

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИО: Силин Яков Петрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.06.2026 09:53:38
Уникальный программный ключ:
24f866be2aca16484036a8c0b3c307a99341e6d9

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

Одобрена
на заседании кафедры

27.11.2025 г.
протокол № 4
Зав. кафедрой Стожко Н.Ю.

Утверждена
Советом по учебно-методическим
вопросам и качеству образования

16 декабря 2025 г.
протокол № 4
Председатель _____ Карх Д.А.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины	Общая химия
Направление подготовки	19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания
Профиль	Организация и управление предприятиями в сфере индустрии питания
Форма обучения	заочная
Год набора	2026
Разработана:	
Профессор, д.х.н.	Стожко Н.Ю.
Доцент, к.п.н.	Калугина И.Ю.

Екатеринбург
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	3
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ	3
4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОПОП	3
5. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	4
6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ	5
7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
8. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	13
9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ОНЛАЙН КУРСОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	14
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	15

ВВЕДЕНИЕ

Рабочая программа дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы бакалавриата, разработанной в соответствии с ФГОС ВО

ФГОС ВО	Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования- бакалавриат по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020г. № 1047)
---------	--

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

является подготовка специалистов, владеющих теоретическими основами неорганической, органической химии и практическими навыками проведения лабораторного эксперимента, понимающих химизм процессов при хранении и переработке пищевого сырья, использующих химические знания при решении возникающих практических задач, проявляющих высокую культуру питания и потребления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Промежуточная аттестация	Часов					3.е.
	Всего за семестр	Контактная работа (поуч.зан.)			Самостоятельная работа в том числе подготовка контрольных и курсовых	
		Всего	Лекции	Лабораторные		
Семестр 1						
Зачет с оценкой	72	20	8	12	48	2
Семестр 2						
Экзамен, Контрольная работа	108	20	8	12	79	3
	180	40	16	24	127	5

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОПОП

В результате освоения ОПОП у выпускника должны быть сформированы компетенции, установленные в соответствии с ФГОС ВО.

Шифр и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-2 Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1.ОПК-2 Знает базовые знания, полученные в области естественных наук

ОПК-2 Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2.ОПК-2 Умеет использовать их в профессиональной деятельности
	ИД-3.ОПК-2 Владеет навыками: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

5. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Тема	Часов						
	Наименование темы	Всего часов	Контактная работа (по уч.зан.)			Самост. работа	Контроль самостоятельной работы
			Лекции	Лабораторные	Практические занятия		
Семестр 1		68					
Тема 1.	Строение атома. Периодическая	11	1	2		8	
Тема 2.	Химическая связь и строение молекул. Классы	9	1	2		6	
Тема 3.	Основы химической кинетики. Химическое	10	1	1		8	
Тема 4.	Сильные и слабые электролиты. Электролитичес	7	1	2		4	
Тема 5.	Гидролиз солей. Гетерогенные равновесия.	12	2	2		8	
Тема 6.	Комплексные соединения и их применение в пищевой промышленности.	11	1	2		8	
Тема 7.	Окислительно-восстановительные реакции.	8	1	1		6	
Семестр 2		99					
Тема 8.	Введение. Теоретические представления	15	1			14	
Тема 9.	Углеводороды.	20	1	3		16	
Тема 10.	Кислородсодержащие органические соединения.	18	1	3		14	
Тема 11.	Кислородсодержащие природные соединения.	17	2	3		12	
Тема 12.	Азотсодержащие органические соединения.	14	2	2		10	
Тема 13.	Азотсодержащие природные соединения.	15	1	1		13	

6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ

Раздел/Тема	Вид оценочного средства	Описание оценочного средства	Критерии оценивания
Текущий контроль (Приложение 4)			
Тема 1	Контрольная работа №1 (Приложение 4)	Контрольная работа №1 состоит из 15 вариантов. В каждом варианте по 4 практических задания.	20 баллов
Тема 2	Контрольная работа №2 (Приложение 4)	Контрольная работа №2 состоит из 15 вариантов. В каждом варианте по 4 практических задания.	20 баллов
Тема 3	Контрольная работа №3 (Приложение 4)	Контрольная работа №3 состоит из 15 вариантов. В каждом варианте по 4 практических задания.	20 баллов
Тема 4	Контрольная работа №4 (Приложение 4)	Контрольная работа №4 состоит из 15 вариантов. В каждом варианте по 3 практических задания.	20 баллов
Тема 5	Контрольная работа №5 (Приложение 4)	Контрольная работа №5 состоит из 15 вариантов. В каждом варианте по 3 практических задания.	20 баллов
Тема 6	Контрольная работа №6 (Приложение 4)	Контрольная работа №6 состоит из 15 вариантов. В каждом варианте по 5 практических заданий.	20 баллов
Тема 7	Контрольная работа №7 (Приложение 4)	Контрольная работа №7 состоит из 15 вариантов. В каждом варианте по 4 практических задания.	20 баллов
Тема 8	Контрольная работа №8 (Приложение 4)	Контрольная работа №8 состоит из 79 вариантов. В каждом варианте по 6 практических заданий.	20 баллов
Тема 9	Контрольная работа №8 (Приложение 4)	Контрольная работа №8 состоит из 79 вариантов. В каждом варианте по 6 практических заданий.	20 баллов
Тема 10	Контрольная работа №9 Контрольная работа №10 (Приложение 4)	Контрольная работа №9 состоит из 79 вариантов. В каждом варианте по 4 практических задания.	20 баллов
		Контрольная работа №10 состоит из 79 вариантов. В каждом варианте по 5 практических заданий.	20 баллов
Тема 11	Контрольная работа №11 Контрольная работа №12 (Приложение 4)	Контрольная работа №11 состоит из 79 вариантов. В каждом варианте по 5 практических заданий.	20 баллов
		Контрольная работа №12 состоит из 79 вариантов. В каждом варианте по 5 практических заданий.	20 баллов
Тема 12	Контрольная работа №13 (Приложение 4)	Контрольная работа №13 состоит из 79 вариантов. В каждом варианте по 5 практических заданий.	20 баллов
Тема 13	Контрольная работа №13 (Приложение 4)	Контрольная работа №13 состоит из 79 вариантов. В каждом варианте по 5 практических заданий.	20 баллов
Промежуточная аттестация (Приложение 5)			

2 семестр(Эк)	Билеты для экзамена(Приложение 5)	25 билетов по 3 вопроса. В каждом экзаменационном билете 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание.	100 баллов
1 семестр(ЗаО)	Билеты для зачёта с оценкой (Приложение 5)	21 билет по 4 вопроса. В каждом билете по 1 теоретическому и 3 практических вопроса.	100 баллов

ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Показатель оценки освоения ОПОП формируется на основе объединения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающегося.

Показатель рейтинга по каждой дисциплине выражается в процентах, который показывает уровень подготовки студента.

Текущий контроль. Используется 100-балльная система оценивания. Оценка работы студента в течение семестра осуществляется преподавателем в соответствии с разработанной им системой оценки учебных достижений в процессе обучения по данной дисциплине.

В рабочих программах дисциплин и практик закреплены виды текущего контроля, планируемые результаты контрольных мероприятий и критерии оценки учебных достижений.

В течение семестра преподавателем проводится не менее 3-х контрольных мероприятий, по оценке деятельности студента. Если посещения занятий по дисциплине включены в рейтинг, то данный показатель составляет не более 20% от максимального количества баллов по дисциплине.

Промежуточная аттестация. Используется 5-балльная система оценивания. Оценка работы студента по окончании дисциплины (части дисциплины) осуществляется преподавателем в соответствии с разработанной им системой оценки достижений студента в процессе обучения по данной дисциплине. Промежуточная аттестация также проводится по окончании формирования компетенций.

Порядок перевода рейтинга, предусмотренных системой оценивания, по дисциплине, в пятибалльную систему.

Высокий уровень – 100% - 70% - отлично, хорошо.

Средний уровень – 69% - 50% - удовлетворительно.

Показатель оценки	По 5-балльной системе	Характеристика показателя
100% - 85%	отлично	обладают теоретическими знаниями в полном объеме, понимают, самостоятельно умеют применять, исследовать, идентифицировать, анализировать, систематизировать, распределять по категориям, рассчитать показатели, классифицировать, разрабатывать модели, алгоритмизировать, управлять, организовать, планировать процессы исследования, осуществлять оценку результатов на высоком уровне
84% - 70%	хорошо	обладают теоретическими знаниями в полном объеме, понимают, самостоятельно умеют применять, исследовать, идентифицировать, анализировать, систематизировать, распределять по категориям, рассчитать показатели, классифицировать, разрабатывать модели, алгоритмизировать, управлять, организовать, планировать процессы исследования, осуществлять оценку результатов. Могут быть допущены недочеты, исправленные студентом самостоятельно в процессе работы (ответаи т.д.)
69% - 50%	удовлетворительно	обладают общими теоретическими знаниями, умеют применять, исследовать, идентифицировать, анализировать, систематизировать, распределять по категориям, рассчитать показатели, классифицировать, разрабатывать модели, алгоритмизировать, управлять, организовать, планировать процессы исследования, осуществлять оценку результатов на среднем уровне. Допускаются ошибки, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.
49 % и менее	неудовлетворительно	обладают не полным объемом общих теоретическими знаниями, не умеют самостоятельно применять, исследовать, идентифицировать, анализировать, систематизировать, распределять по категориям, рассчитать показатели, классифицировать, разрабатывать модели, алгоритмизировать, управлять, организовать, планировать процессы исследования, осуществлять оценку результатов. Не сформированы умения и навыки для
100% - 50%	зачтено	характеристика показателя соответствует «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»
49 % и менее	не зачтено	характеристика показателя соответствует «неудовлетворительно»

7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Содержание лекций

Тема 1. Строение атома. Периодическая система химических элементов.
Основные законы естественных наук, решение задач. Строение атома. Периодическая система химических элементов.
Развитие физических представлений о строении атома. Периодический закон Менделеева. Периодическая система элементов как естественная классификация элементов по строению атомов элементов.

Тема 2. Химическая связь и строение молекул. Классы неорганических соединений.
Химическая связь и строение молекул. Классы неорганических соединений.
Химия как раздел естествознания. Предмет и задачи неорганической химии. Значение химических знаний для специалистов-технологов общественного питания.
Основные понятия и законы химии.
Гибридизация атомных орбиталей. sp -, sp^2 -, sp^3 -гибридизация.

Тема 3. Основы химической кинетики. Химическое равновесие.
Основы химической кинетики. Химическое равновесие.
Химическая кинетика как наука о скорости и механизмах химических реакций. Скорость химической реакции, ее математическая запись и физический смысл. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.

Тема 4. Сильные и слабые электролиты. Электролитическая диссоциация.
Сильные и слабые электролиты. Электролитическая диссоциация.

Тема 5. Гидролиз солей. Гетерогенные равновесия.
Гидролиз солей. Гетерогенные равновесия.
Понятие гидролиза. Условия протекания гидролиза. Полный (необратимый) гидролиз. Константа гидролиза. Степень гидролиза. Их математическая запись и физический смысл. Зависимость между степенью гидролиза и начальной концентрацией соли. Факторы, влияющие на равновесие гидролиза.

Тема 6. Комплексные соединения и их применение в пищевой промышленности.
Комплексные соединения и их применение в пищевой промышленности.
Структура комплексных (координационных) соединений. Комплексообразователь. Лиганды. Координационное число. Заряд комплексного иона и комплексообразователя. Механизм координационной связи. Основные типы и номенклатура комплексных соединений. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константа нестойкости комплексных ионов.

Тема 7. Окислительно-восстановительные реакции.
Окислительно-восстановительные реакции.
Степень окисления. Процессы окисления и восстановления. Важнейшие окислители и восстановители. Понятие окислительно-восстановительной реакции (ОВР). Типы окислительно-восстановительных реакций. Правила составления уравнений окислительно-восстановительных реакций.

Тема 8. Введение. Теоретические представления в органической химии.
Введение. Теоретические представления в органической химии.
Основные положения теории строения органических соединений А.М.Бутлерова. Явление изомерии органических соединений. Пространственное строение органических молекул. Виды химических связей. Ковалентная связь. Основные характеристики ковалентной связи: энергия, длина, полярность, поляризуемость.

<p>Тема 9. Углеводороды. Углеводороды. Ациклические углеводороды. Предельные углеводороды (насыщенные). Алканы. Непредельные углеводороды (ненасыщенные). Алкены. Алкадиены. Алкины. Алициклические углеводороды. Циклоалканы. Терпены. Арены. Алкалоиды.</p>
<p>Тема 10. Кислородсодержащие органические соединения. Кислородсодержащие органические соединения. Спирты. Фенолы. Простые эфиры. Альдегиды. Кетоны. Карбоновые кислоты. Непредельные карбоновые кислоты (акриловая, метакриловая, сорбиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая). Сложные эфиры.</p>
<p>Тема 11. Кислородсодержащие природные соединения. Кислородсодержащие природные соединения. Жиры. Углеводы. Олигосахариды. Полисахариды.</p>
<p>Тема 12. Азотсодержащие органические соединения. Азотсодержащие органические соединения (амины). Реакции алкилирования и ацилирования. Взаимодействие с азотистой кислотой. Реакция диазотирования и ее значение. Реакции по радикалу в ароматическом ряду. Представители: метиламин, лецитин, анилин. Получение аминов.</p>
<p>Тема 13. Азотсодержащие природные соединения. Азотсодержащие природные соединения. Аминокислоты. Протеиногенные аминокислоты. Пептиды. Белки.</p>

7.2 Содержание практических занятий и лабораторных работ

<p>Тема 2. Химическая связь и строение молекул. Классы неорганических соединений.</p> <p>Химическая связь и строение молекул. Классы неорганических соединений.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Получение и свойства оксидов. 2. Получение и свойства гидроксидов. 3. Получение солей.
<p>Тема 3. Основы химической кинетики. Химическое равновесие.</p> <p>Основы химической кинетики. Химическое равновесие.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Практическое изучение следующих вопросов: <ul style="list-style-type: none"> - зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. - влияние катализатора на скорость реакции. - влияние площади поверхности реагирующих веществ на скорость реакции в гетерогенной системе. - химическое равновесие и его смещение.

