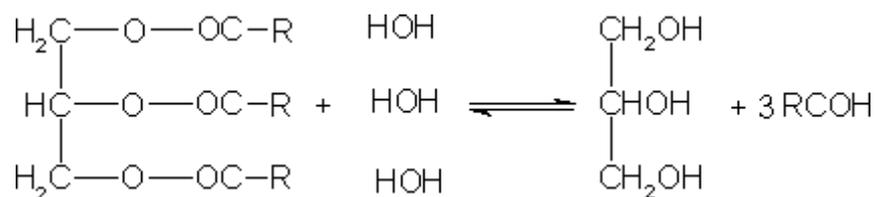
Все жиры легче воды и в ней нерастворимы. Они хорошо растворяются в бензине, эфире, тетрахлориде углерода, сероуглероде, дихлорэтано и других растворителях. Хорошо впитываются бумагой и кожей. Жиры содержатся во всех растениях и животных. Жидкие жиры обычно называются маслами. Твердые жиры (говяжий, бараний и др.) состоят главным образом из триглицеридов предельных (твердых) кислот, жидкие (подсолнечное масло и др.) – из триглицеридов непредельных (жидких) кислот.

Жидкие жиры превращаются в твердые путем реакции гидрогенизации. Водород присоединяется по месту разрыва двойной связи в углеводородных радикалах молекул жиров:



Реакция протекает при нагревании под давлением и в присутствии катализатора – мелко раздробленного никеля. Продукт гидрогенизации – твердый жир (искусственное сало), называется саломасом идет на производство мыла, стеарина и глицерина. Маргарин – пищевой жир, состоит из смеси гидрогенизованных масел (подсолнечного, хлопкового и др.), животных жиров, молока и некоторых других веществ (соли, сахара, витаминов и др.).

Важное химическое свойство жиров, как и всех сложных эфиров, – способность подвергаться гидролизу (омылению). Гидролиз легко протекает при нагревании в присутствии катализаторов - кислот, щелочей, оксидов магния, кальция, цинка:



Реакция гидролиза жиров обратима. Однако при участии щелочей она доходит практически до конца – щелочи превращают образующиеся кислоты в соли и тем самым устраняют возможность взаимодействия кислот с глицерином (обратную реакцию).

Жиры – необходимая составная часть пищи. Они широко используются в промышленности (получение глицерина, жирных кислот, мыла).

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Синтез уксусноэтилового эфира

Реактивы для синтеза:

Этиловый спирт 35,5г (0,77 моля)

Серная кислота ($\rho=1,83$) 5мл

Уксусная кислота ледяная 42г (0,7 моля)

Аппаратура: колба Вюрца на 250 мл, капельная воронка, холодильник Либиха, делительная воронка

Описание хода синтеза:

Соберите установку, как показано на рисунке 3.

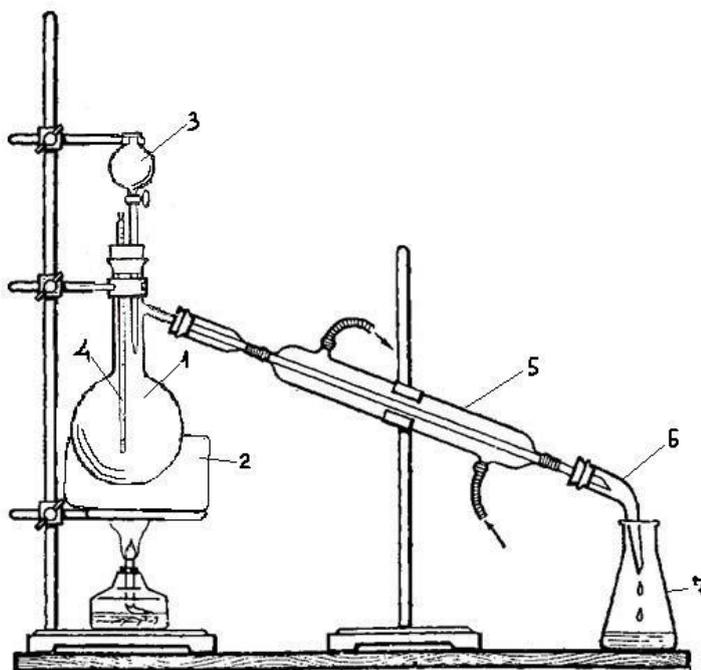


Рис. 3. Схема установки для получения уксусноэтилового эфира:

1 – колба Вюрца; 2 – песчанная баня; 3 – капельная воронка; 4 – термометр;

5 – холодильник; 6 – алонж; 7 – приемник

В колбу Вюрца, снабженную капельной воронкой и соединенную с холодильником Либиха, вливают 5 мл этилового спирта, 5 мл концентрированной серной кислоты и нагревают на песчаной бане до 140°C . После этого постепенно приливают из капельной воронки смесь равных объемов ледяной уксусной кислоты и этилового спирта с такой же скоростью, с какой отгоняется образующийся уксусноэтиловый эфир. В случае перегрева реакционной массы выше 150°C необходимо временно отключить нагревательный прибор во избежание образования продуктов отщепления.

Опыт 2. Синтез уксусноизоамилового эфира

Реактивы для синтеза:

Изоамиловый спирт	22,5г (0,26 моля)
Серная кислота ($\rho=1,83$)	5мл
Уксусная кислота ледяная	15г (0,25 моля)

Аппаратура: Колба круглодонная на 100 мл, ловушка, обратный холодильник.

Описание хода синтеза:

Соберите установку, как показано на рисунке 4.

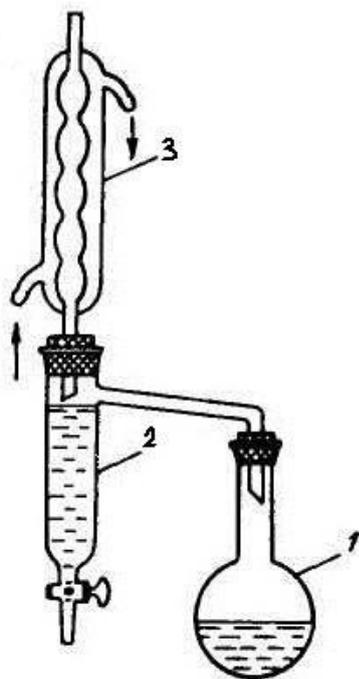


Рис. 4. Схема установки для получения уксусноизоамилового эфира:
1-колба; 2-ловушка; 3-холодильник Либиха

В круглодонную колбу на 100 мл с ловушкой для сбора воды и обратным холодильником помещают смесь заданного количества уксусной кислоты и рассчитанного изоамилового спирта. Прибавляют 2–4 капли концентрированной серной кислоты и бросают несколько «кипелок». Смесь нагревают на песчаной бане. Постепенно в ловушке собирается вода. Реакцию заканчивают, когда выделится количество воды, примерно равное рассчитанному по уравнению реакции (рассчитать самостоятельно).

Полученный эфир из реакционной колбы и ловушки переносят в длительную воронку, промывают водой, 5%-ным раствором соды и вновь водой (до нейтральной реакции). Эфирный слой отделяют от водного и сушат безводным сульфатом магния в течение 30–40 минут. Затем продукт перегоняют из колбы, снабженной дефлегматором. Перегонку ведут на песчаной бане. Основная фракция отгоняется при 138–142⁰С. Выход – 65%.

Для проведения реакции можно использовать 80%-ную уксусную кислоту. Аналогично синтезируется уксуснобутиловый эфир. Основная фракция отгоняется при 124–125°C.

5. Содержание отчета

Отчет составляется с указанием цели работы и задания, а также включать следующие подпункты:

- 5.1. Уравнение протекающей реакции.
- 5.2. Свойства получаемого вещества и исходных для синтеза веществ.
- 5.3. Расчет загрузки уксусной кислоты, спирта и серной кислоты в граммах и миллилитрах.
- 5.4. Рисунок установки для синтеза сложного эфира.
- 5.5. Расчет количества воды, которое должно выделиться при реакции (при получении уксусноизоамилового эфира).
- 5.6. Краткое описание хода проведенного синтеза.
- 5.7. Расчет теоретического выхода сложного эфира в граммах.
- 5.8. Результаты перегонки эфира по фракциям.
- 5.9. Выход продукта в граммах и процентах от теоретического.
- 5.10. Описание внешнего вида готового продукта.
- 5.11. Выводы по результатам проведенного синтеза.

6. Вопросы для самоконтроля

- 6.1. Какие вещества называются сложными эфирами?
- 6.2. Какой химический процесс называется этерификацией?
- 6.3. Механизм реакции этерификации.
- 6.4. Каким образом в ходе синтеза достигается достаточно высокий выход продукта при обратимости процесса этерификации?
- 6.5. Почему уксусноэтиловый и уксусноизоамиловый эфиры получают на различных установках?
- 6.6. Как определяют момент прекращения синтеза уксусноизоамилового эфира?
- 6.7. Какой процесс является обратным реакции образования сложного эфира?
- 6.8. Какие другие способы получения сложных эфиров вы знаете?

ОЧИСТКА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ ПЕРЕГОНКИ

1. Цель работы

Ознакомиться с методами очистки жидких органических веществ.

2. Задание

2.1. Собрать установку для перегонки и провести на ней разгонку смеси двух жидкостей.

2.2. Построить кривую разгонки смеси двух жидкостей в координатах: объем дистиллята-температура кипения. Определить температуру кипения компонентов.

2.3. Измерить показатель преломления и выход выделенных чистых компонентов.

2.4. На основе полученных констант $t_{\text{кип}}$ фракций и n_D^{20} определить состав перегоняемой смеси жидкостей и соотношение компонентов в смеси.

2.5. Составить отчет о проделанной работе.

3. Теоретическая часть

При работе с жидкими органическими веществами применяют различные методы для их разделения и очистки. Для смеси веществ с различными температурами кипения чаще всего используют перегонку. При перегонке чистого вещества температура кипения постоянна (состав жидкости и пара одинаков). Это используется для характеристики вещества (определение температуры кипения) и для контроля за его чистотой.

Способы перегонки разделяются на 2 группы: простая перегонка и ректификация.

Перегонка применяется:

- для удаления растворителя;
- для разделения нескольких продуктов реакции с различными температурами кипения;
- для очистки от примесей.

По условиям проведения различают 3 вида перегонки:

- при атмосферном давлении;
- при уменьшенном давлении /перегонка в вакууме/;
- перегонка с водяным паром.