Тема 4. Сильные и слабые электролиты. Электролитическая диссоциация.

Сильные и слабые электролиты. Электролитическая диссоциация.

1. Практическое изучение следующих вопросов:

- зависимость диссоциации от свойств растворителя
- диссоциация кислот, оснований и солей
- реакции обмена, идущие с образованием малорастворимых соединений
- реакции обмена, идущие с образованием слабодиссоциирующих соединений и газов
- смещение равновесия в растворах слабых электролитов

Тема 5. Гидролиз солей. Гетерогенные равновесия.

Гидролиз солей. Гетерогенные равновесия.

1. Практическое изучение следующих вопросов:

- реакции растворов различных солей
- влияние температуры на гидролиз.
- растворение веществ в продуктах гидролиза
- необратимый гидролиз при совместном растворении солей
- степень гидролиза.

Тема 6. Комплексные соединения и их применение в пищевой промышленности.

Комплексные соединения и их применение в пищевой промышленности.

1. Практическое изучение следующих вопросов:

- отличие двойных солей от комплексных соединений.
- получение аммиакатов никеля и меди.
- образование и разрушение комплексного иона аммиаката серебра.
- обменные реакции комплексных соединений.

Тема 7. Окислительно-восстановительные реакции.

Окислительно-восстановительные реакции.

1. Практическое изучение следующих вопросов:

- межмолекулярные реакции с участием наиболее распространенных электролитов.
- межмолекулярные реакции с участием наиболее распространенных окислителей.
- межмолекулярные реакции с участием веществ, проявляющих и окислительные и восстановительные свойства.

Тема 9. Углеводороды.

Углеводороды.

Основные вопросы:

1. Свойства предельных углеводородов
2. Получение и свойства непредельных углеводородов
3. Свойства ароматических углеводородов

Тема 10. Кислородсодержащие органические соединения.

Кислородсодержащие органические соединения (спирты, фенолы, эфиры, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты).

Лабораторная работа «Спирты. Фенолы».

Основные вопросы:

1. Химические свойства спиртов
2. Химические свойства фенолов
3. Качественные реакции

Лабораторная работа «Альдегиды. Кетоны».

Основные вопросы:

1. Обнаружение карбонильной группы – качественные реакции
2. Химические свойства карбонильных соединений

Лабораторная работа «Карбоновые кислоты. Сложные эфиры».

Основные вопросы:

1. Химические свойства карбоновых кислот
2. Получение и химические свойства сложных эфиров

Тема 11. Кислородсодержащие природные соединения.

Кислородсодержащие природные соединения (жиры, углеводы).

Лабораторная работа «Жиры».

Основные вопросы:

1. Химические свойства жиров

Лабораторная работа «Углеводы».

Основные вопросы:

1. Химические свойства моносахаридов
2. Химические свойства дисахаридов
3. Химические свойства полисахаридов

Тема 12. Азотсодержащие органические соединения.

Азотсодержащие органические соединения (амины).

Лабораторная работа «Амины».

Основные вопросы:

1. Химические свойства аминов

Тема 13. Азотсодержащие природные соединения.

Азотсодержащие природные соединения (протеиногенные аминокислоты, пептиды, белки).

Лабораторная работа «Аминокислоты. Белки».

Основные вопросы:

1. Химические свойства аминокислот
2. Физико-химические свойства белков
3. Качественные реакции на белки

Тема 2. Химическая связь и строение молекул. Классы неорганических соединений. контрольная работа
Тема 3. Основы химической кинетики. Химическое равновесие. контрольная работа
Тема 4. Сильные и слабые электролиты. Электролитическая диссоциация. контрольная работа
Тема 5. Гидролиз солей. Гетерогенные равновесия. контрольная работа
Тема 6. Комплексные соединения и их применение в пищевой промышленности. контрольная работа
Тема 7. Окислительно-восстановительные реакции. контрольная работа
Тема 8. Введение. Теоретические представления в органической химии. контрольная работа
Тема 9. Углеводороды. контрольная работа
Тема 10. Кислородсодержащие органические соединения. контрольная работа
Тема 11. Кислородсодержащие природные соединения. контрольная работа
Тема 12. Азотсодержащие органические соединения. контрольная работа
Тема 13. Азотсодержащие природные соединения. контрольная работа

7.3.1. Примерные вопросы для самостоятельной подготовки к зачету/экзамену
Приложение 1

7.3.2. Практические задания по дисциплине для самостоятельной подготовки к зачету/экзамену
Приложение 2

7.3.3. Перечень курсовых работ
курсовые работы не предусмотрены

7.4. Электронное портфолио обучающегося
размещается контрольная работа

7.5. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы
приложение 6

7.6 Методические рекомендации по выполнению курсовой работы
не предусмотрено

8. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

По заявлению студента

В целях доступности освоения программы для лиц с ограниченными возможностями здоровья при необходимости кафедра обеспечивает следующие условия:

- особый порядок освоения дисциплины, с учетом состояния их здоровья;
- электронные образовательные ресурсы по дисциплине в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- изучение дисциплины по индивидуальному учебному плану (вне зависимости от формы обучения);
- электронное обучение и дистанционные образовательные технологии, которые предусматривают возможности приема-передачи информации в доступных для них формах.
- доступ (удаленный доступ), к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определен РПД.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Сайт библиотеки УрГЭУ

<http://lib.usue.ru/>

Основная литература:

2. Росин И. В., Томина Л. Д. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 2. Химия s-, d- и f-элементов [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2024. - 492 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/536242>

3. Росин И. В., Томина Л. Д. Общая и неорганическая химия в 3 т. Т. 1. Общая химия [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2024. - 426 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/536244>

4. Калугина Общая химия (часть 2). Курс лекций. Тема 8. Теоретические представления в органической химии [Электронный ресурс]:. - Екатеринбург: [б. и.], 2024. - 1 – Режим доступа: <https://libw.usue.ru/202408/81.mp4>

5. Оганесян Э. Т., Попков В. А., Щербакова Л. И., Брель А. К. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2024. - 558 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/535927>

6. Дрюк В. Г., Карцев В. Г., Хиля В. П. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2024. - 502 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/541011>

7. Глинка Н. Л., Попков В. А., Бабков А. В. Общая химия [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2024. - 717 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/555925>

8. Зайцев О. С. Химия [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2025. - 470 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/560467>

9. Мартынова Т. В., Артамонова И. В., Годунов Е. Б. Химия [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2025. - 368 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/560130>

10. Глинка Н. Л., Попков В. А., Бабков А. В. Общая химия [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2025. - 717 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/569090>

Дополнительная литература:

2. Щербаков В. В., Барботина Н. Н., Власенко К. К. Общая химия. Сборник задач [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2024. - 139 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/539880>

3. Стожко Общая химия (часть 1). Тесты. Тест 3. Окислительно-восстановительные реакции [Электронный ресурс]:. - Екатеринбург: [б. и.], 2024. - 4 – Режим доступа: <https://libw.usue.ru/202412/55.docx>

4. Стожко Общая химия (часть 1). Тесты. Тест 2. Гидролиз солей [Электронный ресурс]:. - Екатеринбург: [б. и.], 2024. - 4 – Режим доступа: <https://libw.usue.ru/202412/56.docx>

5. Стожко Общая химия (часть 1). Тесты. Тест 1. Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты [Электронный ресурс]:. - Екатеринбург: [б. и.], 2024. - 4 – Режим доступа: <https://libw.usue.ru/202412/57.docx>

6. Олейников Н. Н., Муравьева Г. П. Химия. Алгоритмы решения задач и тесты [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2025. - 249 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/561483>

7. Росин И. В., Томина Л. Д., Бабкина С. С., Мясоедов Е. М., Елфимов В. И., Аликина И. Б., Белова Л. Н., Ярошинский А. И. Общая и неорганическая химия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов для вузов. - Москва: Юрайт, 2025. - 477 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/559893>

8. Зайцев О. С. Химия. Лабораторный практикум и сборник задач [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2025. - 202 – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/560601>

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ

ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ОНЛАЙН КУРСОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Astra Linux Common Edition. Договор №0417-ПО/2019 от 08.05.2019, Акт №Sk000343 от 24.05.2019 и Контракт № 35-У/2018 от 13.06.2018, Акт № УТ213 от 17.12.2018. Срок действия лицензии - без ограничения срока.

МойОфис стандартный. Соглашение № СК-281 от 7 июня 2017. Дата заключения - 07.06.2017. Срок действия лицензии - без ограничения срока.

Перечень информационных справочных систем, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Органическая химия для бакалавров. Учебное пособие.

<https://portal.usue.ru/portal/site/68ed5212-afdc-46a4-972f-aad5fe79d16e/page/0551919b-bd92-4606-9679-646645c2ee81>

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Реализация учебной дисциплины осуществляется с использованием материально-технической базы УрГЭУ, обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий и научно-исследовательской и самостоятельной работы обучающихся:

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения всех видов занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УрГЭУ.

Все помещения укомплектованы специализированной мебелью и оснащены мультимедийным оборудованием спецоборудованием (информационно-телекоммуникационным, иным компьютерным), доступом к информационно-поисковым, справочно-правовым системам, электронным библиотечным системам, базам данных действующего законодательства, иным информационным ресурсам служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа презентации и другие учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.

7.3.1. Примерные вопросы для самостоятельной подготовки к зачету/экзамену.

Примерные вопросы по дисциплине «Общая химия» для самостоятельной подготовки к зачету (I семестр)

1. Классы неорганических соединений: оксиды, гидроксиды, кислоты, соли. Общая химическая формула.
2. Свойства оксидов, оснований, кислот, солей. Генетическая связь между классами.
3. Развитие физических представлений о строении атома. Модели Дж. Томпсона, Э. Резерфорда, Н. Бора. Современные представления о строении атома.
4. Квантовые числа, их физический смысл. Атомные орбитали, форма электронных облаков для s-, p- и d-состояний.
5. Принципы заполнения орбиталей в многоэлектронных атомах. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Правило Хунда. Правила Клечковского.
6. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева.
7. Типы химической связи. Механизм образования ковалентной связи.
8. Свойства и механизм образования ионной связи.
9. Теория валентных связей. sp-, sp²-, sp³ – гибридизация атомных орбиталей.
10. Межмолекулярные взаимодействия. Теория валентных связей и метод молекулярных орбиталей.
11. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции.
12. Влияние концентрации на скорость химической реакции. Закон действующих масс.
13. Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Теория активных молекул Аррениуса
14. Катализ гомогенный и гетерогенный.
15. Химическое равновесие. Константа равновесия. Гетерогенные равновесия. Произведение растворимости.

16. Смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Влияние температуры, давления, концентрации реагентов на состояние равновесия.
17. Электролиты. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Механизм электролитической диссоциации.
18. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации, Константа диссоциации. Закон разбавления Оствальда
19. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Индикаторы.
20. Гидролиз солей. Типичные случаи гидролиза. Степень и константа гидролиза.
21. Окислительно-восстановительные реакции. Важнейшие окислители и восстановители. Типы окислительно-восстановительных реакций.
22. Комплексные соединения. Строение комплексных соединений. Комплексообразователь и лиганды. Координационное число. Диссоциация комплексных соединений.
23. Электролиз. Законы Фарадея.
24. Электролиз водных растворов и расплавов. 25. Качественный анализ. Методы качественного анализа. Аналитическая (сульфидная) классификация катионов и анионов.
26. Количественный анализ. Гравиметрический метод анализа. Выбор и требования к осажденной форме. Выбор осаждения. Весовая форма и требования к ней.
27. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование.
28. Кривые кислотно-основных титрований (4 случая). Индикаторы. Важнейшие кислотно-основные определения (определение карбонатной жесткости воды, определение кислотности почв).
29. Комплексонометрическое титрование. Комплексоны. Использование ЭДТА для анализа тяжелых металлов.

Примерные вопросы по дисциплине «Общая химия» для самостоятельной подготовки к экзамену (II семестр)

Углеводороды

1. Насыщенные углеводороды - алканы. Гомологический ряд. Строение. Изомерия. Физические и химические свойства. Способы получения. Нахождение в природе и практическое значение алканов.

2. Ненасыщенные углеводороды ряда этилена. Гомологический ряд. Строение. Изомерия. Физические и химические свойства. Способы получения. Практическое значение алкенов.
3. Химические свойства углеводородов ряда этилена. Сформулируйте и объясните правило Марковникова с точки зрения механизма реакции электрофильного присоединения. В каких случаях присоединение идет против правила Марковникова?
4. Ненасыщенные углеводороды ряда ацетиленов. Гомологический ряд. Строение. Изомерия. Физические и химические свойства. Способы получения ацетиленов и его гомологов. Практическое значение ацетиленовых углеводородов.
5. Сравните по строению и химическим свойствам диеновые углеводороды с сопряженными и изолированными связями. Применение диеновых углеводородов с сопряженными связями.
6. Сравните по строению и химическим свойствам алкены и алкины. Осуществите переход от ацетиленов к другим классам органических соединений.
7. Сравните по строению и химическим свойствам алканы и алкены.
8. Ароматические углеводороды. Гомологический ряд. Строение. Изомерия. Химические свойства ароматических соединений ряда бензола. Механизм реакций электрофильного замещения.
9. Сравните химические свойства ароматических углеводородов со свойствами циклопарафинов, приведите уравнения соответствующих реакций.
10. Правила ориентации в бензольном кольце при реакциях электрофильного замещения, приведите уравнения соответствующих реакций.
11. Сравните по строению и сопоставьте по химическим свойствам бензол и нафталин.

Гетероциклические органические соединения

1. Пиридин и его производные. Нахождение в природе. Важнейшие химические свойства. Применение.
2. Пятичленные гетероциклы. Строение. Важнейшие химические свойства в сравнении с углеводородами ряда бензола. В состав каких биологически активных соединений они входят?
3. Шестичленные гетероциклы. Нахождение в природе. Строение. Важнейшие химические свойства в сравнении с углеводородами ряда бензола.

Спирты. Фенолы

1. Предельные одноатомные спирты. Строение. Изомерия. Физические и химические свойства. Способы получения. Практическое значение спиртов.
2. Сравните химические свойства одноатомных спиртов и фенолов. Приведите примеры наиболее широко используемых представителей данных классов соединений и укажите области их применения.
3. Многоатомные спирты. Сравните химические свойства глицерина со свойствами предельных одноатомных спиртов.
4. Двухатомные спирты. Их строение и химические свойства в сравнении с предельными одноатомными спиртами.

Альдегиды. Кетоны

1. Сравните химические свойства кетонов алифатического и ароматического рядов.
2. Сравнить по химическим свойствам альдегиды алифатического и ароматического рядов. Назовите важнейшие области применения альдегидов.
3. Сравните реакционную способность карбонильной группы в альдегидах и кетонах. Приведите уравнения соответствующих реакций.

Карбоновые кислоты. Сложные эфиры

1. Предельные одноосновные кислоты алифатического ряда. Строение, изомерия, номенклатура. Физические и химические свойства. Методы получения кислот.
2. Двухосновные насыщенные алифатические кислоты. Сравнение их химических свойства с химическими свойствами одноосновных карбоновых кислот.
3. Сложные эфиры органических кислот. Механизм реакции этерификации. Физические свойства сложных эфиров и области их применения в пищевой промышленности.
4. Сравните строение и химические свойства простых и сложных эфиров. Способы получения простых и сложных эфиров.
5. Сравните строение и химические свойства высших жирных кислот – насыщенных и ненасыщенных.
6. Химические свойства непредельных карбоновых кислот. Сравните их с насыщенными кислотами. Назовите области применения непредельных кислот.
7. Муравьиная и щавелевая кислоты. Нахождение в природе, строение, особенности химических свойств, важнейшие области применения.
8. Гидроксикарбоновые кислоты алифатического ряда. Докажите наличие в молекуле гидроксильной и карбоксильной групп; отношение гидроксикислот к нагреванию – приведите уравнения соответствующих реакций.

Жиры

1. Жиры. Зависимость физических свойств от строения молекулы. Химические свойства на примере олеинолиноленопальмитина. Использование жиров в промышленности.
2. Жиры и масла. Нахождение в природе. Особенности их химических свойств и важнейшие области применения. Способы получения.
3. Жиры и масла. Сходство и различие в строении. Химические свойства: омыление, гидролиз, гидрогенизация, окисление, высыхание масел, переэтерификация, алкоголиз, ацидолиз.

Углеводы

1. Оптическая активность органических соединений. Стереоизомерия. Зеркальные изомеры и диастериомеры (на примере углеводов). Рацематы и мезоформы. Методы разделения рацематов.
2. Стереохимия моноз: D- и L- ряды, α и β-формы моносахаридов. Таутомерия моносахаридов в растворах. Явление мутаротации. Изомерия моносахаридов на примере галактозы.
3. Моносахариды. Нахождение в природе. Строение, физические, химические свойства. Получение моносахаридов гидролизом ди- и полисахаридов, и другими способами.
4. Сравните галактозу и фруктозу по строению и химическим свойствам. В состав каких ди- и полисахаридов они входят?
5. Фруктоза - строение, физические и химические свойства, важнейшие области применения.
6. Эпимеризация моносахаридов на примере глюкозы. Строение эпимеров. Приведите уравнения химических реакций, не позволяющие отличить их друг от друга.
7. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды на примере сахарозы и трегалозы. Особенности строения, важнейшие химические свойства.
8. Сахароза. Нахождение в природе. Особенности строения, важнейшие химические свойства. Суть явления инверсии. Инвертный сахар.
9. Сравните по строению и свойствам мальтозу и сахарозу, подтвердите выводы соответствующими уравнениями реакций.
10. Невосстанавливающий дисахарид трегалоза (грибной сахар). Строение, важнейшие химические свойства.
11. Целлобиоза. Строение, важнейшие химические свойства, источники получения.
12. Сахароза и лактоза: сравните дисахариды по физическим и химическим свойствам.
13. Целлюлоза и целлобиоза. Сравните строение и химические свойства данных соединений.

14. Целлюлоза. Нахождение в природе. Строение, химические свойства. Применение производных целлюлозы.
15. Крахмал и гликоген. Строение молекул. Химические свойства. Важнейшие области применения.
16. Крахмал и целлюлоза. Особенности строения. Гидролиз крахмала и целлюлозы.

Амины. Аминокислоты. Белки

1. Сравните по химическим свойствам амины алифатического и ароматического рядов. Важнейшие области применения аминов и их производных.
2. Аминокислоты алифатического ряда. Классификация. Химические свойства, обусловленные амино- группой, карбоксильной группой, специфические.
3. Белки. Общая формула. Классификация белков по продуктам гидролиза, растворимости, форме молекул, биологической активности. Химические свойства белков. Изоэлектрическая точка белка.
4. Строение белковой молекулы: первичная, вторичная, третичная четвертичная структуры белка. Осаждение белков. Цветные реакции белков.

7.3.2. Практические задания по дисциплине для самостоятельной подготовки к зачету/экзамену

Примерные практические задания к зачету с оценкой

ОПК -2

Задание 1. Реакция, в результате которой выделяется газ, - это...

1. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \dots$
2. $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \dots$
3. $\text{FeSO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
4. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$

Задание 2. Какая формула является математическим выражением скорости прямой реакции:



1. $v = k [\text{C}]$;
2. $v = k [\text{H}_2\text{O}]$;
3. $v = k [\text{CO}] [\text{H}_2\text{O}]$;
4. $v = k [\text{CO}] [\text{H}_2]$.

Задание 3. Сильными электролитами являются все вещества группы:

1. KOH , HNO_3 , H_2SO_4
2. H_2S , H_2SO_4 , H_2SO_3
3. MgCl_2 , CH_3COOH , NaOH
4. H_2S , CH_3COOH , H_2SO_3

Задание 4. Какие параметры являются количественными характеристиками процесса диссоциации?

1. Произведение растворимости и растворимость
2. Коэффициент активности и активность.
3. Константа гидролиза и степень гидролиза.
4. Константа диссоциации и степень диссоциации.

Задание 5. Какой гидроксид является наиболее сильным электролитом, если известны их константы диссоциации?

1. $\text{Fe}(\text{OH})_2$, ($K_{\text{дис.}} = 1,3 \cdot 10^{-4}$)
2. $\text{Mn}(\text{OH})_2$, ($K_{\text{дис.}} = 5,0 \cdot 10^{-4}$)
3. $\text{Cu}(\text{OH})_2$, ($K_{\text{дис.}} = 3,4 \cdot 10^{-7}$)
4. $\text{Hg}(\text{OH})_2$, ($K_{\text{дис.}} = 4,0 \cdot 10^{-12}$)

Задание 6. Какой элемент имеет электронную конфигурацию внешнего слоя $2s^2 2p^3$?

Задание 7. Напишите формулы гидроксидов алюминия, аммония, калия, магния. Укажите, какие из них образуют основные соли? Напишите формулы основных солей с анионом NO_2^- .

Задание 8. Химической реакции в растворе отвечает уравнение $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$. Как изменится скорость этой реакции, если концентрацию вещества А увеличить в 3 раза, оставив концентрацию В прежней?

Задание 9. Как называется состояние системы, при котором скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции?

Задание 10. Химическое равновесие – это такое состояние системы реагирующих веществ, при котором скорости прямой и обратной реакции _____.

Примерные практические задания к экзамену

ОПК -2

Задание 1. Природные высшие жирные кислоты, входящие в состав масел по пространственному строению являются:

1. Транс-изомерами
2. Оптически активными соединениями
3. Цис-изомерами
4. Цис- и транс-изомеры встречаются в природе в равных соотношениях

Задание 2. Каротиноид ликопин отвечает за окраску:

1. Огурцов и кабачков
2. Томатов и шиповника
3. Хурмы и абрикосов

Черной смородины и баклажанов

Задание 3. При гидролизе любого жира всегда образуется трехатомный спирт глицерин, который можно качественно определить:

1. Реактивом Фелинга
2. Свежеприготовленным гидроксидом меди (II)
3. Аммиачным раствором оксида серебра
4. Бромной водой

Задание 4. Применение природных хлорофиллов в производстве газированных напитков сдерживается из-за:

1. Нестойкости при повышенных температурах
2. Нестойкости при повышенных температурах и кислых значениях pH
3. Неприятного оттенка зеленого цвета
4. Трудности точной дозировки

Задание 5. Для каждого белка характерна своя изоэлектрическая точка, в которой белок:

1. Имеет наибольшую растворимость в воде
2. Имеет наименьшую растворимость в воде
3. Денатурирует
4. Обладает повышенной гидрофильностью

Задание 6. Ферментативный препарат на основе глюкозоизомеразы (превращает глюкозу во фруктозу) применяется в пищевой промышленности для получения _____.

Задание 7. Желтая окраска масел и яичного желтка обусловлена присутствием растительных пигментов _____.

Задание 8. Какая из двух кислот обладает более сильными кислотными свойствами яблочная или лимонная? Почему?

Задание 9. Какими физико-химическими свойствами обладают молекулы осмофоры, отвечающие за различные запахи?

Задание 10. Сколько дипептидов можно получить из глицина и аланина? Назовите их.

7.5. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

**Приложение 6
к рабочей программе**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНЫ
на заседании кафедры
физики и химии

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ по дисциплине Общая химия

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой физики и химии

_____ Н.Ю. Стожко

ОБЩАЯ ХИМИЯ

**Учебное пособие для самостоятельной работы студентов и выполнения
контрольных работ**

Авторы: И.Ю. Калугина
Н.Ю. Стожко

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения по дисциплине «Общая химия» (семестр I)

ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Общая химия – представляет собой одну из базовых естественнонаучных дисциплин, составляющих основу образования. Химия – наука о составе, строении и свойствах веществ.

Работа студентов над курсом общей химии должна включать в себя следующие компоненты:

1. самостоятельное изучение материала по учебникам и учебным пособиям;
2. выполнение тестовых заданий по общей химии для переаттестации знаний, полученных в среднем специальном учебном заведении;
3. выполнение домашней контрольной работы;
4. посещение и составление конспекта лекций;
5. выполнение лабораторного практикума;
6. сдача зачета.

Самостоятельные занятия с книгой. Приступая к изучению курса общей химии, прежде всего, ознакомьтесь с его содержанием по рабочей программе дисциплины, уточните объем каждой темы и последовательность изучения содержащихся в ней вопросов.

Перечень учебников, рекомендуемых для изучения курса общей химии, приводится в конце данного пособия.

При первом чтении не следует особенно задерживаться на математических выводах, составлении уравнений реакций; старайтесь получить общее представление об излагаемых вопросах; отмечайте трудные и неясные места. Затем можно перейти к детальному изучению материала. Вникайте в сущность того или иного вопроса и не пытайтесь запомнить отдельные факты и положения. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для лучшего запоминания и усвоения изучаемого материала обязательно заведите рабочую тетрадь и записывайте в нее формулы и уравнения реакций, математические зависимости и их выводы; составляйте глоссарий – специализированный терминологический словарь.

Во всех случаях, когда материал поддается систематизации, следует составлять графики, схемы, диаграммы, таблицы. Они облегчают запоминание и сокращают объем конспектируемого материала. Пока тот или иной раздел не усвоен, не переходите к изучению новых разделов.

Контрольная работа. Один из наилучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала — решение задач по изучаемой теме. Поэтому изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач по основным разделам данного курса. Контрольная работа по дисциплине «Общая химия» (часть I) является обязательной для студентов заочного отделения.

Ответы на теоретические вопросы должны быть четко сформулированными и краткими; не следует переписывать текст из учебников. При решении задач нужно пояснять ход решения и приводить все математические преобразования.

Порядок выполнения контрольной работы

1. Контрольная работа должны быть сдана в установленные учебным планом сроки, в электронном виде через Портал электронных образовательных ресурсов УрГЭУ.

2. На титульном листе работы указываются данные студента: шифр (серия и номер зачетной книжки), факультет (департамент), курс, группа, наименование дисциплины, фамилия, имя, отчество, а также номера выполняемых задач.

3. Нумерация задач должна соответствовать той, которая указана в методическом пособии. Последовательность представления решенных задач – в порядке возрастания их номеров.

4. Обязательным требованием к оформлению контрольной работы является наличие переписанного из пособия условия задачи.

5. Работу следует оформлять аккуратно, все ответы на вопросы должны быть обоснованными. Если по ходу решения приводится расчетная формула, все входящие величины необходимо расшифровать. Расчеты должны сопровождаться кратким пояснением.

6. В конце работы должен быть список использованной литературы (автор, название, издательство, год издания).

7. Если работа после проверки не зачтена, следует ознакомиться с рецензией преподавателя, исправить ошибки и сдать работу вновь.