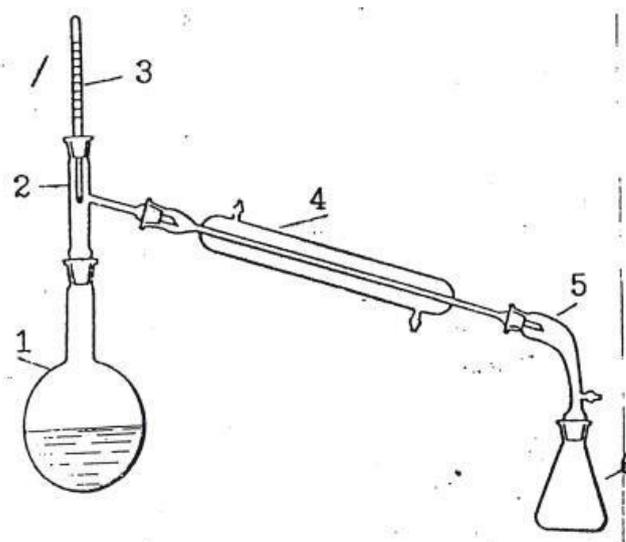
Первые 2 вида перегонки могут быть использованы для решения любой из указанных выше задач, причем, более сложную в аппаратном оформлении перегонку в вакууме целесообразно применять для перегонки высококипящих жидкостей. Как известно, каждое уменьшение атмосферного давления вдвое снижает температуру кипения на 15°C . Понижение температуры кипения

уменьшает процент выхода побочных смолистых продуктов и облегчает условия перегонки.

Перегонку с водяным паром применяют для удаления растворителей с отделения основного вещества от примесей.

При простой перегонке пары кипящей жидкости непосредственно из перегонной колбы поступают в холодильник, где конденсируются и выводятся в приемник. Удовлетворительное разделение в процессе простой перегонки наступает лишь при условии, что разница в температурах кипения перегоняемых жидкостей не менее 60°C .

Установка для простой перегонки изображена на рисунке 5.



*Рис. 5. Установка для простой перегонки:
1 – круглодонная колба; 2 – насадка Вюрца; 3 – термометр; 4 – холодильник;
5 – аллонж; 6 – плоскодонная колба-приемник.*

Термометр устанавливается таким образом, чтобы шарик ртути был примерно на 0,5 см ниже нижнего края отверстия отводной трубки насадки Вюрца. Холодильник, из которого конденсат не попадает обратно в перегонную колбу, а направляется в приемник, называется прямым. Вода в холодильник подается снизу. Если температура перегонки жидкости ниже $120\text{--}130^{\circ}\text{C}$, то в качестве прямого используется холодильник с водяной рубашкой - холодильник Либиха. При перегонке жидкостей, кипящих выше $120\text{--}130^{\circ}\text{C}$, применяется воздушный холодильник.

В качестве приемников могут быть использованы плоскодонные колбы. Аллонж направляет конденсат в приемник.

Следует строго следить, чтобы перегонная система имела соединение с атмосферой.

При перегонке колбу заполняют жидкостью не более, чем на $2/3$ объема. Для равномерного кипения в колбу вносят «кипелки» – измельченный высокопористый материал, например, кирпич.

Выбор нагревательного прибора определяется температурой перегоняемой жидкости, ее горючестью, взрывоопасностью. Чаще других используют водяную, песчаную и металлическую бани.

Для улучшения разделения смеси при перегонке применяется дефлегматор, который устанавливается между колбой и холодильником. В нем происходит частичная конденсация и некоторое обогащение паров, превращающихся в дистиллят, более летучим компонентом.

Для разделения жидкостей с достаточно близкими температурами кипения используется ректификация – перегонка с применением специальных колонок для обогащения паров легкокипящим компонентом. Обычные лабораторные колонки позволяют разделять жидкости с разницей температур кипения не менее 10°C.

Любое жидкое вещество, если оно чистое, характеризуется четкой температурой кипения при перегонке (если оно не разлагается); имеет определенную плотность (d_4^{20}) и коэффициент преломления (n_D^{20}). Коэффициенты преломления некоторых органических веществ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели преломления и температуры кипения некоторых органических жидкостей

Название	Температура кип. при 760 мм рт. ст.	n_D^{20}
ацетон	56	–
бензол	80	1,3588
гексан	69	1,5011
диметилсульфоксид	189	1,3749
диметилформамид	153	1,4783
диэтиловый эфир	35	1,4274
пропанол	97	1,3526
2-пропанол	82	1,3853
толуол	111	1,3771
уксусная кислота	118	1,4969
хлороформ	61	1,3721
циклогексан	81	1,4449
четырёххлористый углерод	77	1,4263
этанол	78	1,4603
этилацетат	77	1,3611
о-ксилол	144,4	1,3724
1-бутанол	117,5	–

4. Порядок выполнения работы

4.1. Собрать установку для перегонки согласно рисунку 6.

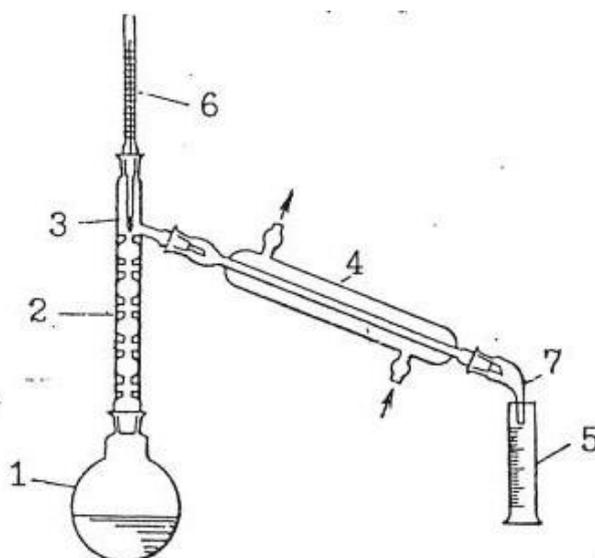


Рис. 6. Прибор для фракционной перегонки:

1 – круглодонная колба на 100 мл; 2 – дефлегматор; 3 – насадка Вюрца; 4 – прямой холодильник; 5 – цилиндр на 25 мл; 6 – термометр; 7 – аллонж

4.2. Получить у преподавателя 50 мл смеси двух жидкостей, загрузить их в перегонную колбу, внести «кипелки». Включить нагревательный прибор и подать воду на холодильник.

В процессе разгонки смеси жидкостей через каждые 5 мл собранного дистиллята записывать его объем и температуру кипения в таблицу 2:

Таблица 2

Температурный режим перегонки

Объем дистиллята/мл	5	10	и т.д.
Температура кипения, °С			

В ходе разгонки выделить три фракции. Первая фракция – от начала перегонки до момента, когда температура кипения начнет быстро повышаться (при нормальной скорости перегонки, т.е. 1 капля в 2 с), быстрое повышение означает подъем температуры на 5–10°С в течение 10–20 с.

Вторая фракция /промежуточная/ собирается во время быстрого повышения температуры кипения.

Третья фракция – с момента прекращения быстрого роста температуры до конца перегонки.

4.3. На основе данных таблицы 2 построить кривую разгонки в координатах: объем дистиллята-температура (рис. 7).

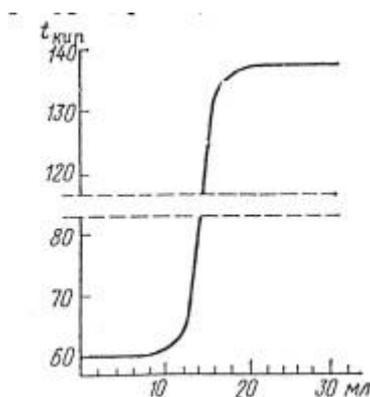


Рис. 7. Кривая разгонки

4.4. По построенной кривой разгонки определить температуру кипения компонентов смеси (средняя точка «площадок» на кривой разгонки) и выбрать интервал температур кипения чистых компонентов. Например, для смеси жидкостей, чья кривая разгонки приведена рисунке 7, имеем результаты, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Данные с кривой разгонки

Фракция	Компоненты смеси	Температура кипения, °С	Интервалы температуры кипения компонентов
1	1	60	58–62
2	1 + П	62–135	62–135
3	П	138	135–140

4.5. Определить показатель преломления компонентов смеси с помощью рефрактометра типа РПЛ-3.

Работу с РПЛ-3 проводят в следующем порядке. Открывают верхнюю камеру 12 измерительной головки (рис. 8), промывают дистиллированной водой и досуха вытирают соприкасающиеся плоскости камер фильтровальной бумагой. Пипеткой наносят на поверхность измерительной призмы нижней камеры 9 одну-две капли исследуемого раствора. Верхнюю камеру плавно закрывают. Наблюдая в окуляр 16, устанавливают его вращением кольца диоптрийной наводки и перемещением рукоятки 15 вводят в поле зрения границу светотени.

Перемещая осветитель, добиваются наибольшей контрастности поля зрения, затем поворотом сектора со шкалой 7 устраняют окрашенность светотени и, совместив визирную линию сетки с границей светотени, отсчитывают по шкале величину показателя преломления. Отсчет производится после закрытия верхней призмы через несколько минут для уравнивания температурного режима. После проведения измерений необходимо открыть верхнюю камеру, промыть,

досуха вытереть плоскости верхней и нижней камер и плавно опустить верхнюю камеру прибора.

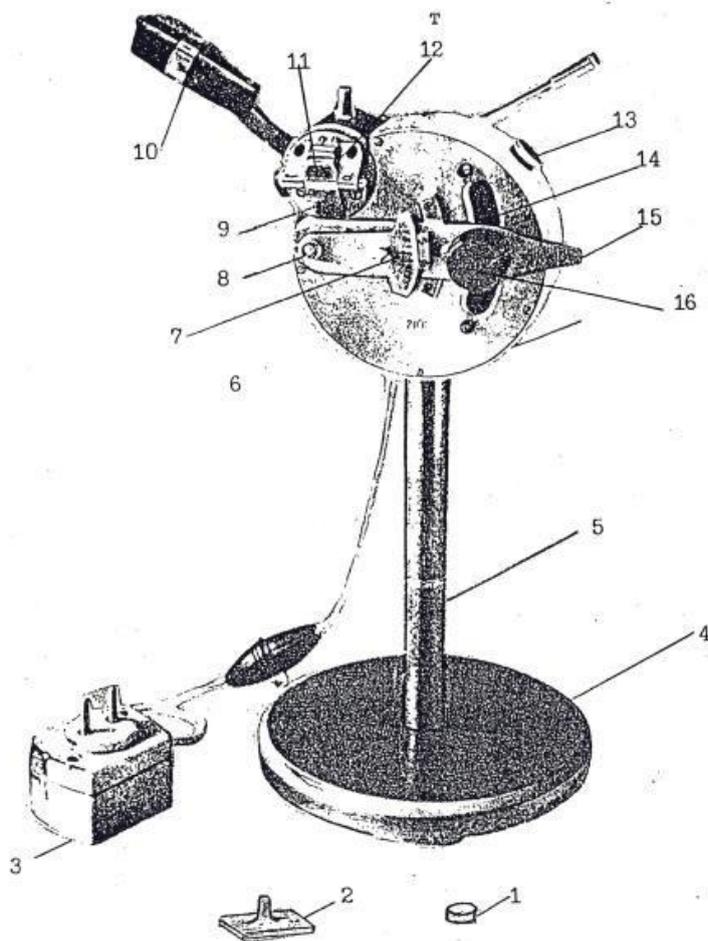


Рис. 8. Рефрактометр пищевой лабораторный РПЛ-3:

1 – светофильтр; 2 – ширма для окон; 3 – штепсельная вилка с понижающим трансформатором; 4 – основание рефрактометра; 5 – колонка; 6 – корпус рефрактометра; 7 – шкала; 8 – винт для поворота дисперсионного компенсатора; 9 – нижняя камера; 10 – осветитель; 11 – шарнир; 12 – верхняя камера; 13 – пробка; 14 – шкала; 15 – рукоятка; 16 – окуляр.

5. Содержание отчета

Отчет составляется с указанием цели, задания. Пункт 4.3 – содержание работы – должен включать в себя описание процесса перегонки смеси жидкостей. В нем должны быть приведены рисунок установки для перегонки жидкостей и диаграмма разгонки смеси. Режим разгонки смеси представляется в виде таблиц 2 и 3.

По результатам проведенной работы должны быть названы компоненты смеси и их соотношения в ней.

6. Вопросы для самоконтроля

- 6.1. Методы очистки жидких продуктов.
- 6.2. Суть процесса перегонки.
- 6.3. Виды перегонок.
- 6.4. Перегонка при атмосферном давлении, назначение, схема установки, особенности процесса.
- 6.5. Типы холодильников и химических бань.
- 6.6. Перегонка под вакуумом; особенности процесса.
- 6.7. Техника разделения смеси жидких веществ на отдельные компоненты.
- 6.8. Кривая разгонки.
- 6.9. Критерии чистоты жидких веществ.
- 6.10. Методика определения коэффициента преломления жидкого вещества.

НИТРО- И АМИНОСОЕДИНЕНИЯ ЖИРНОГО И АРОМАТИЧЕСКОГО РЯДА

1. Цель работы

Ознакомиться со строением, способами получения и реакционной способностью нитро- и аминосоединений.

2. Задание

- 2.1. Изучить способы получения аминов жирного ряда и их свойства.
- 2.2. Изучить химическую активность ароматических аминов.
- 2.3. На опытном и литературном материале обобщить свое представление о строении, номенклатуре, способах получения и реакционной способности нитро- и аминосоединений жирного и ароматического ряда.

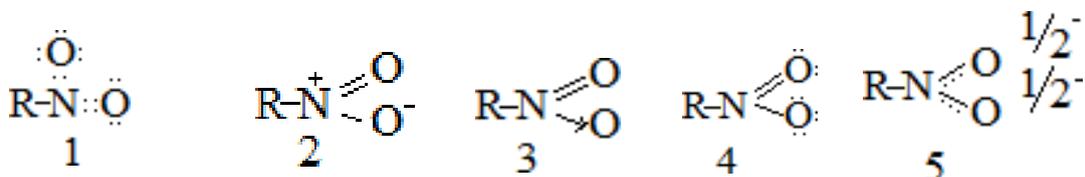
3. Теоретическая часть

Органические соединения, содержащие в молекуле атомы азота, широко представлены в природе. Среди них важнейшее место занимают нитросоединения и амины.

Нитросоединениями называют вещества, содержащие в молекуле нитрогруппу ($-NO_2$), азот которой непосредственно связан с атомом углерода. Углеводородные радикалы, связанные с нитрогруппой, могут быть алифатическими (насыщенными и ненасыщенными), ароматическими или гетероциклическими. Нитрогруппа в молекуле нитросоединения может быть связана с первичным, вторичным или третичным атомами углерода.

Строение нитрогруппы отличается рядом особенностей. Атом азота в нитрогруппе связан с одним из атомов кислорода двойной связью, осуществляемой двумя парами электронов, а с другим кислородным атомом – семиполярной связью при помощи донорно-акцепторной пары, представленной

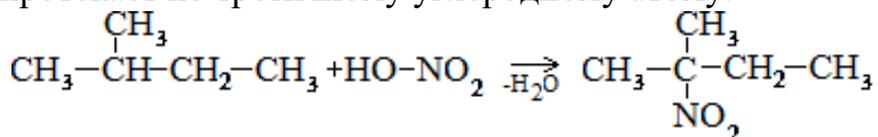
азотом, кулоновским взаимодействием положительно заряженного атома азота и отрицательно заряженного атома кислорода. Это может быть изображено формулами 1, 2, 3, 4; некоторая выравненность электронной плотности – с помощью формулы 5



Для наименования нитросоединений к названию соответствующего углеводорода прибавляют приставку «нитро», указывая номер углеродного атома, у которого расположена нитрогруппа (международная номенклатура).

Изомерия нитросоединений связана со строением углеродной цепочки и положением нитрогруппы. Нитросоединения изомерны эфирам азотистой кислоты.

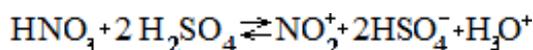
Основным способом получения нитросоединений является реакция нитрования. Нитрование предельных углеводородов и циклических соединений неароматического характера, а также боковых цепей ароматических углеводородов проводят либо в газовой фазе, либо по реакции Коновалова разбавленной азотной кислотой при температуре 130-140°C. Особенно легко замещение протекает по третичному углеродному атому:



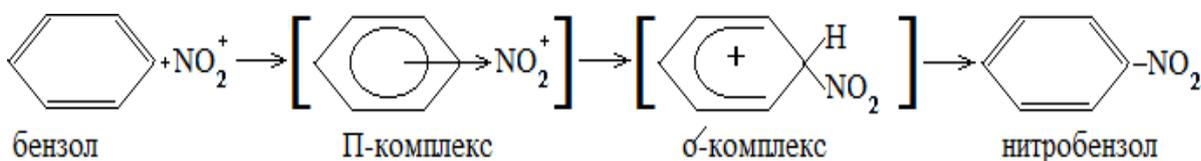
2-метил-бутан

2-нитро-2-метил-бутан

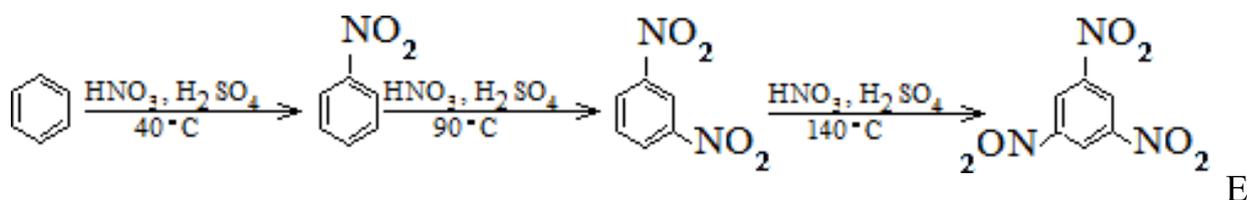
Нитрование ароматических соединений – типичный пример реакции электрофильного замещения:



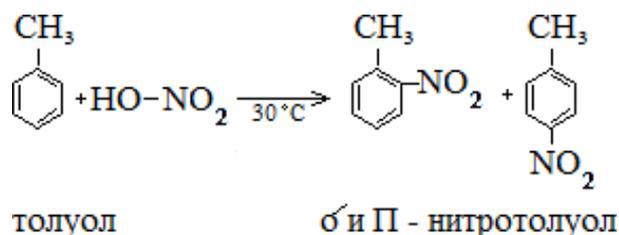
нитрующая смесь



Нитрогруппа является заместителем второго ряда, затрудняет введение в бензольное кольцо второй и третьей нитрогруппы, направляет их в мета-положение:

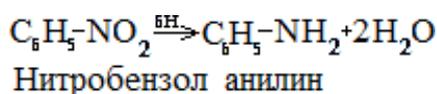


Если в ароматическом кольце присутствует заместитель первого рода, то процесс нитрования значительно облегчается, и нитрогруппа направляется в орто - и пара-положения:

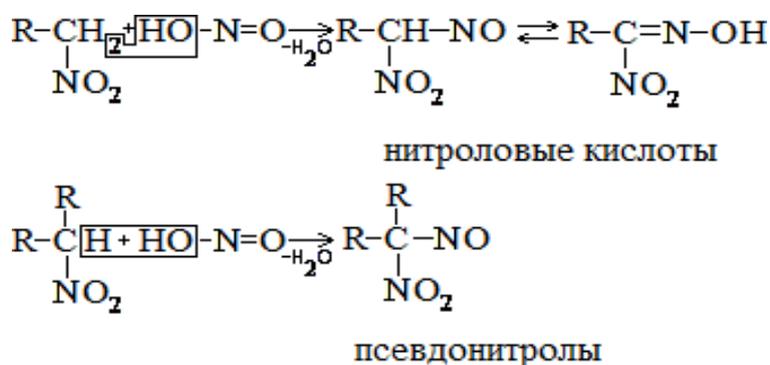


Химическое поведение нитросоединений определяется наличием в молекуле нитрогруппы, а также строением углеводородного радикала и их взаимным влиянием.

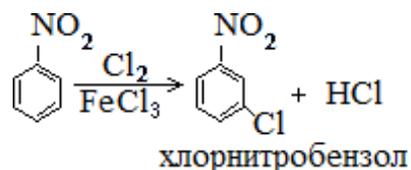
Восстановление до первичных аминов является наиболее важной реакцией нитросоединений. Особенно большое промышленное значение имеет восстановление ароматических нитросоединений:



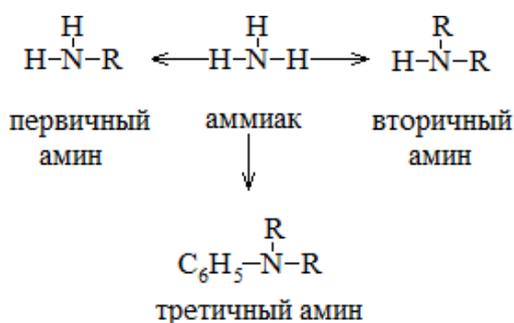
В зависимости от условий восстановления (в кислой, щелочной или нейтральной средах) и характера восстановителя в ходе реакции образуются различные промежуточные продукты. Различить первичные, вторичные и третичные нитросоединения можно действием азотистой кислоты на нитросоединения. Первичные нитросоединения образуют с азотистой кислотой нитроловые кислоты, щелочные соли которых окрашены в красный цвет. Вторичные нитросоединения образуют псевдонитролы, окрашенные в эфире в синий цвет. Третичные нитросоединения с азотистой кислотой не реагируют.