8. Контрольная работа, выполненная по чужому варианту, возвращается студенту без проверки.

9. Для правильного выбора номеров задач вашего задания используйте табл. 1.

Исходя из первых трех букв Вашей фамилии, из столбцов цифр 1, 2, 3 (табл. 1) подбирают соответствующие буквам номера задач. Затем из столбцов 6, 7, 8 той же таблицы по первым трем буквам вашего имени – еще три задачи. Последние две задачи берут из столбцов 9, 10, исходя из первых двух букв вашего отчества. Букву «Й» считать за «И», букву «Ё» - за «Е».

Пример:

Петрова
15, 21, 33

Анна
46, 73, 88

Николаевна
103, 114, 130

Таблица 1

Таблица для выбора контрольных заданий

Буквы алфавита		Первые три буквы фамилии			Первые три буквы имени			Первые три буквы отчества		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	Р	1	16	31	46	61	76	91	106	121
Б	С	2	17	32	47	62	77	92	107	122
В	Т	3	18	33	48	63	78	93	108	123
Г	У	4	19	34	49	64	79	94	109	124
Д	Ф	5	20	35	50	65	80	95	110	125
Е	Х	6	21	36	51	66	81	96	111	126
Ж	Ц	7	22	37	52	67	82	97	112	127
З	Ч	8	23	38	53	68	83	98	113	128
И	Ш	9	24	39	54	69	84	99	114	129
К	Щ	10	25	40	55	70	85	100	115	130
Л	Ы	11	26	41	56	71	86	101	116	131
М	Ь	12	27	42	57	72	87	102	117	132
Н	Э	13	28	43	58	73	88	103	118	133
О	Ю	14	29	44	59	74	89	104	119	134
П	Я	15	30	45	60	75	90	105	120	135

Лекции. Читаются по важнейшим разделам курса в период установочных и лабораторно-экзаменационных сессий. Составление студентом конспекта лекций позволяет зафиксировать и раскрыть наиболее важные, ключевые вопросы изучаемой дисциплины.

Лабораторные занятия. Для глубокого изучения химии как науки, основанной на эксперименте, необходимо выполнить лабораторный практикум – обязательный элемент учебного процесса. Лабораторный практикум выполняется в период лабораторно-экзаменационной сессии. Для оформления отчетов по лабораторным работам необходимо иметь тетрадь, в которой указываются тема и цель лабораторной работы, экспериментальные данные, уравнения реакций и выводы. Успешное выполнение работы подтверждается подписью преподавателя под каждым отчетом.

Консультации. В случае каких-либо затруднений, возникающих при изучении курса, следует обращаться за письменной консультацией через Портал ЭОР к преподавателю, рецензирующему контрольные работы, или за устной консультацией на кафедру физики и химии. Консультации также

можно получить по вопросам организации самостоятельной работы и по другим организационно-методическим вопросам.

Зачет. К сдаче зачета допускаются студенты, которые успешно выполнили домашнюю контрольную работу, выполнили лабораторные работы и сдали отчеты по лабораторному практикуму.

I. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОСНОВНЫМ РАЗДЕЛАМ КУРСА

Раздел 1. Основные классы неорганических соединений

Ознакомьтесь с предметом и задачами неорганической химии, ее ролью в развитии других естественных наук.

Приступая к изучению основных классов неорганических соединений, необходимо ясно представлять, что такое атомная и молярная масса, моль вещества, эквивалент элемента и соединения, как вычислить эквивалент и эквивалентную массу (массу эквивалента) элемента и сложного вещества.

Вспомните основные классы неорганических соединений (см. рисунок).

Основные классы неорганических соединений

Что представляют собой эти вещества, каковы их состав, строение и свойства? Запомните номенклатурные названия представителей различных классов неорганических соединений.

Раздел 2. Периодический закон Д.И. Менделеева и строение атомов

Изучая тему, прежде всего ознакомьтесь с формулировкой периодического закона. Разберитесь в построении Периодической системы элементов Менделеева, которая является графическим выражением периодического закона.

Обратите внимание на два основных принципа, заложенных Д.И. Менделеевым в построение периодической системы: закономерного сходства в группах (вертикальные ряды) и закономерного различия в

периодах (горизонтальные ряды). Нужно уметь рассказывать об основных химических свойствах элемента по его месту в периодической системе.

Основные закономерности Периодической системы элементов Менделеева (периодическое изменение свойств элементов, наличие главной и побочной подгрупп, периодическое изменение атомных радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности) следует объяснить, исходя из представлений о строении атома. Учение о строении атома основывается на двойственном характере электрона – он обладает и свойствами частицы, и свойствами волны, поэтому его поведение описывается законами квантовой механики. Современные квантово-механические представления о строении атома установились не сразу, поэтому полезно проследить, как шло развитие этого учения.

Энергетическое состояние электрона в атоме характеризуется четырьмя квантовыми числами: главным, побочным (орбитальным), магнитным и спиновым. Необходимо знать их физический смысл и научиться определять значения. В чем заключаются принцип наименьшей энергии, принцип Паули, правило Хунда, правила Клечковского? Уметь изображать электронные и электронно-графические формулы и с их помощью объяснять свойства элементов, такие как основные валентные состояния, способность отдавать или принимать электроны, проявление металлических свойств, способность к комплексообразованию и др. Для описания свойств отдельных элементов или их групп очень важно знать, к какому электронному семейству (*s*-, *p*-, *d*- или *f*-) относится элемент.

Раздел 3. Растворы. Электролитическая диссоциация. Гидролиз солей

Изучение темы следует начать с определения раствора (однородная система переменного состава, в простейшем случае состоящая из растворителя и растворенного вещества и продуктов их взаимодействия) и способов выражения его концентрации (массовая доля, мольная доля, молярная концентрация (молярность), молярная концентрация эквивалентов вещества (нормальность), молярность, титр). Рассматривая растворы электролитов, обратите внимание на то, чем определяется сила электролита (степень диссоциации). Составьте список сильных электролитов и запомните их. При написании уравнений реакций в ионно-молекулярном виде следует знать, что малорастворимые и газообразные вещества, а также слабые электролиты записываются в молекулярном виде. Следует знать, что к слабым электролитам применим закон действия масс. Диссоциация слабых электролитов обратима, поэтому ее можно описать, используя понятие «константа равновесия», которую в данном случае называют «константой электролитической диссоциации». Константа диссоциации слабого электролита связана со степенью его диссоциации законом разбавления Оствальда.

Вода – слабый амфотерный электролит. Ознакомьтесь с константой диссоциации воды и ее ионным произведением. Следует иметь ясное представление о величинах ионного произведения воды, водородного (рН) и гидроксильного (рОН) показателей, которые характеризуют степень кислотности и щелочности растворов. Величина рН играет большую роль в протекании многих технологических процессов. По величине рН судят о качестве продовольственных и непродовольственных товаров. В зависимости от рН среды изменяют свой цвет индикаторы. Запомните примеры и принцип действия кислотно-основных индикаторов.

При растворении многих солей в воде ионы, образующиеся при диссоциации, способны вступать во взаимодействие с молекулами воды. При этом происходит образование слабого электролита и ионов H^+ или OH^- , в результате чего изменяется рН раствора. В общем случае процесс обмена ионами между водой и растворенными в ней солями называется *гидролизом*. В результате гидролиза происходит образование слабодиссоциирующих или труднорастворимых веществ.

Существует несколько видов гидролиза солей.

1. *Гидролиз по аниону* - гидролиз солей, образованных сильным основанием и слабой кислотой, – это гидролиз по аниону (например, CH_3COONa , K_2SO_3 , Na_2CO_3 , Na_2S).

2. *Гидролиз по катиону* - гидролиз солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой, – это гидролиз по катиону (например, NH_4Cl , $CuSO_4$, $Zn(NO_3)_2$, $AlCl_3$).

3. *Гидролиз по катиону и аниону* - гидролиз солей, образованных слабым основанием и слабой кислотой.

4. Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой (например, $NaCl$, K_2SO_4 , KNO_3 и др.), *гидролизу не подвергаются*. Поэтому в растворах этих солей рН @ 7, т.е. реакция среды остается нейтральной.

Раздел 4. Химическая кинетика и химическое равновесие

Изучение этой темы следует начать с основных понятий: реакции прямые и обратные, гомогенные и гетерогенные, система, фаза, скорость реакции, катализ и катализаторы. На каком-либо примере следует рассмотреть, что нужно для того, чтобы произошла химическая реакция (столкновение активных молекул, разрыв химических связей, перегруппировка атомов, образование новых связей). Ознакомьтесь с понятиями «активные молекулы» и «энергия активации». Изучая факторы, влияющие на скорость химических реакций (природа вещества, концентрация, степень дисперсности, температура, наличие катализатора), старайтесь вникнуть в соответствующие уравнения зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ (закон действия масс) и температуры (математическое выражение правила Вант-Гоффа). Обратите внимание на то, что для гетерогенных реакций в уравнение закона

действующих масс не входят концентрации твердых веществ, а входят только концентрации веществ, находящихся в растворе или в газовой фазе. Уясните физический смысл константы скорости реакции, разберите факторы, влияющие на ее величину (энергия активации, определяемая природой вещества). Ознакомьтесь с особенностями гомогенного и гетерогенного катализа. Катализаторы уменьшают энергию активации и способствуют ориентации молекул в пространстве, удобной для химического взаимодействия. В случае обратимых реакций катализаторы ускоряют наступление равновесия.

Большинство химических реакций обратимы. Когда скорости прямого и обратного процессов станут равными, наступает состояние химического равновесия, количественной характеристикой которого служит константа химического равновесия. Величина константы равновесия зависит от природы реагирующих веществ и температуры. Разберитесь в применении принципа Ле-Шателье к различным случаям смещения химического равновесия.

Раздел 5. Окислительно-восстановительные процессы

Приступая к изучению темы, следует уяснить понятия «степень окисления» и «валентность». Степенью окисления называют условный заряд атома в молекуле, вычисляемый исходя из предположения, что молекула состоит только из ионов. Под валентностью понимают число химических связей, которыми данный атом соединен с другими атомами.

Валентность и степень окисления различаются. Так, в молекуле Cl_2 оба атома хлора одновалентны, а степень окисления их равна нулю; в ионе аммония NH_4^+ валентность азота равна четырем, а степень окисления азота равна -3 . Необходимо безошибочно определять степень окисления любого атома в молекуле.

Окислительно-восстановительными реакциями называются реакции, в ходе которых изменяется степень окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ. Окислительно-восстановительная реакция представляет собой единство двух процессов: окисления (повышения степени окисления) и восстановительной (понижения степени окисления). Следует помнить, что атомы в низшей степени окисления проявляют себя в реакции как восстановители (например, сера в H_2S^{-2} , азот в N^{-3}H_3 , хлор в HCl^-); в высшей степени окисления – как окислители (атом серы в составе $\text{H}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4$, азота в HN^{+5}O_3 , хлора в $\text{HCl}^{+7}\text{O}_4$); в промежуточной степени окисления могут быть и окислителями, и восстановителями (сера в составе $\text{H}_2\text{S}^{+4}\text{O}_3$, азот в HN^{+3}O_2 , хлор в HCl^{+1}O , $\text{HCl}^{+3}\text{O}_2$, Cl_2^0). Для составления уравнений окислительно-восстановительных реакций применяют метод электронного баланса (для газов и твердых веществ) или метод электронно-ионного баланса (для растворов).

Окислительный (восстановительный) эквивалент вещества – это часть моля, отвечающая одному присоединенному (отданному) каждой

молекулой электрону. При определении эквивалентной массы окислителя (восстановителя) следует его молярную массу разделить на число принятых (отданных) в результате реакции электронов.

Изучая эту тему, следует разобраться, от каких факторов зависит направление окислительно-восстановительных реакций, что такое стандартные потенциалы окислителей и восстановителей. Научитесь пользоваться таблицей окислительно-восстановительных потенциалов для того, чтобы ответить на вопрос о возможности протекания окислительно-восстановительной реакции.

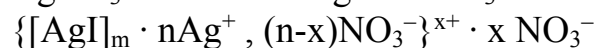
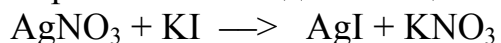
Раздел 6. Комплексные соединения

Изучая комплексные соединения, обратите внимание на то, что они могут образоваться при сочетании электронейтральных, насыщенных (с точки зрения классического понятия «валентность») молекул простых и сложных веществ. Комплексообразование происходит во всех случаях, когда из менее сложных частиц образуются более сложные. Комплексными соединениями могут быть соли, кислоты, основания. Образование комплексных соединений из более простых не связано с возникновением новых электронных пар. Теория валентных связей объясняет строение комплекса возникновением донорно-акцепторной связи между комплексообразователями и лигандами. Необходимо научиться определять степень окисления и координационное число комплексообразователя, заряд комплексного иона, находить лиганды, составлять уравнения диссоциации комплексного соединения и комплексного иона, уметь написать выражение для константы нестойкости комплексного иона. Учтите, что чем меньше значение константы нестойкости, тем более устойчив данный комплексный ион. Существуют комплексные соединения с малоустойчивой внутренней сферой, которые распадаются в водном растворе почти полностью на простые ионы и молекулы. Такие комплексные соединения называются двойными солями.

Раздел 7. Коллоидные растворы

Изучая тему, прежде всего, обратите внимание, что коллоидные растворы, суспензии, эмульсии относятся к дисперсным системам. Дисперсными называются физико-химические системы, состоящие из растворенного вещества и растворителя. Растворенное вещество получило название дисперсная фаза, а растворитель-дисперсионная среда. Дисперсная фаза диспергирована и распределена в дисперсионной среде и имеет частицы различных размеров. В пищевой промышленности наибольшее значение стали приобретать коллоидные растворы. Коллоидные растворы-*золи* имеют три основных признака коллоидного состояния: 1) *дисперсность*; 2) *гетерогенность*; 3) *термодинамическую неустойчивость*.