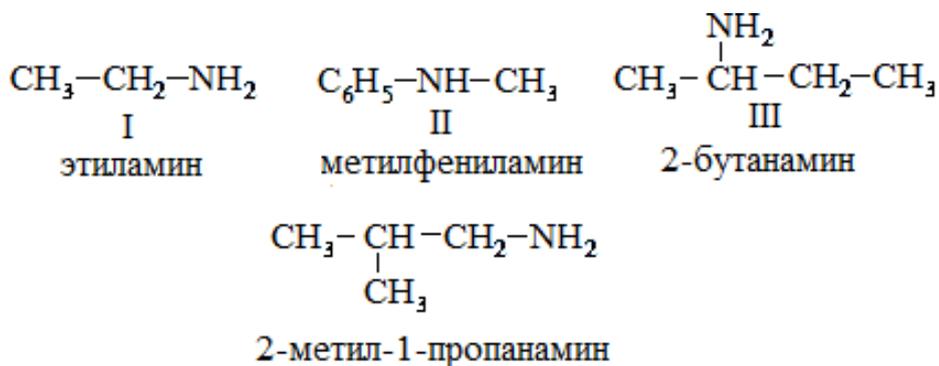
Для ароматических нитросоединений имеют место реакции замещения по кольцу, причем нитрогруппа предпочтительно ориентирует вхождение второго заместителя при электрофильном замещении в мета-положение:



Амины рассматривают как производные аммиака, в молекуле которого атомы водорода замещены на углеводородные радикалы. Однозамещенные производные аммиака называются первичными, двухзамещенные – вторичными, трехзамещенные – третичными аминами. Функциональная группа аминов $-NH_2$. В зависимости от строения радикала различают алифатические (насыщенные и ненасыщенные), ароматические (содержащие аминогруппу в ядре или боковой цепи) и алициклические амины.



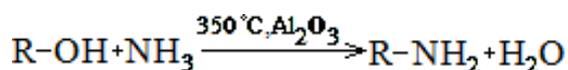
По рациональной номенклатуре амины рассматривают как алкил – (арил) замещенные аммиака; название их составляют из двух частей: названия радикала и слова «амин» (I и II). По международной номенклатуре к названию углеводорода прибавляют окончание «амин» с указанием номера углеродного атома, связанного с аминогруппой (III):



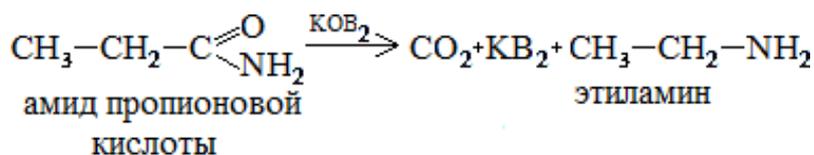
Изомерия аминов связана с количеством и строением радикалов, а также с положением аминогруппы в цепи (III и IV).

Важнейшим способом получения аминов является реакция восстановления нитросоединений (реакция Зинина). Другим способом получения аминов является

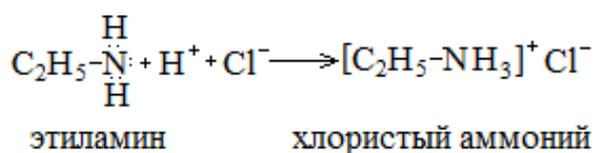
алкилирование аммиака. По реакции Гофмана образуется трудноразделяемая смесь первичных, вторичных и третичных аминов, а также четвертичного аммониевого основания. Низшие первичные амины получают при взаимодействии аммиака со спиртом:



Перегруппировкой Гофмана можно получать первичные амины из амидов карбоновых кислот при сокращении углеродной цепи на один атом. Например:



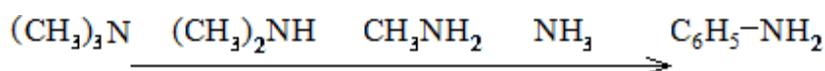
Химическое поведение аминов определяется наличием в их молекуле аминогруппы. Наличие свободной электронной пары у атома азота дает ему возможность присоединять протон, поэтому амины, подобно аммиаку, проявляют основные свойства: образуют гидроксиды и соли. Например:



В этих реакциях амины ведут себя как нуклеофильные реагенты.

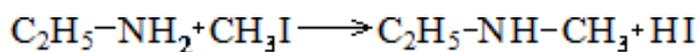
На основные свойства аминов влияет строение радикала, с которым связана аминогруппа. Алифатические амины обладают большими основными свойствами, чем ароматические амины, последнее объясняется сопряжением свободной электронной пары атома азота с электронами бензольного ядра, снижающим ее подвижность.

Основность аминов понижается в ряду:



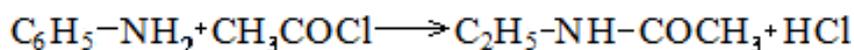
Ослабление основных свойств аминов

Амины легко вступают в реакции АЛКИЛИРОВАНИЯ и АЦИЛИРОВАНИЯ:



этиламин

метил этиламин



анилин

фенилацетамид

Реакция с азотистой кислотой позволяет различать первичные, вторичные и третичные алифатические амины: первичные взаимодействуют с образованием спирта и свободного азота; вторичные превращаются в нитрозоамины; с третичными реакция не идет. Взаимодействие ароматических аминов с азотистой кислотой протекает сложнее.

Реакции электрофильного замещения в ароматическое кольцо протекают в орто- и пара-положения, т.к. аминогруппа является сильным заместителем 1 рода, причем реакции нитрования должна предшествовать «защита аминогруппы» от окислительного действия азотной кислоты.

Ароматические амины легко окисляются. Даже при хранении амины постепенно темнеют за счет образующихся продуктов окисления. В условиях жесткого окисления образуется черный краситель «анилиновый черный».

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Восстановление нитрометана с образованием мелламина

В пробирку поместить 2 капли нитрометана, 5 капель концентрированного раствора едкого натра и взболтать содержимого пробирки до полного растворения нитрометана. В раствор внести на кончике микролопатки порошок цинка и нагреть смесь в пламени спиртовки до появления характерного аммиачного запаха.

Написать реакцию восстановления нитрометана атомарным водородом. Как изменится окраска влажной лакмусовой бумажки, поднесенной к отверстию пробирки?

Опыт 2. Получение метиламина из ацетамида

В пробирку поместить несколько из ацетамида CH_3CONH_2 , 4 капли воды и 3 капли свежеприготовленного раствора бромной воды. Содержимое пробирки встряхнуть, охладить водой и прибавить к нему по каплям концентрированный раствор щелочи до обесцвечивания брома, затем добавить еще несколько капель 0,1 н. раствора едкого натра, вставить в отверстие пробирки газоотводную трубку, опустив ее свободный конец в пробирку с 10 каплями воды, охлаждаемую в сосуде со льдом (рис. 9).

При нагревании рабочей пробирки на пламени спиртовки ощущается характерный запах сырой рыбы и аммиака, присущий всем газообразным и жидким аминам.

Составить уравнение протекающей реакции и гидролиза образующегося метиламина. Какое значение рН среды покажет универсальный индикатор? Раствор метиламина сохранить для опытов 3 и 4.

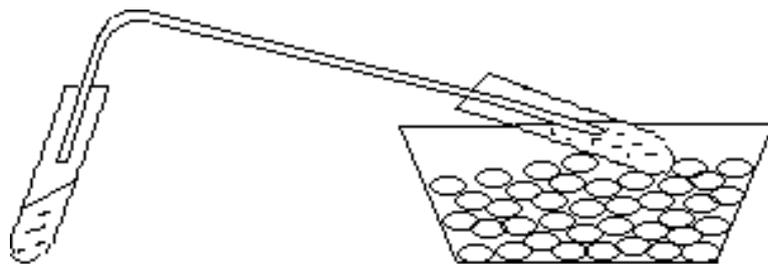


Рис. 9. Установка для получения метиламина

Опыт 3. Образование хлористоводородной соли метиламина

К отверстию газоотводной трубки поднести стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Образуется белый осадок солянокислой соли метиламина. Написать уравнение протекающей реакции.

Опыт 4. Реакция метиламина с раствором сернокислой меди

В пробирку поместить 2 капли раствора метиламина и 2 капли 0,02 н. раствора сернокислой меди $CuSO_4$ и 2 капли 0,02 н раствора гидроксида натрия. К реакционной смеси добавлять по каплям избыток раствора амина до растворения осадка гидроксида меди. Раствор окрашивается в фиолетовый цвет за счет образования комплексных соединений меди, легко растворимых в воде. Написать уравнение реакции метиламина с раствором сернокислой меди. Какие свойства алифатических аминов проявляются в проведенных опытах?

Опыт 5. Растворимость анилина в воде

В пробирку поместить 5 капель воды, 1 каплю анилина и энергично взболтать. Образуется эмульсия анилина в воде. Добавить еще 3–4 капли воды и вновь взболтать содержимое пробирки. Что наблюдаете? Что можно сказать о растворимости анилина в воде?

Опыт 6. Образование солей анилина

В пробирку поместить 1 каплю анилина, 8 капель воды и встряхнуть содержимое пробирки; универсальным индикатором проверить кислотность среды.

Полученную эмульсию анилина разлить в 2 пробирки. В одну пробирку по каплям внести 2 н. раствор серной кислоты до выпадения осадка сернокислого анилина. В другую пробирку по каплям вводить концентрированную соляную кислоту до получения однородного раствора соли солянокислого анилина.

Составить уравнение протекающих реакций. Будут ли гидролизироваться соли анилина с минеральными кислотами? Если да, то какую реакцию имеют водные растворы этих солей? Что можно сказать об основности ароматических аминов по сравнению с алифатическими аминами?

Опыт 7. Цветные реакции анилина

Приготовить раствор солянокислого анилина из 1 капли анилина, 5 капель воды и избытка концентрированного раствора соляной кислоты.

Реакция с лигнином. Нанести каплю полученного раствора на полоску газетной бумаги, рисовальной бумаги ватмана. Желто-оранжевое окрашивание, характерное для лигнина, по-разному проявляется на различных сортах бумаги. Как именно?

Реакция с хлорной известью. На стеклянную пластинку нанести каплю раствора солянокислого анилина и добавить каплю раствора хлорной извести. Появляется красно-фиолетовое окрашивание, переходящее в синее.

Реакция с двухромовокислым калием. На стеклянную пластинку нанести каплю раствора солянокислого анилина и добавить по одной капле 0,5 Н раствора двухромовокислого калия $K_2Cr_2O_7$ и 2 Н раствора серной кислоты. Появляется темно-зеленое окрашивание, переходящее в синее и затем – в черное.

Последние 2 реакции основаны на легкой окисляемости анилина. Конечным продуктом является «черный анилин» – краситель для хлопчатобумажных тканей и меха.

5. Вопросы для самоконтроля

5.1. Какие соединения называются нитросоединениями? Характер радикалов, входящих в состав нитросоединений.

5.2. Строение нитрогруппы.

5.3. Номенклатура и изомерия нитросоединений на примере соединений с брутто-формулами $C_4H_9NO_2$; $C_6H_4(NO_2)_2$.

5.4. Для алифатических нитросоединений указать первичные, вторичные и третичные нитропроизводные.

5.5. Какие способы являются наиболее употребительными для получения нитросоединений жирного и ароматического ряда?

5.6. Механизм реакции нитрования ароматического кольца. Роль серной кислоты в нитрующей смеси.

5.7. Восстановление нитросоединений. Реакция Зинина.

5.8. Какой реакцией можно различить первичные, вторичные и третичные алифатические нитросоединения?

5.9. Какие соединения называются аминами? Характер радикалов, входящих в состав аминов.

5.10. Изомерия и номенклатура аминов. Первичные, вторичные и третичные амины.

5.11. Привести пример первичного амина со вторичным углеводородным радикалом.

СОЕДИНЕНИЯ СО СМЕШАННЫМИ ФУНКЦИЯМИ

1. Цель работы

Изучение свойств соединений со смешанными функциями.

2. Задание

2.1. Изучить качественную реакцию α -аминокислот с хлорным железом.

2.2. Обнаружить молочную кислоту в кислой молочной сыворотке цветной реакцией с хлорным железом.

2.3. Провести опыт по разложению молочной кислоты серной кислотой.

2.4. Провести декарбоксилирование салициловой кислоты.

2.5. Провести опыт по обнаружению в салициловой кислоте фенольного гидроксила.

2.6. Изучить кислотно-основные свойства глицина.

2.7. Сделать выводы. Оформить отчет.

3. Теоретическая часть

Органические соединения, содержащие две (или более) различные функциональные группы, называют соединениями со *смешанными функциями*. Наибольшее значение среди них имеют функционально замещенные кислоты. В первую очередь – это окси- и аминокислоты. Число карбоксильных групп определяет основность оксикислот, а число гидроксильных групп - их атомность. Например, яблочная кислота $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$ является двухосновной, трех атомной оксикислотой.

По взаимному расположению функциональных групп различают α -, β -, и γ -окси(амино)кислоты. Так, молочная кислота $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$ относится к α -оксикислотам, а 3-амино-пропаповая $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ – к β -аминокислотам. Многие природные окси(амино)кислоты оптически активны.

Оксикислоты – жидкости или кристаллические вещества, растворимые в воде. По сравнению с карбоновыми кислотами с такой же длиной углеродной цепи *оксикислоты* (в особенности α -оксикислоты) обнаруживают более сильно выраженные кислотные свойства.

Аминокислоты – бесцветные кристаллические вещества с высокими температурами плавления. В воде они хорошо растворяются, причем водные растворы одноосновных аминокислот обнаруживают почти нейтральную реакцию. Это объясняется их способностью диссоциировать в воде с образованием внутренних солей (биполярных ионов):



Водный раствор аминокислоты будет иметь кислую реакцию, если аминогруппу блокировать с помощью какого-либо реагента (например, формальдегида), и основную реакцию - при блокировании карбоксильной группы (переводом ее, например, в сложноэфирную группировку).

Оксикислоты проявляют свойства кислот и спиртов, аминокислоты - свойства кислот и аминов. Как кислоты они легко образуют соли, амиды, сложные эфиры, галогенангидриды. Как спирты оксикислоты дают алкоколяты, простые эфиры, замещают гидроксил галогеном. Аминогруппа в аминокислоте легко ацилируется и алкилируется. За счет аминогруппы происходит образование солей с неорганическими кислотами, взаимодействие с азотистой кислотой.

Особо следует сказать об α -соединениях, которые обнаруживают ряд специфических реакций, обусловленных взаимным влиянием карбоксильной и гидроксильной (амино) групп. Так, α -оксикислоты легко восстанавливаются в карбоновые кислоты, например, под действием йодистого водорода HI:

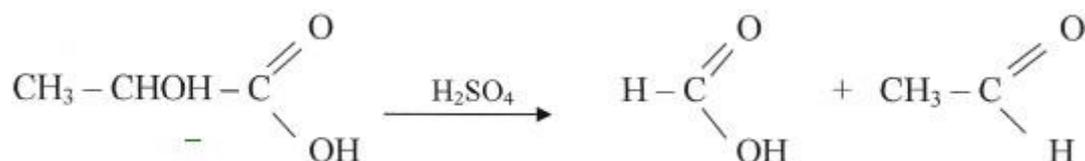


Легкость декарбоксилирования салициловой (О-оксибензойной) кислоты также связана со взаимным влиянием гидроксильной и карбоксильной групп, расположенных в О-положении в ароматическом кольце:



α -Аминокислоты при нагревании с разбавленной серной кислотой отщепляют муравьиную кислоту, превращаясь в альдегид или кетон, содержащий на один атом углерода меньше, чем исходная оксикислота.

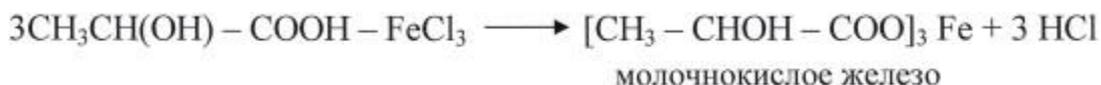
Например:



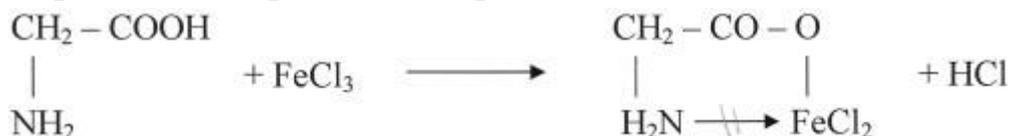
Присутствие в продуктах реакции ацетальдегида легко доказать реакцией с фуксинсернистой кислотой.

Особо следует сказать о качественной реакции с хлорным железом на окси и аминокислоты. При изучении фенолов была рассмотрена цветная реакция последних с хлорным железом. Фиолетовое окрашивание раствора свидетельствует о наличии свободной фенольной группировки $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ в растворе. Если теперь к фиолетовому раствору комплексного фенолята железа $(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_3\text{Fe}$ добавить α -оксикислоты (например, молочной $\text{H}_3\text{C} - \text{CHOH} - \text{COOH}$), то

фиолетовая окраска раствора переходит в желто-зеленую вследствие вытеснения фенола из комплексного фенолята и образования лактата железа – молочнокислого железа:



α -Аминокислоты, в свою очередь, дают с хлорным железом красное окрашивание. Происходит образование окрашенного комплекса:



При добавлении минеральной кислоты раствор обесцвечивается вследствие разрушения окрашенного комплекса.

α -Аминокислоты подобно первичным аминам способны к реакции диазотирования с азотистой кислотой с образованием α -оксикислот. В современной химии аминокислот важную роль играет цветная реакция на аминокислоты с нингидрином (синее окрашивание).

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Качественная реакция α -аминокислот с хлорным железом.

В пробирку поместить 2–3 капли 0,2Н раствора глицина и добавить 1 каплю 0,1 н. раствора хлорного железа FeCl_3 . Возникшая красная окраска доказывает присутствие аминокислоты. К полученному комплексу прилить 2–3 капли 0,1 н. HCl . Что происходит с окраской раствора? Составить уравнение образования окрашенного комплекса.

Опыт 2. Открытие молочной кислоты в молочной сыворотке.

В пробирку ввести 1 каплю 0,1 н. раствора хлорного железа FeCl_3 и добавить 1–2 капли 5%-ного раствора фенола до появления фиолетового окрашивания. Затем прибавить 2 капли кислой сыворотки от простокваши. Чем объяснить появление зелено-желтого окрашивания? Составить уравнение взаимодействия молочной кислоты, содержащейся в сыворотке, с хлорным железом.

Опыт 3. Разложение молочной кислоты серной кислотой.

В пробирку поместить 2 капли воды, 1 каплю концентрированной серной кислоты H_2SO_4 и 1 каплю молочной кислоты. Отверстие пробирки закрыть пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустить в пробирку, содержащую 1 мл воды и 2–3 капли фуксинсернистой кислоты. Смесь молочной и серной кислот нагреть до кипения. О чем говорит окрашивание в розово-фиолетовый цвет раствора фуксинсернистой кислоты? Составить уравнение расщепления молочной кислоты концентрированной серной кислотой.

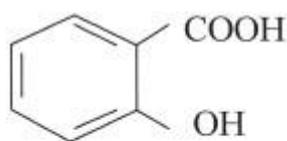
Опыт 4. Декарбокислирование салициловой кислоты.

В сухую пробирку поместить 2 кристаллика салициловой (0-оксибензойной) кислоты. Отверстие пробирки закрыть пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустить в пробирку с 3 каплями раствора баритовой воды. Пробирку с салициловой кислотой нагреть. Чем объяснить помутнение баритовой воды? Составить уравнения декарбокислирования салициловой кислоты и взаимодействия углекислого газа с баритовой водой.

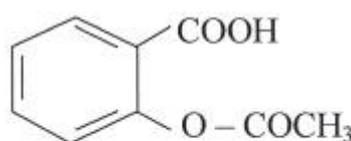
Опыт 5. Доказательство отсутствия фенольного гидроксила в аспирине (ацетилсалициловой кислоте).

С целью обнаружения фенольного гидроксила в салициловой кислоте в пробирку поместить 2 кристаллика салициловой кислоты и 4 капли воды. Добавить 1 каплю 0,1 н. раствора хлорного железа $FeCl_3$. Какое характерное окрашивание приобретает раствор?

Аналогичный опыт провести с несколькими крупинками аспирина (ацетилсалициловой кислоты) и убедиться, что окрашивание не появляется. Какой можно сделать вывод на основе сравнения формул салициловой кислоты и аспирина?



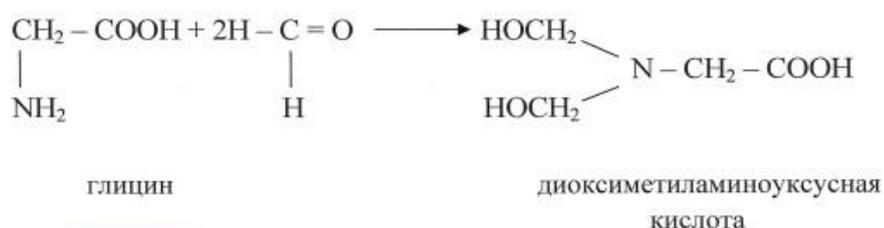
салициловая
кислота



ацетилсалициловая
кислота (аспирин)

Опыт 6. Изучение кислотно-основных свойств аминокислот.