Строение коллоидной мицеллы

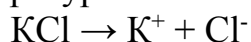


Раздел 8. Электрохимические процессы в растворах и расплавах

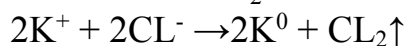
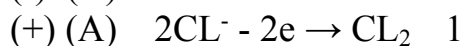
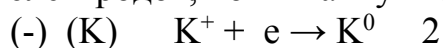
Изучение темы следует начать с понятия *электролиза* как окислительно-восстановительного процесса, протекающего при прохождении постоянного электрического тока через раствор или расплав электролита. Сущность электролиза заключается в том, что на катоде происходит процесс восстановления, а на аноде - процесс окисления.

Электролиз расплавов электролитов

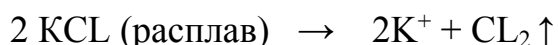
Расплавы солей являются сильными электролитами, поэтому при высоких температурах они полностью диссоциируют на ионы.



Если в этот расплав опустить электроды и подключить их к полюсам внешнего источника тока, то ионы приобретают направленное движение: катионы будут двигаться к катоду, а анионы – к аноду, достигнув электродов, ионы начнут на них разряжаться.



ЭЛЕКТРОЛИЗ



Электролиз водных растворов

При электролизе водных растворов электролитов будут происходить конкурирующие процессы:

на катоде – восстановление катионов или восстановление молекул H_2O ;

на аноде – окисление анионов, окисление молекул воды или растворение материала анода.

Из двух возможных процессов на катоде и аноде наиболее вероятен процесс, который требует наименьших затрат энергии. Данный выбор может быть основан на значениях стандартных электродных потенциалов. Для катодных реакций справедливо следующее соотношение: чем меньше $E^0_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}^0}$, тем труднее восстанавливаются на катоде его ионы. Нужно изучить особенности катодных процессов и анодных процессов

Аноды подразделяются на: растворимые – Me (Zn, Cd, Ni, Cu, Ag и т.д.) и нерастворимые – уголь, графит, Pt, Ir.

Раздел 9. Коррозия металлов. Защита от коррозии

Приступая к изучению темы, следует уяснить понятия коррозии, химического и электрохимического механизма коррозии, что является причиной того или другого механизма.

Одной из особенностей электрохимической коррозии является ее многостадийность. Рассмотрим процесс коррозионного разрушения металла на примере коррозионного гальванического элемента, возникающего при контакте железа и меди: $Fe \hat{=} \text{электролит} \hat{=} Cu$. Для того, чтобы понять, какой из этих двух металлов будет подвергаться коррозии, необходимо сравнить значения их стандартных электродных потенциалов: $E^0_{Fe^{2+}/Fe^0} = -0,44B$, $E^0_{Cu^{2+}/Cu^0} = +0,34B$.

$E^0_{Fe^{2+}/Fe^0} < E^0_{Cu^{2+}/Cu^0}$, следовательно, железо является более активным восстановителем: Fe – анод (А), Cu – катод (К).

На первой стадии происходит окисление более активного металла (анодный процесс) и переход образовавшихся ионов в раствор: $Fe^0 - 2e^- = Fe^{2+}$

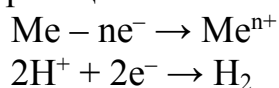
Вторая стадия – перенос электронов от анода к катоду, который при этом заряжается отрицательно, т.е. поляризуется.

На третьей стадии происходит процесс восстановления (катодный процесс), в котором участвует окислитель окружающей среды. Он “забирает” электроны у катода, т.е. снимает с него отрицательный заряд и, таким образом, *деполяризует* катод. Процесс отвода электронов с катода называется деполяризацией, а окислитель – деполяризатором.

Наиболее распространенными окислителями в процессе ЭХК являются ионы водорода и молекулы кислорода.

Коррозия с участием ионов водорода (кислая среда) происходит с выделением водорода и называется электрохимической коррозией с *водородной* деполяризацией.

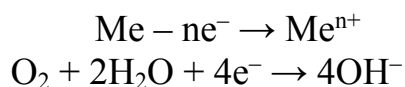
В наиболее простом виде электродные процессы могут быть представлены уравнениями полуреакций:



Коррозия с выделением водорода возможна, если потенциал водородного электрода положительнее потенциала металла.

Коррозия с участием кислорода называется электрохимической коррозией с *кислородной* деполяризацией.

В наиболее простом виде электродные процессы могут быть представлены уравнениями полуреакций:



Коррозия с поглощением кислорода возможна, если потенциал кислородного электрода положительнее потенциала металла.

При рассмотрении механизма электрохимической коррозии следует использовать *алгоритм*, приведенный в примерах решения задач.

В некоторых случаях скорость коррозии лимитируется анодными реакциями. Обычно это наблюдается у металлов, способных к пассивации (таких, как алюминий, титан, хром, никель, тантал и др.). Пассивностью металла называют состояние повышенной коррозионной устойчивости, вызываемое торможением анодного процесса. Пассивация обычно обусловлена образованием на поверхности металла защитных пленок.

Коррозию можно затормозить пассивацией поверхности металла, изменением потенциала металла, уменьшением концентрации окислителя, изоляцией поверхности металла от окислителя, изменением состава металла. Выбор способа защиты определяется условиями работы металлов и экономической целесообразностью.

К эффективному способу снижения скорости коррозии металла относится нанесение на металл защитных покрытий (металлических, оксидных, силикатных, лакокрасочных и других). Механизм их действия основан на изоляции металла от окислителя.

Различают анодные и катодные металлические покрытия. Если потенциал металла покрытия отрицательнее потенциала защищаемого металла, то при коррозии происходит растворение металла покрытия, а основной не разрушается. Такие покрытия называют анодными, например цинковое покрытие железа. Если потенциал металла покрытия положительнее потенциала основного металла, то в случае нарушения покрытия (наличие пор, трещин) может корродировать основной металл. Такие покрытия называют катодными, например: медное покрытие железа. Скорость коррозии можно снизить путем торможения анодных или катодных реакций за счет изменения потенциала таких реакций; этот способ защиты металла называют электрохимическим. К электрохимическим методам защиты относят протекторный, катодный и анодный. При присоединении к защищаемой металлической конструкции протектора, т.е. какого-либо металла, имеющего более отрицательный потенциал, происходит коррозия протектора, а основной металл сохраняется. Катодный метод защиты заключается в подключении защищаемого изделия к отрицательному полюсу внешнего источника тока. В этом случае на защищаемом изделии выделяется водород. При анодном методе защищаемое изделие подключают к положительному полюсу внешнего источника тока, при этом происходит пассивация защищаемого металла.

Коррозию можно замедлить, воздействуя на коррозионную среду: уменьшая концентрацию окислителя или вводя специальные ингибиторы.

II. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Раздел 1. Классы неорганических соединений

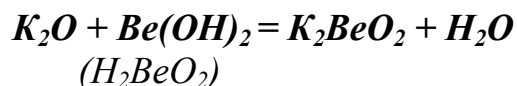
Пример 1.1 Распределите соединения по классам, назовите их и определите характер: CaO, HNO₃, KClO₃, Be(OH)₂.

Решение: представим результаты в виде таблицы 2.2

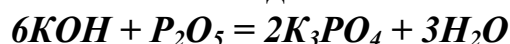
Соединение	Класс	Химический характер	Название
CaO	оксид	основной	Оксид кальция
HNO ₃	кислота	сильная кислота	Азотная кислота
KClO ₃	соль	Средняя (нормальная)	Хлорат калия
Be(OH) ₂	гидроксид	амфотерный	Гидроксид бериллия

Пример 1.2 Напишите молекулярные уравнения реакций взаимодействия между следующими веществами: а) оксида калия и гидроксида бериллия; б) гидроксидом натрия и оксидом фосфора (V)

Решение: а) Устанавливаем принадлежность каждого из этих веществ к определенному классу неорганических соединений: K₂O – основной оксид, Be(OH)₂ – амфотерный гидроксид. При взаимодействии с основным оксидом Be(OH)₂ проявляет свойства кислоты:



б) Устанавливаем принадлежность каждого из этих веществ к определенному классу неорганических соединений: KOH – щелочь; P₂O₅ – кислотный оксид



Пример 1.3 Напишите формулы всех возможных солей, которые можно получить при взаимодействии раствора гидроксида лития и фосфорной кислоты и дайте им названия.

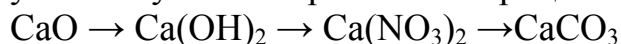
Решение: LiOH – сильное основание, щелочь, H₃PO₄ – слабая, трехосновная кислота, при диссоциации в водных растворах образует ионы PO₄³⁻, HPO₄²⁻, H₂PO₄⁻.

Следует помнить, что количество кислых солей на единицу меньше числа атомов водорода в кислоте, количество основных солей – на единицу меньше числа групп –ОН в основании. Нормальная соль всегда одна.

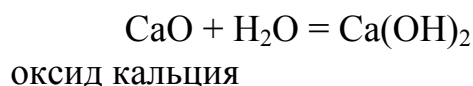
При взаимодействии указанных соединений в примере в зависимости от их соотношения могут образоваться три соли, в том числе: Li₃PO₄ – средняя или нормальная соль (полная нейтрализация кислоты основанием) и две кислые соли Li₂(H₂PO₄) и LiHPO₄ (избыток кислоты, неполная нейтрализация кислоты основанием).

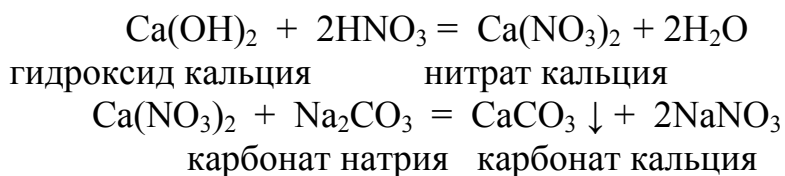
Li₃PO₄ – фосфат лития; Li₂(H₂PO₄) – дигидрофосфат лития; LiHPO₄ – гидрофосфат лития.

Пример 1.4 Осуществите превращения: напишите уравнения реакций, укажите условия протекания процесса, дайте названия соединениям:



Решение:





Раздел 2. Периодический закон Д.И. Менделеева.

Строение атомов

Пример 2.1. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 52 и 74.

Решение. Электронные формулы отображают распределение электронов в атоме по энергетическим уровням, подуровням (атомным орбиталям). Электронная конфигурация обозначается группами символов $n\bar{l}^x$,

где n – главное квантовое число;

l – орбитальное квантовое число (вместо него указывают соответствующее буквенное обозначение – s, p, d, f ; $l = 0, 1, 2, 3$ соотв.);

x – число электронов на данном подуровне (орбитали) Максимальное количество электронов, которое может находиться на s -подуровне – 2, на p -подуровне – 6, на d -подуровне – 10, на f -подуровне – 14.

При этом следует учитывать, что электрон занимает энергетический уровень, на котором он обладает наименьшей энергией – меньшая сумма $n + l$ (правило Клечковского). Последовательность заполнения энергетических уровней и подуровней следующая:

1s ® 2s ® 2p ® 3s ® 3p ® 4s ® 3d ® 4p ® 5s ® 4d ® 5p ® 6s ® (5d¹)
® 4f ® 5d ® 6p ® 7s ® (6d¹) ® 5f ® 6d ® 7p

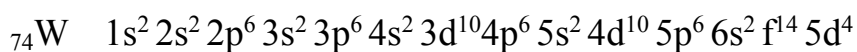
Чтобы составить электронную формулу атома любого элемента, следует знать порядковый номер данного элемента в периодической системе, так как число электронов в атоме того или иного элемента равно его порядковому номеру. В зависимости от того, на какой энергетический подуровень в атоме поступает последний электрон, элементы делят на s -, p -, d -, и f -элементы.

Элемент № 52 теллур (Te) относится к p -семейству. Поскольку порядковый номер (заряд ядра атома) 52, значит в атоме 52 электрона. Te – элемент V периода – пять энергетических уровней в атоме. Первые четыре уровня полностью заполнены. Элемент главной подгруппы VI группы - 6 валентных электрона, из них два на s - и четыре на p -орбиталях пятого электронного уровня.

Электронная формула атома:

${}_{52}\text{Te} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^4$.

Элемент № 74 вольфрам (W) относится к d -семейству. Заряд ядра – 74, следовательно, в атоме 74 электрона, VI период – шесть энергетических уровней, побочная подгруппа VI – 6 валентных электрона, два электрона на $6s$ -орбитали и четыре электрона на $5d$ -орбитали. Электронная формула атома вольфрама:



Раздел 3. Растворы. Электролитическая диссоциация.

Гидролиз солей

1. Способы выражения концентрации растворов

Пример 3.1.1. Массовая доля (процентная концентрация). Определите массу нитрата калия, который надо растворить в воде, чтобы получить 100 мл раствора с массовой долей KNO_3 0,2 (20%). Плотность раствора $\rho = 1,15 \text{ г/см}^3$.

Решение. Масса раствора ($m_{\text{р-ра}}$), который необходимо приготовить, составляет $m_{\text{р-ра}} = V \times \rho$, где V – объем раствора. $100 \times 1,15 = 115 \text{ г}$.

Массовая доля w – это отношение массы растворенного вещества к массе раствора: $w = m_{\text{р.в.}} / m_{\text{р-ра}}$, откуда $m_{\text{р.в.}} = m_{\text{р-ра}} \times w$. Находим $m(\text{KNO}_3) = 115 \times 0,2 = 23 \text{ г}$.