Капельную пробу глицина нанести на полоску универсального индикатора и убедиться, что раствор глицина показывает нейтральную реакцию. Для изучения кислотно-основных свойств аминокислот провести блокировку аминогруппы глицина. Для этого в пробирку с 3 каплями 0,2 н. раствора глицина прилить раствор из другой пробирки, который готовится заранее: в пробирку с 3 каплями 40%-ного раствора формальдегида и 1 каплей индикатора метилового красного прилить по каплям 0,1 н. раствор едкого натра $NaOH$ до перехода красной окраски раствора в желтую (нейтральная среда на метиловый красный). Как только раствор формальдегида будет прилит к раствору глицина, содержимое пробирки приобретает розовую окраску. Среда уже не нейтральная, а какая? Имеет место следующий процесс:



Дополнительно можно проверить кислотность среды с помощью полоски универсального индикатора. Изменилось ли рН раствора глицина после блокировки аминогруппы с помощью формальдегида? Составить уравнение диссоциации молекулы глицина в водной среде.

5. Содержание отчета

Отчет составляется с указанием цели, задания. Описываются проведенные опыты, наблюдаемые явления, составляются уравнения реакций. Частные заключения по отдельным опытам сводятся в общий вывод о взаимном влиянии функциональных групп в α -окси и α -аминокислотах.

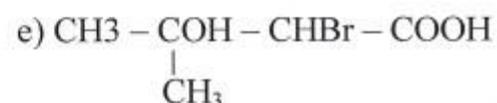
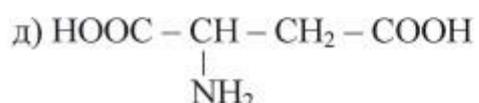
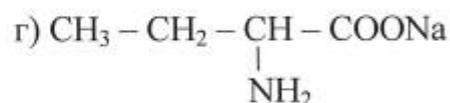
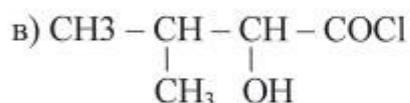
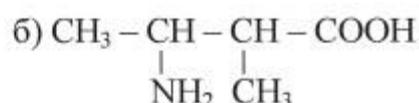
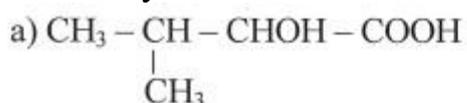
6. Вопросы для самоконтроля

6.1. Какие соединения называются соединениями со смешанными функциями?

6.2. Чем отличаются между собой по строению, оптическим свойствам и химической активности α -, β - и γ -окси- и аминокислоты?

6.3. Привести пример 3-х основной 5 атомной оксикислоты? Чем определяется основность и атомность оксикислот?

6.4. Назвать следующие соединения:



6.5. Какие из приведенных выше соединений могут иметь оптические изомеры? Какую среду покажут водные растворы приведенных выше аминокислот (п.п. б, д)?

6.6. Осуществить переход:



Все соединения назвать.

6.7. Написать формулы промежуточных и конечных продуктов в следующей схеме:



Все соединения назвать.

6.8. Для α -амино-валерьяновой кислоты написать реакции: а) с HCl ; б) с NaOH ; в) с PCl_5 ; г) с HNO_2 .

6.9. Какой качественной реакцией можно обнаружить α -окси (аминокислоту) в растворе?

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА БЕЛКИ

1. Цель работы

Изучение качественных реакций, используемых для обнаружения белков и определения их аминокислотного состава.

2. Задание

- 2.1. Провести биуретовую реакцию.
- 2.2. Провести нингидриновую реакцию.
- 2.3. Провести ксантопротеиновую реакцию.
- 2.4. Провести реакцию на аргинин.
- 2.5. Провести реакцию на тирозин.
- 2.6. Провести реакцию на серосодержащие аминокислоты.
- 2.7. Провести определение неизвестного вещества в исследуемом растворе.
- 2.8. Сделать вывод и оформить отчёт.

3. Теоретическая часть

Белки – высокомолекулярные полимерные органические соединения, состоящие из аминокислот и обладающие амфотерными свойствами. Цветные реакции на белки являются реакциями на функциональные группы радикалов аминокислот, входящих в состав белков. Значение цветных реакций состоит в том, что они дают возможность обнаружить присутствие белка в биологических жидкостях, растворах и установить аминокислотный состав различных

природных белков. Эти реакции применяются как для качественного, так и для количественного определения белка и содержащихся в нем аминокислот.

Существует два типа цветных реакций: универсальные (биуретовая и нингидриная) и специфические (на отдельные аминокислоты).

Биуретовая реакция (Пиотровского) открывает пептидную связь в белке. В щелочной среде раствор белка, взаимодействует с ионами меди, приобретает сине-фиолетовый цвет. Продукты не полного гидролиза белка – пептоны – дают розовое окрашивание. Биуретовую реакцию способны давать вещества, которые содержат не менее двух пептидных связей. Биуретовая реакция обусловлена образованием биуретового комплекса в результате соединения меди с пептидной группировкой белка; при этом в щелочной среде пептидная связь находится в енольной форме. Степень окраски биуретового комплекса зависит от концентрации белка и количество ионов меди в растворе.

Нингидриновая реакция характерна для аминокрупп, находящихся в α -положении и входящих в состав белков, полипептидов и свободных аминокислот. В результате взаимодействия α -аминокислоты с нингидридом образуют шиффово основание, которое перегруппировывается, декарбоксилируется и расщепляется на альдегид и аминодикетогидринден. Образовавшийся аминодикетогидринден конденсируется ещё с одной молекулой нингидрина. Образовавшееся соединение превращается в окрашенную енольную форму, получившее название «сине-фиолетовый комплекс Руэмана»

В присутствии органических растворителей (спирта или ацетона) образовавшееся шиффово основание не распадается, поскольку в соединении нет воды. Конденсируясь с нингидридом, оно содержит в своём составе радикал исходной аминокислоты, который обуславливает различную окраску: голубую, красную, синюю, фиолетовую, а в присутствии аминокислоты пролина – жёлтую.

Ксантопротениновая реакция (Мульдера) доказывает присутствие в белке ароматических аминокислот (тирозина, фенилаланин, триптофан). При обработке раствора белка, содержащего эти аминокислоты, концентрированной азотной кислоты появляется жёлтое окрашивание, которое при добавлении щёлочи переходит в оранжевое. Реакция обусловлена образованием нитропроизводных циклических аминокислот. В щелочной среде нитропроизводные аминокислот образуют соли хиноидной структуры, окрашенные в оранжевый цвет.

С белками, содержащими тирозин, идет также реакция Миллона. При добавлении к раствору белка раствора ртути в азотной кислоте с небольшим количеством азотистой кислоты (реактив Миллона) и при кипячении образуется кроваво красный осадок ртутной соли динитротирозина, благодаря наличию в тирозине фенольного ядра. К раствору белка не следует добавлять избыток реактива Миллона, т.к. он содержит азотную кислоту, которая при взаимодействии с белком может дать жёлтое окрашивание (ксантопротеиновая реакция), маскирующее реакцию Миллона.

Белки, содержащие аргинин, дают розово-красное окрашивание с α -нафтолом т.к. аргинин имеет гуанидиновую группировку которая в присутствии

α -нафтола окисляет гипобромитом в щелочной среде и образует продукт конденсации розово-красного цвета.

Белки, содержащие сульфидрильные группы $-SH$, подвергаются щелочному гидролизу, в результате чего происходит отщепление серы, которая с плюмбитом даёт чёрный или бурый нерастворимый осадок сульфида свинца. Метинин, хотя и содержит серу, этой реакции не даёт, т.к. сера в нём связана прочно.

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Биуретовая реакция (Пиотровского)

К 5 каплям 1% раствора яичного белка прибавляют 5 капель 10% раствора NaOH, 2 капли 1% раствора сульфата меди и все перемешивают. Содержимое пробирки приобретает фиолетовый цвет, свидетельствующий о наличии пептидных связей в белковой молекуле. Нельзя добавлять, избыток сульфата меди, т.к. синий осадок гидрата окси меди маскирует характерное фиолетовое окрашивание биуретового комплекса белка.

Опыт 2. Нингидриновая реакция.

К 5 каплям раствора белка прибавить 5 капель 0,5% водного раствора нингидрина и кипятят 1–2 минуты. В пробирке появляется сначала розово-фиолетовое окрашивание, которое с течением времени синее вследствие образования сине-фиолетового комплекса комплекса Руэмана свидетельствующего о наличии раствора α – аминокислоты.

Опыт 3. Ксантопротеиновая реакция (Мульдера)

Берут три пробирки и наливают в первую 5 капель раствора яичного белка, во вторую 5 капель раствора тирозина, в третью 5 капель раствора желатина. Затем во все пробирки добавляют по 3 капли концентрированной азотной кислоты и осторожно кипятят. В первой и второй пробирках появляется осадок жёлтого цвета, а в третьей окрашивания нет, т. к. желатин не содержит циклических аминокислот. После охлаждения в каждую пробирку добавляют приблизительно 10–15 капель 20% раствора щёлочи NaOH до появления оранжевого окрашивания вследствие образования натриевой соли динитротирозина.

Опыт 4. Реакция на аргинин (Сакагучи)

Берут три пробирки и наливают в первую 10 капель 0,1% раствора аргинина, во вторую – 10 капель 1% раствора яичного белка, в третью – 10 капель раствора желатина. Во все пробирки добавляют по 10 капель 10% раствора NaOH и по 3 капли 0,2% спиртового раствора α -нафтола и 10 капель NaBrO. Содержимое пробирки хорошо перемешивают. Добавляют (НЕ МЕДЛЕННО!) 5 капель 40% раствора мочевины для стабилизации быстроразвивающегося розово-красного окрашивание.

Опыт 5. Реакция на тирозин (Миллона)

Берут 4 пробирки. В первую наливают 5 капель 1% раствора яичного белка, во вторую 5 капель 0,02% раствора тирозина, в третью 5 капель 0,1% раствора фенола, в четвёртую 5 капель 1% раствора желатина. В каждую пробирку приливают по 3 капли реактива Миллона (раствор ртути в азотной кислоте) и осторожно нагревают. В пробирках с яичным белком и тирозином появляются кроваво-красное окрашивание, в пробирках с фенолом – розово-красное, а в пробирках с желатином жидкость бесцветна и слегка желтеет, если есть примесь других белков.

Опыт 6. Реакция Фоля

Берут три пробирки. В первую наливают 5 капель 1% раствора белка, во вторую 5 капель 0,02% раствора цистеина, в третью 5 капель 1% раствора желатина. В каждую пробирку добавляют по 5 капель 30% раствора NaOH и по 1 капле 5% раствора ацетата свинца. Интенсивно кипятят и дают постоять 1–2 минуты. При этом в 1-ой и 2-ой пробирках появляется чёрный осадок, а в третьей пробирке осадка не образуется т.к. желатин не содержит серосодержащие аминокислоты.

Опыт 7. Нитропруссидная реакция

Берут три пробирки. В первую наливают 5 капель 1% раствора яичного белка, во вторую 5 капель 0,02% раствора цистеина, в третью 5 капель 1% желатина. В каждую пробирку добавляют 5 капель 20% раствора щёлочи, интенсивно кипятят, охлаждают и приливают 3 капли свежеприготовленного 5% раствора нитропрусида натрия. При этом в 1-ой и 2-ой пробирках появляется красно-фиолетовое окрашивание. Интенсивность окрашивания зависит от количества аминокислот, содержащих серу, и от количества белка в растворе.

Опыт 8. Контрольное определение

С исследуемым раствором проводят все изученные реакции на белки и аминокислоты. На основании полученных результатов делается вывод о наличии в растворе того или иного белка или аминокислоты.

5. Содержание отчёта

Отчёт составляется с указанием цели, задания, уравнениями протекающей реакции, экспериментальных данных и вывода. Вывод включает в себя заключение о возможности обнаружения белков цветными реакциями и о аминокислотном составе белковых молекул. Результаты опытов оформляются в виде таблицы.

Название реакции	Материал исследования	Используемые реактивы	Окраска продукта	Чем обусловлена реакция

6. Вопросы для самоконтроля

- 6.1. Какие вещества называются белками?
- 6.2. Чем обусловлены цветные реакции на белки?
- 6.3. Если с раствором одного белка реакции Миллона и ксантопротеиновая положительны, а с раствором другого отрицательны, что можно сказать о различиях аминокислотного состава этих белков?
- 6.4. Как с помощью цветных реакций обнаружить в белке аргинин?
- 6.5. Как обнаружить в белке цистеин?
- 6.6. Как обнаружить в белке тирозин?

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕЛКОВ

1. Цель работы

Изучить физико-химические свойства белков.

2. Задание

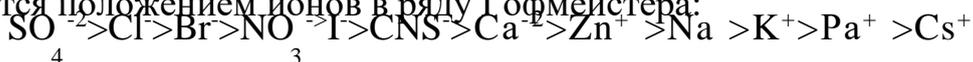
- 2.1. Определить изоэлектрическую точку белка.
- 2.2. Провести разделение альбуминов и глобулинов яичного белка методом высаливания.
- 2.3. Провести осаждение белков при нагревании
- 2.4. Провести осаждение белков солями тяжелых металлов.
- 2.5. Провести осаждение белков минеральными кислотами.
- 2.6. Сделать выводы и оформить отчет.

3. Теоретическая часть

Все белки обладают электрическим зарядом. Величина заряда, определяется количеством ионогенных групп аминокислот, входящих в состав белка. При определенном значении рН суммарный электрический заряд будет равен нулю. Такое значение рН называется изоэлектрической точкой белка. В изоэлектрической точке растворы белка имеют минимальную устойчивость, т.к. они лишены основного стабилизирующего фактора и, следовательно, легко выпадают в осадок. Поэтому определение изоэлектрической точки белка можно свести к определению рН раствора, при котором наблюдается наибольшее помутнение раствора белка.

При растворении белков в воде образуются коллоидные растворы. При добавлении к таким растворам солевых растворов, происходит выпадение белка в

осадок, называемое высаливанием. При высаливании происходит дигидротация белковых молекул и устранение заряда. На процесс высаливания влияет ряд факторов: гидрофильность, белка, заряд и т.д. Поэтому для высаливания, различных белков требуется различная концентрация одних и тех же солей. Так, глобулины, имеющие большую относительную массу, чем альбумины, осаждаются полунасыщенным раствором $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а альбумины насыщенным раствором. Высаливание белков является обратимым процессом, т.е. при высаливании способность белков к растворению не теряется, осаждение белков различными солями зависит от их дегидратирующей способности, которая определяется положением ионов в ряду Гофмейстера:



Поэтому хлорид натрия осаждает белки слабее, чем сульфат аммония.

При денатурации происходит разрушение третичной и частично вторичной структуры белковой молекулы, что ведет к уменьшению или полной потере специфической биологической активности белка.

Денатурация белка является необратимым процессом. Она протекает под влиянием различных физических (нагревание, действие, ультра фиолетовых лучей, и т.д.) и химических (соли тяжелых металлов, минеральные и органические кислоты и т.д.) факторов.

Осаждение белков солями тяжелых металлов в отличие от высаливания происходит при небольших концентрациях солей. Белки; взаимодействуя с солями тяжелых металлов (свинца, меди, серебра, ртути и др.), абсорбируют их, образуя соединения; растворимые в избытке этих солей (за исключением солей AgNO_3 , HgCl_2), но не растворимые в воде. Растворение осадка в избытке солей называется адсорбционной пептизацией.

Концентрированные минеральные кислоты вызывают денатурацию белка и образуют комплексные соли белка с кислотами (за исключением, фосфорной кислоты) В избытке всех минеральных кислот (исключая азотную) выпавший осадок белка растворяется.

Денатурация белка, происходящая под воздействием высоких температур, не всегда сопровождается выпадением белка в осадок. Если проводить нагревание сильно подкисленных или подщелоченных растворов, осадок не образуется. Это объясняется появлением на молекуле белка одноименного заряда, препятствующего объединению частиц в агрегаты.

4. Порядок выполнения работы

Опыт 1. Определение изоэлектрической точки белка

Приготовьте буферные растворы с определенным значением рН. Для этого в шесть сухих пробирок налейте реактивы в количествах, указанных в таблице 4.

Состав буферных растворов и результаты наблюдений

№ пробирки	Состав раствора		рН раствора	Степень помутнения
	СН ₃ СООН 2М	Н ₂ О		
1	1,6	0,4	3,8	
2	0,8	1,2	4,1	
3	0,4	1,6	4,4	
4	0,2	1,8	4,7	
5	0,1	1,9	5,0	
6	0,06	1,94	5,3	

Во все пробирки прибавьте по 0,2 мл раствора казеина в растворе ацетата натрия (0,2 М СН₃СООNa). Все растворы тщательно перемешайте. Через 5–10 мин наблюдается помутнение растворов. Наибольшее выпадение осадка будет наблюдаться в той пробирке, где рН соответствует изоэлектрической точке казеина.

Результаты работы занесите в таблицу 1, и сделайте выводы из полученных результатов.

Опыт 2. Разделение альбуминов и глобулинов яичного белка методом высаливания

К 20 каплям неразбавленного яичного белка добавляют хлорид натрия до насыщения раствора (до того момента, когда соль перестанет растворяться). Выпадает белый аморфный осадок глобулинов. Через 10 минут (время необходимо для полного осаждения глобулинов) осадок отфильтровать. Пробирку с фильтратом прокипятить. Наблюдается выпадение яичного белка.

К 20 каплям неразбавленного яичного белка добавляют 20 капель насыщенного раствора сульфата аммония и перемешивают. Получается полунасыщенный раствор сульфата аммония, в котором выпадает осадок яичного глобулина. Через 5 минут осадок отфильтровывают. В фильтрате остается яичный альбумин. Для этого высаливания к фильтрату прибавляют измельченный порошок сульфата аммония до полного насыщения. Выпавший осадок альбумина отфильтровывают, а с фильтратом проделывают биуретовую реакцию. Отрицательная реакция указывает на отсутствие белка.

Опыт 3. Осаждение белков при нагревании

В 5 пробирок наливают по 0,5 мл раствора яичного белка. В первую пробирку добавляют одну каплю 1% уксусной кислоты, во вторую 2–3 капли 1% раствора уксусной кислоты, в третью 1–2 капли 1% раствора уксусной кислоты и 1 каплю насыщенного раствора хлорида натрия, в четвертую 1–2 капли 10% раствора гидроксида натрия, пятую оставляют без изменения. Все пять пробирок нагревают. Наблюдают помутнение и образование осадка в первой, третьей и пятой пробирках. Результаты опыта и выводы записывают в таблицу 5.

Состав смеси для осаждения белков и результаты наблюдений

№ пробирки	Среда	Наблюдаемые изменения	Выводы
1	Слабокислая (1% СН ₃ СООН)		
2	Кислая (10% СН ₃ СООН)		
3	Кислая(1%СН ₃ СООН+ NaCl)		
4	Щелочная (10% NaOH)		
5	Нейтральная		

Опыт 4. Осаждение белков солями тяжелых металлов

В три пробирки наливают по 5 капель раствора яичного белка и добавляют: в первую – 1–2 капли 1% раствора сульфата меди, во вторую – 1–2 капли 5% раствора нитрата серебра. В третью – 2 капли 5% раствора ацетата свинца. Во всех пробирках образуется осадок нерастворимый в воде. При добавлении в первую пробирку 5–10 капель раствора сульфата меди наблюдают растворение бледно-голубого осадка в избытке реактива. Во второй пробирке при добавлении 5–10 капель раствора нитрата серебра растворение осадка не происходит. При добавлении в третью пробирку 5–10 капель 5% раствора ацетата свинца происходит растворение осадка.

Опыт 5. Осаждение белков минеральными кислотами

В две пробирки наливают по 10 капель концентрированных кислот: азотной и серной. Наклонив пробирку под углом 45°, осторожно по стенке пробирки наливают равный объем раствора белка (10 капель), так, чтобы обе жидкости не смешивались. На границе двух слоев жидкостей образуется осадок в виде небольшого кольца. При добавлении избытка азотной кислоты, осадок не исчезает, а при добавлении избытка серной кислоты осадок растворяется.

5. Вопросы для самоконтроля

- 6.1. От чего зависит растворимость белка? Какие факторы стабилизируют белки в растворе?
- 6.2. Каковы общие принципы осаждения белка из раствора?
- 6.3. Каким способом можно осадить белки из раствора не вызывая их денатурации?
- 6.4. Как отделить глобулины от альбуминов в растворе яичного белка?

УГЛЕВОДЫ**1. Цель работы**

Изучение реакционной способности моно- ди- и полисахаридов.

2. Задание

- 2.1. Провести цветную реакцию на углеводы с α -нафтолом.
- 2.2. Выполнить качественные реакции на альдегидную группу.
- 2.3. Выполнить реакцию Селиванова на кетозы.
- 2.4. Сравнить реакционную способность восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов.
- 2.5. Провести для крахмала ферментативный гидролиз и реакцию с йодом.
- 2.6. Сделать вывод о реакционной способности моно-, ди- и полисахаридов.
- 2.7. Составить отчет.

3. Теоретическая часть

Углеводы, или сахара представляет собой самый распространённый на Земле класс органических соединений. В химическом отношении углеводы являются многоатомными альдегидами и кетоспиртами. Все углеводы делят на две большие группы: моносахариды и полисахариды.