Пример 3.1.2. Мольная доля. В 44,1 г воды растворили 2 г гидроксида натрия. Рассчитайте мольную долю NaOH .

Решение. Мольная доля – это отношение числа молей данного компонента к общему числу молей всех компонентов раствора. Для бинарного раствора, состоящего из компонентов А и В, мольная доля:

$$N_A = v_A / (v_A + v_B) \text{ и } N_B = v_B / (v_A + v_B),$$

где v – число молей каждого компонента.

Вычисляем количества веществ гидроксида натрия и воды, которые взяты для приготовления раствора:

$$v(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) / M(\text{NaOH}) = 2/40 = 0,05 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 44,1/18 = 2,45 \text{ моль}.$$

$$\text{Мольная доля гидроксида натрия } N_{\text{NaOH}} = \frac{0,05}{0,05 + 2,45} = 0,02$$

Equation.3 .

Пример 3.1.3. Молярная концентрация раствора (молярность раствора). Определите массу нитрата натрия, которая требуется для приготовления 2 л 0,1 м (децимолярного раствора).

Решение. Молярность – это отношение количества растворенного вещества к объему раствора: $C_M = v / V$. Молярность показывает число молей растворенного вещества, содержащихся в 1 л раствора. Молярная масса нитрата натрия $M(\text{NaNO}_3) = 85 \text{ г/моль}$. Рассчитаем массу нитрата натрия, которая необходима для приготовления 2 л 0,1 м раствора:

$$m_{(\text{NaNO}_3)} = C_m \cdot M \cdot V = 0,1 \cdot 85 \cdot 2 = 17 \text{ г}.$$

Пример 3.1.4. Моляльная концентрация раствора. В каком количестве эфира можно растворить 3,04 г анилина $C_6H_5NH_2$, чтобы получить раствор, моляльность которого равна 0,3 моль/кг?

Решение. Моляльность раствора показывает число молей растворенного вещества, приходящегося на 1 кг (1000 г) растворителя. Размерность моляльной концентрации, моль/кг:

$$C_m = m_{p.v.} / M_{p.v.} \cdot m_{p-ля} \cdot M_{(C_6H_5NH_2)} = 93 \text{ г/моль.}$$

Масса растворителя равна $m_{p-ля} = m_{p.v.} / C_m \cdot M_{p.v.} = 3,04 / 93 \cdot 0,3 = 0,109$ кг.

Пример 3.1.5. Титр раствора. Определите титр 0,01 н раствора КОН.

Решение. Титр раствора T показывает количество граммов растворенного вещества, содержащегося в 1 мл раствора: $T = m/V$. В 1 л 0,01 н КОН содержится 0,56 г КОН. Титр этого раствора равен $T = 0,56 / 1000 = 0,00056$ г/мл.

Пример 3.1.6. Нормальная концентрация (нормальность). Определите нормальность раствора хлорида железа (III), если в 0,3 л раствора содержится 32,44 г.

Решение. Нормальность показывает количество эквивалентных масс растворенного вещества, содержащихся в 1 л раствора:

$$C_H = m_{p.v.} / \mathcal{E}_{p.v.} \cdot V.$$

Рассчитаем массу химического эквивалента хлорида железа (III): $\mathcal{E}_{(FeCl_3)} = M / 3 = 162 / 3 = 54$. Нормальность раствора равна $C_H = 32,44 / 54 \cdot 0,3 = 2$ н.

2. Электролитическая диссоциация.

Сильные электролиты при растворении в воде практически полностью диссоциируют на ионы. В этом случае процесс диссоциации принято записывать как необратимый. Например:

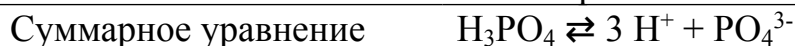
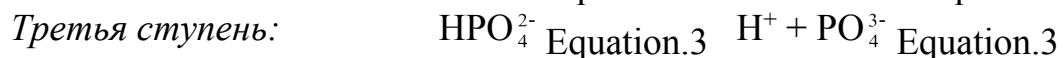
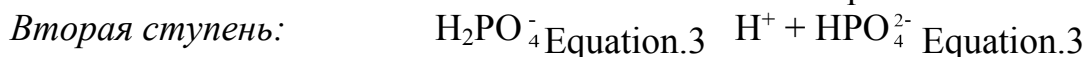
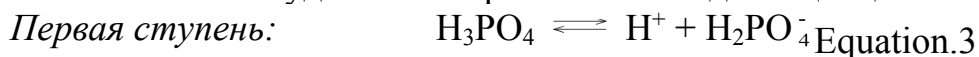


Средние и слабые электролиты диссоциируют частично. В этом случае процесс диссоциации записывается как обратимый:



Диссоциация кислоты

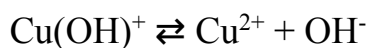
Трехосновная ортофосфорная кислота диссоциирует в три ступени и соответственно будет иметь три константы диссоциации:



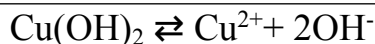
Диссоциация оснований



II ступень

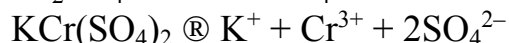
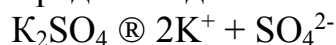


Суммарное уравнение



Диссоциация солей

1) Средние и двойные соли диссоциируют нацело одностадийно:



2) Кислые соли:



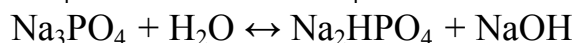
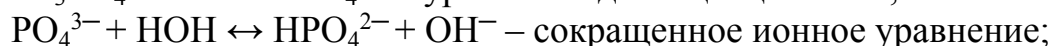
3) Основные соли:



3. Гидролиз солей

Гидролиз – результат поляризационного взаимодействия ионов солей с их гидратной оболочкой. Чем значительнее это взаимодействие, тем интенсивнее протекает гидролиз. Соли сильного основания и сильной кислоты гидролизу не подвергаются (в этом случае равновесие диссоциации воды почти не смещается, поэтому $\text{pH}=7$, т.е. реакция среды растворов таких солей практически нейтральна).

Гидролиз соли может происходить по катиону, по аниону, либо по катиону и аниону. Соли многокислотных оснований ($\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, и т.д.) или многоосновных кислот (H_2S , H_2CO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_4 и т.д.) подвергаются гидролизу ступенчато, причем при обычных условиях он протекает (с образованием в качестве продуктов кислых или основных солей) преимущественно по первой ступени:

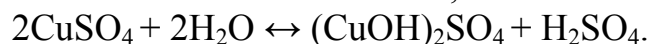


Гидроксид-ионы остались химически несвязанными, реакция среды раствора щелочная, в растворе соли $\text{pH} > 7$.

Если в результате гидролиза образуется осадок или газообразный продукт, гидролиз может происходить практически необратимо. Количественно гидролиз характеризуется степенью гидролиза h и константой гидролиза K_2 .

Пример 3.3.1. Что нужно сделать, чтобы подавить гидролиз соли CuSO_4 при приготовлении ее раствора?

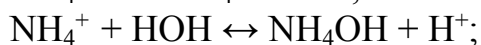
Решение. Составим уравнение гидролиза этой соли:



Согласно принципу Ле-Шателье для смещения равновесия реакции влево достаточно подкислить раствор сульфата меди серной кислотой.

Пример 3.3.2. Вычисление константы гидролиза соли. Рассчитайте константу гидролиза хлорида аммония, если константа диссоциации NH_4OH $K_d = 1,77 \cdot 10^{-5}$.

Решение. Запишем уравнение гидролиза хлорида аммония:



Константа гидролиза солей слабого основания и сильной кислоты вычисляется по формуле $K_r = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{д. осн}}$,

где $K_{\text{H}_2\text{O}}$ – ионное произведение воды; $K_{\text{д. осн}}$ – константа диссоциации слабого основания.

$$K_2 = 1 \cdot 10^{-14} / 1,77 \cdot 10^{-5} = 0,565 \cdot 10^{-9} = 5,65 \cdot 10^{-10}.$$

Пример 3.3.3. Вычисление степени гидролиза соли и pH водных растворов солей.

Вычислите степень гидролиза h 0,1 М ацетата натрия и pH этого раствора.

Решение. Константа гидролиза соли, образованной слабой кислотой и сильным основанием, равна $K_2 = K_{\text{H}_2\text{O}} / K_{\text{д.к-ты}}$.

Поскольку константа диссоциации уксусной кислоты равна $1,8 \cdot 10^{-5}$, то $K_2 = 1 \cdot 10^{-14} / 1,8 \cdot 10^{-5} = 5,56 \cdot 10^{-10}$.

Степень гидролиза связана с K_2 уравнением:

$$h = \sqrt{K_2 / C} \text{ Equation.3} = \sqrt{5,56 \cdot 10^{-10} / 0,1 \text{ Equation.3}} = 7,5 \cdot 10^{-10}.$$

Гидролиз идет по уравнению $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{HOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$.

Концентрация гидроксид иона равна $h \cdot C = 7,5 \cdot 10^{-10} \cdot 0,1 = 7,5 \cdot 10^{-11}$ моль/л. Следовательно, $[\text{H}^+] = K_{\text{H}_2\text{O}} / [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14} / 7,5 \cdot 10^{-11} = 1,3 \cdot 10^{-4}$.

Отсюда, $\text{pH} = -\lg(1,3 \cdot 10^{-4}) = 4 - 0,11 = 3,89$.

Раздел 4. Химическая кинетика и химическое равновесие

Расчет изменения скорости реакции между газами при изменении давления, объема

Пример 4.1. Во сколько раз изменится скорость прямой и обратной реакции в системе $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$, если объем газовой смеси уменьшить в 3 раза?

Решение. Концентрации отдельных составных частей системы, которые соответствуют ее состоянию равновесия, принято называть равновесными концентрациями и обозначать []. Обозначим концентрации реагирующих веществ: $[\text{SO}_2] = a$, $[\text{O}_2] = b$, $[\text{SO}_3] = c$. Согласно закону действия масс скорости v прямой и обратной реакции до изменения объема: $V_{\text{пр}} = k \times a^2 \times b$; $V_{\text{обр}} = k_1 \times c^2$.

После уменьшения объема гомогенной системы в 3 раза концентрация каждого из реагирующих веществ увеличится в 3 раза:

$[SO_2]=3a$, $[O_2]=3b$, $[SO_3]=c$. При новых концентрациях скорости V' прямой и обратной реакции: $V'_{np}=k(3a)^2 \times (3b)=27ka^2b$; $V'_{обр} = k_1(3c)^2 = 9k_1c^2$.

Отсюда,

$$\frac{V'_{np}}{V_{np}} = \frac{27ka^2b}{ka^2b} = 27 \text{ Equation.3} \quad ; \quad \frac{V'_{обр}}{V_{обр}} = \frac{9k_1c^2}{k_1c^2} = 9$$

Equation.3 .

Следовательно, скорость прямой реакции увеличилась в 27 раз, а обратной – только в 9 раз.

Расчет изменения скорости под влиянием изменения температуры

Пример 4.2. Вычислите, во сколько раз увеличится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, при повышении температуры от 30 до 70°C, если температурный коэффициент реакции γ равен 2.

Решение. Зависимость скорости химической реакции от температуры определяется эмпирическим правилом Вант-Гоффа по формуле

$$V_{t2} = V_{t1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} \text{ Equation.3} \quad . \quad V_{t2} = V_{t1} \cdot 2^{\frac{70 - 30}{10}} \text{ Equation.3} = V_{t1} \cdot 2^4 = 16 V_{t1} .$$

Таким образом,

$$V_{t2} = 16 V_{t1} .$$

Следовательно, скорость реакции V_{t2} при температуре 70°C больше скорости реакции реакции V_{t1} при температуре 30°C в 16 раз.

Пример 4.3. Расчет константы равновесия реакции по равновесным концентрациям реагирующих веществ и определение исходных концентраций.

При некоторой температуре равновесные концентрации в реакции $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ составляли соответственно:

$$[SO_2] = 0,04 \text{ моль/л}; [O_2] = 0,06 \text{ моль/л}; [SO_3] = 0,02 \text{ моль/л}.$$

Вычислите константу равновесия и исходные концентрации оксида серы (IV) и кислорода при этой температуре.

Решение. Запишем выражение константы равновесия:

$$K_p = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \times [O_2]} \text{ Equation.3}$$

Подставляя в это уравнение величины концентрации, получим: $K = \frac{(0,02)^2}{(0,04)^2 \times 0,06} \text{Equation.3} = 4,17$.

Чтобы определить начальные концентрации веществ SO_2 и O_2 , нужно учесть, что согласно уравнению реакции из 2 молекул SO_2 и 1 молекулы O_2 образуется 2 молекулы SO_3 . Отсюда следует, что на образование 0,02 моля SO_3 пошло 0,02 моля SO_2 и 0,01 моля O_2 .

Таким образом, исходные концентрации веществ CSO_2 и CO_2 (число молей SO_2 и O_2 на каждый литр смеси до начала реакции) будут равны:

$$\text{CSO}_2 = [\text{SO}_2] + \text{CSO}_{2\text{ x/p}} = 0,04 + 0,02 = 0,06 \text{ моль/л};$$

$$\text{CO}_2 = [\text{O}_2] + \text{CO}_{2\text{ x/p}} = 0,06 + 0,01 = 0,07 \text{ моль/л}.$$

Пример 4.4. Рассчитайте равновесные концентрации реагирующих веществ по константе равновесия.

Константа равновесия гомогенной системы

$\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)}$ при 850°C равна 1. Вычислите концентрации всех веществ при равновесии, если исходные концентрации:

$$\text{CCO} = 0,3 \text{ моль/л}; \text{CH}_2\text{O} = 0,2 \text{ моль/л}.$$

Решение. При равновесии скорости прямой и обратной реакции равны, а отношение констант этих скоростей постоянно и называется константой равновесия данной системы:

$$K_p = \frac{[\text{CO}] \times [\text{H}_2]}{[\text{CO}_2] \times [\text{H}_2\text{O}]} \text{Equation.3} . \text{ В условии задачи даны исходные}$$

концентрации, тогда как в выражение K_p входят только равновесные концентрации всех веществ системы. Предположим, что к моменту равновесия концентрация $[\text{CO}_2] = x$ моль/л. Согласно уравнению системы число молей образовавшегося водорода при этом будет также x моль/л, по столько же (x моль/л) CO и H_2O расходуется для образования по x молей CO_2 и H_2 . Следовательно, равновесные концентрации всех четырех веществ будут равны:

$$[\text{CO}_2] = x \text{ моль/л};$$

$$[\text{H}_2] = x \text{ моль/л};$$

$$[\text{CO}] = (\text{CCO} - x) = (0,3 - x) \text{ моль/л};$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = (\text{CH}_2\text{O} - x) = (0,2 - x) \text{ моль/л}.$$

Зная константу равновесия, находим значение x , а затем исходные концентрации всех веществ:

$$K_p = \frac{x^2}{(0,3 - x) \times (0,2 - x)} \text{Equation.3} = 1;$$

$$x^2 = 0,06 - 0,3x - 0,2x + x^2;$$

$$0,5x = 0,06;$$

$$x = 0,12 \text{ моль/л}.$$

Таким образом, искомые равновесные концентрации:

$[\text{CO}_2] = 0,12$ моль/л;

$[\text{H}_2] = 0,12$ моль/л;

$[\text{H}_2\text{O}] = 0,2 - 0,12 = 0,08$ моль/л;

$[\text{CO}] = 0,3 - 0,12 = 0,18$ моль/л.

Пример 4.5. Смещение химического равновесия.

Эндотермическая реакция разложения пентахлорида фосфора протекает по уравнению $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$; $\Delta H = +92,5$ кДж.

Как надо изменить: а) температуру; б) давление; в) концентрацию, чтобы сместить равновесие в сторону прямой реакции – разложение PCl_5 ?

Решение. Смещением или сдвигом химического равновесия называют изменение равновесных концентраций реагирующих веществ в результате изменения одного из условий реакции. Направление, в котором сместилось равновесие, определяется по принципу Ле Шателье:

а) так как реакция разложения PCl_5 эндотермическая ($\Delta H > 0$), то для смещения равновесия в сторону прямой реакции нужно повысить температуру;

б) так как в данной системе разложение PCl_5 ведет к увеличению объема (из одной молекулы газа образуются 2 молекулы газа), то для смещения равновесия в сторону прямой реакции надо уменьшить давление ($PV = \text{const}$);

в) смещение равновесия в указанном направлении можно достигнуть как увеличением концентрации PCl_5 , так и уменьшением концентрации PCl_3 или Cl_2 .

Раздел 5. Окислительно-восстановительные реакции

Пример 5.1. Исходя из степени окисления (с.о.) азота, серы и марганца в соединениях NH_3 , HNO_2 , HNO_3 , H_2S , H_2SO_3 , H_2SO_4 , MnO_2 , KMnO_4 , определите, какие из них могут быть только восстановителями, только окислителями и какие проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства.

Решение. Степень окисления в указанных соединениях соответственно равна: для азота: -3 (низшая), $+3$ (промежуточная), $+5$ (высшая); для серы: -2 (низшая), $+4$ (промежуточная), $+6$ (высшая); для марганца: $+4$ (промежуточная), $+7$ (высшая).

Отсюда, N^{-3}H_3 , H_2S^{-2} – только восстановители; HN^{+5}O_3 , $\text{H}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4$, $\text{KMn}^{+7}\text{O}_4$ – только окислители; HN^{+3}O_2 , $\text{H}_2\text{S}^{+4}\text{O}_3$, Mn^{+4}O_2 – окислители и восстановители.

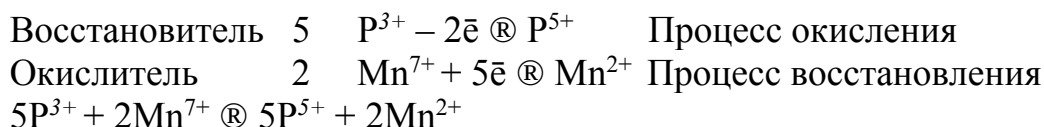
Пример 5.2. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между следующими веществами: а) H_2S и HI ; б) H_2S и H_2SO_4 ; в) H_2SO_3 и HClO_4 ?

Решение. а) степень окисления в H_2S серы равна -2 ; в HI с.о. йода равна -1 . Так как сера и йод находятся в своей низшей с.о., то оба взятые вещества проявляют только восстановительные свойства и взаимодействовать друг с другом не могут; б) в H_2S с.о. серы равна -2 (низшая); в H_2SO_4 с.о. серы равна $+6$ (высшая). Следовательно, взаимодействие этих веществ возможно, причем H_2SO_4 является окислителем; в) в H_2SO_3 с.о. серы равна $+4$ (промежуточная); в HClO_4 с.о. хлора равна $+7$ (высшая). Взятые вещества могут взаимодействовать; H_2SO_3 в этом случае будет проявлять восстановительные свойства.

Пример 5.3. Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, идущей по схеме:



Решение. Если в условии задачи даны как исходные вещества, так и продукты их взаимодействия, то написание уравнения реакции сводится, как правило, к нахождению и расстановке коэффициентов. Коэффициенты определяют методом электронного баланса с помощью электронных уравнений. Вычисляем, как изменяют свою степень окисления восстановитель и окислитель, и отражаем это в электронных уравнениях:



Общее число электронов, отданных восстановителем, должно быть равно числу электронов, которое присоединяет окислитель. Общее наименьшее кратное для отданных и принятых электронов 10. Разделив это число на 5, получаем коэффициент 2 для окислителя и продукта его восстановления, а при делении 10 на 2 получаем коэффициент 5 для восстановителя и продукта его окисления. Коэффициент перед веществами, атомы которых не меняют свою степень окисления, находят подбором. Уравнение реакции будет иметь следующий вид:



Раздел 6. Комплексные соединения

Пример 6.1. Определить заряд комплексного иона, координационное число (к.ч.) и степень окисления комплексообразователя в соединениях:

- а) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
- б) $\text{Na}[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]$;
- в) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$;
- г) $\text{K}_2[\text{MoF}_8]$;
- д) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}_3$.

Решение. Заряд комплексного иона равен заряду внешней сферы, но противоположен ему по знаку. Координационное число комплексообразователя равно числу лигандов, координированных вокруг него. Степень окисления атома в любом соединении находят, исходя из того, что сумма степеней окисления всех атомов в молекуле равна нулю. Заряды нейтральных молекул (CO, H₂O, NH₃) равны нулю. Заряды кислотных остатков определяют из формул соответствующих кислот. Отсюда,

Заряд иона	к.ч.	с.о.
а) -4	6	+2
б) -1	2	+1
в) +3	6	+3
г) -2	8	+6
д) +3	6	+3

Пример 6.2. Напишите выражение для константы нестойкости комплексного иона в соединении Na[Sb(SO₄)₂].

Решение. Комплексная соль натрия, являясь сильным электролитом, в водном растворе необратимо диссоциирует на ионы внешней и внутренней сфер: Na[Sb(SO₄)₂] → Na⁺ + [Sb(SO₄)₂]⁻; комплексный ион диссоциирует обратимо и в незначительной степени на составляющие его частицы: [Sb(SO₄)₂]⁻ ↔ Sb³⁺ + 2SO₄²⁻. Обратимый процесс характеризуется своей константой равновесия, которая в данном случае называется константой нестойкости K_н комплексного иона:

$$K_{\text{н}} = \frac{[Sb^{3+}] \cdot [SO_4^{2-}]^2}{[Sb(SO_4)_2^-]} \quad \text{Equation.3 .}$$

Чем меньше значение K_н, тем прочнее данный комплекс.

Раздел 7. Коллоидные растворы

Пример 7.1. К водному раствору сернистой кислоты (избыток) медленно приливается раствор раствора нитрата серебра. Образуется коллоидный раствор. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения.

Решение

1. Пишем реакцию обмена: H₂S + 2AgNO₃ = Ag₂S + 2HNO₃.

Сернистая кислота взята в реакцию в избытке по сравнению с нитратом серебра, следовательно, она будет служить стабилизатором. Сульфид серебра выпадает в осадок, молекулы его, конденсируясь, образуют ядро мицеллы [m Ag₂S].

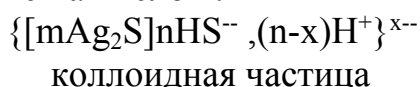
2. По правилу Фаянса-Пескова на любой твердой поверхности адсорбируются родственные ионы, находящиеся в избытке и имеющие общую атомную группировку. В избытке сернистая кислота, которая

диссоциирует, как слабый электролит, на H^+ и гидросульфид- ион HS^- , значит на ядре мицеллы $[m Ag_2S]$ будут адсорбироваться гидросульфид-ионы nHS^- .

Эти ионы плотно прилегают к ядру и называются потенциалоопределяющими, они образуют неподвижную часть двойного электрического слоя и определяют направление движения коллоидной частицы при электрофорезе (если через раствор пропустить электрический ток).

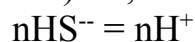
3. Отрицательно заряженные ионы nHS^- притягивают из раствора часть находящихся в избытке ионов H^+ и таким образом образуется адсорбционный слой противоионов $(n-x)H^+$.

Ядро $[mAg_2S]$, адсорбционный слой ионов nHS^- и противоионов $(n-x)H^+$ образуют частицу, несущую отрицательный заряд, так как ионов HS^- больше на число x .

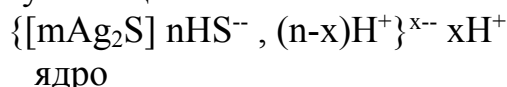


Другая часть противоионов xH^+ образует диффузную часть двойного электрического слоя, окружающего ядро мицеллы.

4. Таким образом, мицелла - это агрегат молекул и ионов, состоящий из ядра и двойного электрического слоя. Двойной электрический слой состоит из адсорбционного слоя ионов и противоионов и диффузного слоя противоионов. Мицелла электронейтральна, так как число отрицательных зарядов ионов nHS^- - равно числу положительных зарядов H^+ : $nHS^- = (n-x)H^+ + xH^+ = (n-x+x)H^+$;



Формула мицеллы золя:



ядро

частица (гранула)

мицелла золя сульфида серебра

Мицелла золя может существовать достаточно долго, если не будут изменены условия, при которых она образовалась (температура, концентрация электролитов). В некоторых технологических процессах золи необходимо скоагулировать - перевести в осадок (гелеобразное состояние). Для этого чаще применяют коагуляцию электролитами. Количество электролита, необходимое для коагуляции 1 мл. золя называют *порогом коагуляции*. Коагуляция электролитами регулируется *правилом Шульце- Гарди*, в соответствии с которым коагулирующим ионом будет ион из прибавляемых электролитов, имеющий заряд, противоположный заряду гранулы мицеллы и чем выше заряд коагулирующего иона, тем меньше у него порог коагуляции.

Например, определить какой из электролитов $AlCl_3$ и Na_3PO_4 будет иметь наименьший порог коагуляции для мицеллы золя сульфида серебра. По условию даны электролиты $AlCl_3$ и Na_3PO_4 , диссоциирующие на Al^{3+} , $3Na^+$ и $3Cl^-$, PO_4^{3-} . Заряд гранулы мицеллы отрицательный, значит

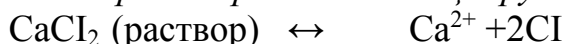
коагулирующими ионами из электролитов будут Al^{3+} и Na^+ . В соответствии с правилом Шульце-Гарди наименьший порог коагуляции будет у коагулирующего иона, имеющего больший заряд, т.е. у Al^{3+} . Значит, электролит $AlCl_3$ будет иметь меньший порог коагуляции.

Раздел 8. Электрохимические процессы в растворах и расплавах

Пример 8.1. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе водного раствора $CaCl_2$ с графитовыми электродами.

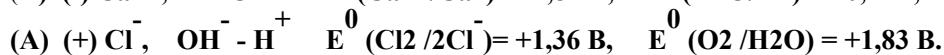
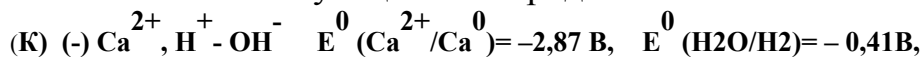
Решение.

В водном растворе соль диссоциирует:



Кроме того, в растворе есть молекулы воды.

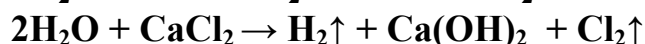
При прохождении тока через раствор происходит направленное движение ионов к соответствующим электродам:



Для восстановления Ca^{2+} на катоде требуется приложить $-2,87 \text{ В}$, а для H_2O – $-0,41 \text{ В}$. Т.е. H_2O является более сильным окислителем по сравнению с Ca^{2+} , поэтому на катоде будут разряжаться молекулы воды.

На аноде идет процесс окисления, т.е. легче окисляется более сильный восстановитель, имеющий меньший электродный потенциал.

$E^0 (Cl_2/2Cl^-) = +1,36 \text{ В} < E^0 (O_2/H_2O) = +1,8 \text{ В}$, т.е. на аноде будут окисляться ионы хлора (Cl^-).