Моносахариды хорошо растворимы в воде, не гидролизуются. Наиболее важными представителями моноз являются глюкоза (альдоза) и фруктоза (кетоза) с общей формулой $C_6H_{12}O_6$. Химически активны. Для моноз наиболее важными являются реакции по карбонильной группе, в которой они вступают в открытой ценной форме.

К реакциям окисления относятся реакции с солями меди(II) и серебра(I) в щелочной среде, в которых глюкоза и фруктоза выступают в роли восстановителей. Эти реакции известны как качественные на альдегидную группу. Фруктоза, в отличие от кетонов, дает реакцию «серебряного зеркала», но здесь нет противоречия. В щелочной среде окисление кетоз протекает с образованием промежуточных продуктов окисления, содержащих альдегидную группу. В отличие от альдегидов глюкоза не вступает в цветную реакцию с фуксинсернистой кислотой.

Для кетоз показательной является реакция Селиванова с резорцином. По карбонильной группе идут реакции с синильной кислотой, гидразином, гидроксиламином, водородом. По спиртовым гидроксилам полу-ацетатной формы идут реакции с образованием гликозидов, простых и сложных эфиров. сахаратов меди.

Явление мутаротации характерно для растворов всех моносахаридов.

Дисахариды (сахароподобные) простейшие представители полисахаридов.

Растворимы в воде, при гидролизе дают 2 молекулы моносахаридов. Общая формула $C_{12}H_{22}O_{11}$. В зависимости от строения дисахаридов, наличия или отсутствия у них свободного полуацетального гидроксильного различают восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.

К восстанавливающим относятся лактоза, мальтоза; к невосстанавливающим - сахароза. За счет свободного полуацетального гидроксильного лактоза(мальтоза) может переходить в открытую карбонильную форму и проявлять восстановительные

свойства подобно глюкозе. Невосстанавливающие дисахариды существуют только в циклической форме и не способны быть восстановителями. Сахароза, как любой дисахарид, легко гидролизует в кислой среде образованием D-глюкозы и D-фруктозы.

В отличие от сахарозы продукты ее гидролиза способны к мутаротации, к окислительно-восстановительным реакциям.

Полисахариды (несахароподобные) являются природными полимерными соединениями с общей формулой $(C_6H_{10}O_5)_n$. Важнейшие представители – крахмал и клетчатка. Мономером для построения цепей этих полисахаридов служит D-глюкоза, но у крахмала она присутствует в α -форме, у клетчатки – в β -форме.

Цепи у крахмала разветвленные, у клетчатки – нет, и звенья повернуты у последней под углом 90° друг по отношению к другу. По гидроксильным группам полимерные цепи клетчатки соединяются поперечными водородными связями, что придаст волокнам особую прочность. Для крахмала известны две реакции: с йодом (протекает с образованием неустойчивого окрашенного комплекса) и реакция гидролиза.

Для клетчатки наиболее типичными являются реакции, протекающие с участием трех свободных гидроксильных групп в каждой мономерной единице. Гидролиз протекает в более жестких условиях, чем для крахмала. Конечный продукт гидролиза – та же D-глюкоза, промежуточный – деллобиоза.

4. *Порядок выполнения работы*

Опыт 1. Цветная реакция на углеводы с α -нафтолом

В одну пробирку внесли 3 мл воды и 5 капель 0,5%-ного раствора глюкозы, а в другую – 3 мл йода и примерно 0,25 чайной ложки тертого сырого картофеля. В каждую пробирку добавить по 5 капель свежеприготовленного 10% раствора α -нафтола. Небольшое помутнение раствора объясняется выпадением α -нафтола. Из пипетки по стенке осторожно прилить 2 мл концентрированной серной кислоты так, чтобы она опустилась дно, не смешиваясь с водным слоем. На границе слоев появляется красно-фиолетовое кольцо, свидетельствующее о присутствии в растворе углевода. Окраска принадлежит сульфированному продукту конденсации α -нафтола с моносахаридом.

Опыт 2. Взаимодействие моносахаридов с солями меди (II) в щелочной среде.

В две пробирки поместить по 1 мл 0,5%-ных растворов глюкозы и фруктозы и по 10 капель 0,2 н. раствора NaOH. К полученным смесям добавить по 2 капли 0,2 н. раствора $CuSO_4$, и по 12 капель воды. Образующийся вначале голубоватый осадок гидроксида меди (II) $Cu(OH)_2$ мгновенно растворяется с образованием прозрачного раствора сахарата меди, имеющего слабо синюю окраску.

При осторожном нагревании щелочных растворов сахаратов меди в обеих пробирках первоначально происходит окрашивание растворов в оранжево-желтый цвет за счет образования гидроксида меди (I) CuOH ; более длительное нагревание приводит к выпадению красного осадка оксида меди (I) Cu_2O .

Выделяющийся при восстановлении гидроксида меди (II) кислород идет на окисление моносахарида. Окисление в щелочной среде моносахаридов протекает с разрывом углеродной цепи и приводит к образованию смеси продуктов окисления.

Опыт 3. Реакция «серебряного зеркала»

В чистой, обезжиренной пробирке смешать 1 мл 0,2Н раствора азотнокислого серебра AgNO_3 с 2 мл 2 н. раствора едкого натра NaOH и по каплям прибавлять 2 н. раствора аммиака до полного растворения осадка гидроксида серебра AgOH . К полученному раствору комплексной соли $[\text{Ag}(\text{NO}_3)_2]\text{OH}$ прибавить 1 мл 0,5%-ного раствора глюкозы и слегка нагреть в пламени спиртовки. Металлическое серебро выделяется на стенках пробирки в виде блестящего зеркального налета.

Какую роль выполняет глюкоза в этой реакции?

Опыт 4. Восстановление аммиачного раствора окиси серебра фруктозой

В условиях опыта 3 провести реакцию «серебряного зеркала» для фруктозы (кетозы).

Вспомним, что эта реакция является качественной на альдегиды. Кетоны в эту реакцию не вступают.

Чем объяснить, что окисление оксидов серебра в щелочной среде служит качественной реакцией на все моносахариды (альдозы, кетозы)?

Составить уравнение реакции окисления фруктозы в условиях опыта.

Опыт 5. Реакция с фуксинсернистой кислотой для глюкозы

В две пробирки налить по 2 мл бесцветного насыщенного раствора фуксинсернистой кислоты. В одну пробирку добавить 2 мл 40%-ного раствора формалина, в другую – 2 мл 0,5%-ного раствора глюкозы. В пробирке с формальдегидом через некоторое время появляется интенсивная розово-фиолетовая окраска (выделяется свободный фуксин).

Появляется ли аналогичное окрашивание в пробирке с глюкозой?

Все ли качественные реакции на альдегидную группу присущи и альдозам?

Опыт 6. Реакция Селиванова на кетозы

Смешать в пробирке 1 мл 0,3%-ного раствора фруктозы с 2 мл реактива Селиванова (0,05 г резорцина растворить в 100 мл HCl 1:1). Содержимое пробирки нагреть до начала кипения. Жидкость постепенно окрашивается в красный цвет за счет образования продуктов конденсации резорцина с фруктозой.

Опыт 7. Взаимодействие дисахаридов с солями меди в щелочной среде

В условиях опыта 2 провести взаимодействие 0,5%-ных растворов лактозы и сахарозы с солями меди (II).

Почему изменение окраски растворов при нагревании происходит только в одной пробирке (какой)?

Составьте уравнение протекающих реакций и свяжите результаты опыта со спецификой поведения восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов.

Опыт 8. Кислотный гидролиз сахарозы

В пробирку поместить 1 мл 1%-ного раствора сахарозы, 1 мл 2Н раствора соляной кислоты и 3 мл воды. Содержимое пробирки нагревать на кипящей водяной бане в течение 30–40 мин. Половину раствора затем отлить в другую пробирку, добавить к ней несколько капель 2 н. раствора NaOH (до появления щелочной реакции на лакмус) и 1 мл 0,2 н. раствора CuSO_4 . При нагревании появляется оранжево-желтое окрашивание, доказывающее образование глюкозы в продуктах гидролиза сахарозы.

К оставшейся части гидролизованного раствора сахарозы (первая пробирка) добавить 2 мл реактива Селиванова и нагреть до кипения.

Почему возникает розовое окрашивание раствора? Составить уравнение гидролиза сахарозы.

Опыт 9. Ферментативный гидролиз крахмала

К 2 мл крахмального клейстера (2%-ный раствор) добавить такое же количество слюны и стеклянной палочкой перемешивать раствор в течение двух минут. В пробирку с гидролизом крахмала добавить 2 мл 2 н. раствора NaOH и 1 мл 0,2 н. раствора CuSO_4 . О чем свидетельствует появление желтого окрашивания при нагревании раствора гидролизата? Написать уравнение ферментативного гидролиза крахмала до мальтозы. Обладают ли крахмал и мальтоза восстанавливающими свойствами?

Опыт 10. Реакция крахмала с йодом

К 2 мл крахмальной клейстера (2%-ный раствор) добавить 1 мл 0,01 н. водного раствора йода. Появляется характерное синее окрашивание раствора. Нагреть раствор до кипения и охладить. Какие изменения претерпевает окраска раствора в процессе нагрева и охлаждения и почему?

5. Вопросы для самоконтроля

- 5.1. Классификация углеводов. Важнейшие представители.
- 5.2. Моносахариды: строение, D и L-ряды, α и β -формы.
- 5.3. Какие функциональные группы характерны для моносахаридов и какими реакциями можно подтвердить их присутствие?
- 5.4. Какие качественные реакции альдегидов характерны для моносахаридов?

- 5.5. Как объяснить наличие реакции «серебряного зеркала» у кетоз?
- 5.6. Какой реакцией можно обнаружить присутствие кетоз в растворе?
- 5.7. Чем определяется деление дисахаридов на восстанавливающие и невосстанавливающие? Важнейшие представители.
- 5.8. Какое явление носит название «явление мутаротации». Будет ли мутаротировать мальтоза, лактоза, сахароза и продукты их гидролиза?
- 5.9. Как протекает гидролиз полисахаридов в зависимости от условий проведения реакции?
- 5.10. В чем сходство и различие крахмала и клетчатки?

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Артеменко А.И. Органическая химия: учебник. — М.: Высшая школа, 2002. — 559 с.

Дополнительная

2. Агрономов А.Е. Лабораторные работы в органическом практикуме: учеб. пособие. — М.: Химия, 1974. — 376 с.
3. Иванов В.Г. Практикум по органической химии: учеб. пособие. — М.: Академия, 2002. — 288 с.
4. Артеменко А.И. Органическая химия: Учебник. — М.: Высшая школа, 2000. — 559 с.
5. Биологическая химия/под ред. Н. И. Ковалевской. — М.: Академия, 2009. — 256 с.