$H_2 \uparrow$ и $Cl_2 \uparrow$ являются основными продуктами электролиза, $Ca(OH)_2$ – побочный продукт электролиза.

Раздел 9. Коррозия металлов. Защита от коррозии

Пример 9.1. Алюминий находится в контакте с цинком. Какой из этих металлов будет окисляться, если эта пара попадет в кислую среду, например, в среду соляной кислоты?

Решение. Из условия задачи следует что металлы находятся в кислой среде – растворе HCl . Раствор HCl – электролит, т.е. электропроводящая среда, следовательно, будет протекать электрохимическая коррозия. Для рассмотрения механизма коррозии воспользуемся предложенным выше алгоритмом.

1) Составим схему коррозионной гальванопары:



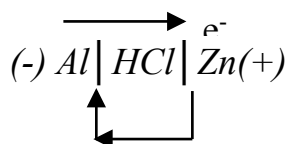
2) Укажем окислитель. Среда кислая, поэтому окислителем (деполяризатором) является ион водорода H^+ . Следовательно, в этой схеме будет протекать электрохимическая коррозия с водородной деполяризацией.

3) Определим, какой из металлов будет являться анодом, а какой – катодом. Для этого сравним значения стандартных электродных потенциалов алюминия и цинка:

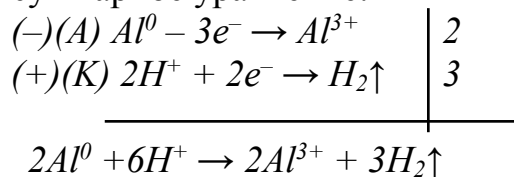
$$E^0_{Al^{3+}/Al^0} = -1,6 \text{ В} < E^0_{Zn^{2+}/Zn^0} = -0,77 \text{ В},$$

Значит, алюминий – более активный металл, он является восстановителем и анодом, а цинк – катодом: Al – анод (А), Zn – катод (К).

4) Укажем направление движения электронов, учитывая, что электроны движутся от анода к катоду, а от катода – к окислителю окружающей среды:



5) Запишем электронные уравнения процессов, протекающих на электродах, и составим суммарное уравнение:



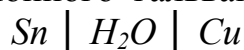
6) Составим молекулярное уравнение окислительно-восстановительной реакции, протекающей при коррозии: $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$

7) Запишем вывод: при коррозии алюминия, находящегося в контакте с цинком, окисляется алюминий. Продуктом его коррозии является соль – хлорид алюминия. На цинковом катоде выделяется водород.

Пример 9.2. Изделие из меди с оловянным покрытием находится во влажном воздухе. Какой из металлов будет корродировать при нарушении целостности покрытия? К какому типу покрытий относится в этом случае олово?

Решение. Изделие находится во влажном воздухе, который является электропроводящей средой, следовательно, будет протекать электрохимическая коррозия.

1) Составим схему коррозионного гальванического элемента:



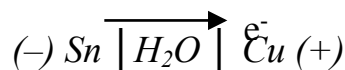
2) Укажем окислитель. Вода – это нейтральная среда, поэтому окислителем (деполяризатором) является кислород – O_2 . Следовательно, в этой схеме будет протекать электрохимическая коррозия с кислородной деполяризацией.

3) Определим, какой из металлов будет являться анодом, а какой – катодом. Для этого сравним значения стандартных электродных потенциалов олова и меди:

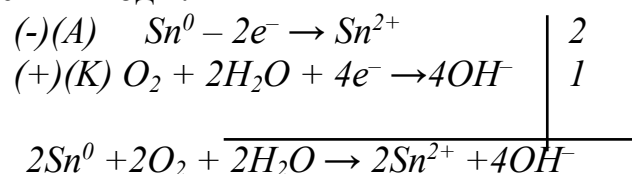
$$E^0_{Sn^{2+}/Sn^0} = -0,14 \text{ В} < E^0_{Cu^{2+}/Cu^0} = +0,34 \text{ В}.$$

Значит, олово – более активный металл, оно является восстановителем и анодом, а медь – катодом: Sn – анод (А), Cu – катод (К).

4) Укажем направление движения электронов, учитывая, что электроны движутся от анода к катоду, а от катода – к окислителю среды:



5) Запишем электронные уравнения процессов, протекающих на электродах, и составим суммарное уравнение. При написании уравнения катодного процесса следует учитывать, что процесс восстановления протекает в присутствии воды:



6) Составим молекулярное уравнение окислительно-восстановительной реакции, протекающей при коррозии: $2Sn^0 + 2O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Sn(OH)_2$

7) Запишем вывод: по отношению к меди олово является анодным покрытием, так как в этой паре олово выступает в роли анода. При нарушении целостности покрытия корродировать будет олово. Продуктом его коррозии является основание – гидроксид олова.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАЧ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Раздел I. Основные классы неорганических соединений

1. Напишите формулу кислот: сернистой, азотистой, ортофосфорной; напишите формулы соответствующих им оксидов и формулы теоретически возможных солей с катионами NH_4^+ , Fe^{3+} , Cu^{2+} .

2. Какими путями можно получить следующие кислые и основные соли и как перевести их в средние соли: а) гидросульфид бария; б) дигидроксохлорид висмута (III)?

3. Напишите формулы гидроксидов алюминия, аммония, калия, магния. Укажите, какие из них образуют основные соли? Напишите формулы основных солей с анионами NO_2^- и S^{2-} . Перевести эти соли в средние.

4. Напишите уравнения реакций получения всех теоретически возможных солей при взаимодействии:

а) NH_3 и H_3AsO_4 ;

б) H_2S и $\text{Ca}(\text{OH})_2$;

в) MgO и SiO_2 .

5. Напишите для солей сульфит кальция и нитрат алюминия:

а) названия;

б) представьте их в виде суммы двух оксидов;

в) переведите эти соли в кислые или основные;

г) для вновь полученных солей напишите названия.

6. Составьте формулы кислой натриевой соли и кислой кальциевой соли сероводородной кислоты, основной соли меди серной кислоты. Как превратить эти соли в средние? Напишите уравнения соответствующих реакций.

7. Составьте формулы кислых калиевых солей мышьяковистой кислоты H_3AsO_3 , основных алюминиевых солей уксусной кислоты CH_3COOH .

8. Напишите реакции образования всех возможных солей, получающихся при взаимодействии различных стехиометрических количеств кислоты и основания (гидроксид магния + угольная кислота). Назвать полученные соли, привести их графические формулы.

9. Используя перечисленные соединения, составьте не менее трех уравнений реакций на каждое из химических свойств, характеризующих данный класс соединений: ZnO , H_2S , $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

10. Какими путями можно получить следующие кислые и основные соли и как перевести их в средние соли:

а) гидрофосфат бария;

б) гидросульфат железа (III)?

11. Напишите реакции получения всех возможных солей. Назовите полученные соли, напишите их графические формулы:

а) сероводородная кислота + гидроксид бария;

б) азотная кислота + гидроксид алюминия.

12. С какими из перечисленных веществ может вступить в реакцию гидроксид натрия: оксид кальция, оксид фосфора (V), гидроксид алюминия, оксид хрома (III)? Запишите уравнения возможных реакций.

13. Написать: а) графические формулы солей; б) указанные соли представить в виде суммы двух оксидов:

1) сульфат бария;

2) нитрат алюминия;

3) фосфат натрия.

14. Напишите формулы всех возможных солей, которые можно получить при взаимодействии:

а) серная кислота и гидроксид натрия;

б) гидроксид хрома (III) и соляная кислота.

Дайте их названия.

15. Какие из перечисленных оксидов относятся к основным, кислотным и амфотерным: Fr_2O , SO_2 , ZnO , Mn_2O_7 , N_2O_5 , Cr_2O_3 ? Напишите реакции, подтверждающие их характер.

Раздел II. Периодический закон Д.И. Менделеева.
Строение атома

16. Какие четыре квантовых числа характеризуют состояние электронов в атоме? Какие значения может принимать каждое из них? Составьте электронные формулы атомов At (астата) и иона хрома (Cr^{3+}).

17. В чем заключается принцип несовместимости Паули? Какое максимальное число электронов могут занимать s -, p -, d -, f - орбитали данного энергетического уровня? Напишите электронные формулы атомов платины (Pt), йода (I) и их ионов Pt^{4+} , I^-

18. В чем сущность принципа наименьшей энергии? Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: $4s$ или $3d$, $5s$ или $4d$? Почему? Напишите электронные формулы атомов полония (Po), Менделевия (Md) и иона марганца (Mn^{7+}).

19. Сколько и какие значения может принимать магнитное квантовое число m_l для данного орбитального квантового числа $l = 0, 1, 2, 3$? Напишите электронные формулы атома висмута (Bi) и иона висмута Bi^{3+} .

20. Что такое энергия ионизации атома? В каких единицах она выражается? Как изменяется восстановленная способность s - и p -элементов в группах периодической системы с увеличением порядкового номера? Почему? Составьте электронные формулы для атомов элементов с порядковым номером 15 и 24, учитывая, что у последнего происходит провал одного $4s$ -электрона на $3d$ -подуровень.

21. Что такое сродство к электрону? В каких единицах оно выражается? Как изменяется окислительная активность неметаллов в периоде и в группе периодической системы с увеличением порядкового номера? Ответ мотивируйте строением атома соответствующих элементов. Составьте электронные формулы для атомов элементов с порядковыми номерами 17 и 29, учитывая, что у последнего происходит провал одного $4s$ -электрона на $3d$ -подуровень.

22. Что такое электроотрицательность? Как изменяется электроотрицательность p -элементов в периоде и группе периодической системы с увеличением порядкового номера? Почему? Составьте электронные формулы для атомов с порядковыми номерами 22 и 54.

23. Чему равно в атоме число орбиталей на p -подуровнях данного энергетического уровня? Какова пространственная конфигурация p_x -, p_y -, p_z -электронных облаков (орбиталей). Составьте электронные формулы для атомов элементов с порядковыми номерами 16 и 46, учитывая, что последний, находясь в пятом периоде, на пятом энергетическом уровне не содержит ни одного электрона.

24. В чем заключается правило Хунда? Разместите шесть электронов по квантовым ячейкам (орбиталям) $3d$ -подуровня. Чему равно их суммарное спиновое число? Напишите электронную формулу атома олова (Sn) и иона Sn^{4+} .

25. Что следует понимать под волновыми свойствами электрона? Что такое атомная орбиталь? Какова пространственная конфигурация s -, p -орбиталей? Напишите электронные формулы для атомов элементов вольфрама (W) и урана (U).

26. Как объяснить переменную валентность у атомов серы, хлора и отсутствие переменной валентности у атомов кислорода и фтора. Напишите электронные формулы атомов №79 (Au), №35 (Br) и их ионов Au^{3+} , Br^- .

27. Определите последовательность заполнения электронами подуровней в атомах элементов, если их суммы $n+l$ соответственно 4 и 5. Напишите полную электронную формулу атома некоторого элемента со следующей конфигурацией внешнего слоя: $\dots 6s^2 6p^2$. Какой это элемент?

28. У каких трех ионов распределение электронов по энергетическим уровням одинаково:

а) Sr^{2+} , Se^{2-} , Ge^{4+} ;

б) Se^{2+} , Ce^{4+} , Pb^{2+} ;

в) Sr^{2+} , As^{3-} , Se^{2-} ?

29. Чем отличается последовательность в заполнении атомных орбиталей у атомов d -элементов от последовательности в заполнении их у атомов s - и p -элементов? Составьте электронные формулы для атомов элементов технеция и цезия.

30. Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 16. К какому семейству он относится, на каких подуровнях расположены его валентные электроны? Сколько не спаренных электронов в невозбужденном и возбужденном атоме этого элемента? Покажите распределение электронов по энергетическим ячейкам.

Раздел 3. Растворы. Электролитическая диссоциация.

Гидролиз солей

31. К 100 мл раствора с массовой долей серной кислоты 96%, плотность которого 1,84 г/мл, прибавили 400 мл воды. Получился раствор плотностью 1,225 г/см³. Чему равна массовая доля кислоты в полученном растворе?

32. К 1 л раствора с массовой долей гидроксида калия 10% (плотность 1,092 г/см³) прибавили 0,5 л раствора с массовой долей KOH 5% (плотность 1,045 г/см³). Смесь разбавили водой до 3 л. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

33. К воде массой 200 г прилили раствор 2 М хлорида калия объемом 40 мл и плотностью 1,09 г/мл. Определите молярную концентрацию и массовую долю KCl в полученном растворе, если его плотность равна 1,015 г/см³.

34. Какая масса раствора с массовой долей гидроксида натрия 10% требуется для нейтрализации раствора массой 20 г с массовой долей серной кислоты 4,9%?

35. Сколько граммов кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 1,5 л 0,2н раствора Na_2SO_4 ?

36. Напишите уравнения диссоциации следующих соединений:

а) $\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$; б) H_3BO_3 ; в) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

37. Напишите уравнения диссоциации следующих соединений:

а) $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$; б) H_3PO_4 ; в) FeCl_3 .

38. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза солей CrCl_3 , FeSO_4 , Na_2SO_3 , и Na_2S . Какие из перечисленных растворов имеют $\text{pH} < 7$, $\text{pH} > 7$?

39. Какую реакцию имеют растворы солей $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, K_2CO_3 , KNO_3 , NaCN . Ответ подтвердите ионно-молекулярными и молекулярными уравнениями.

40. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций, протекающих при сливании растворов:

а) нитрата алюминия и сульфида натрия;

б) сульфата хрома и карбоната натрия.

41. Укажите, какие из приведенных ниже солей подвергаются гидролизу: NaNO_3 , K_2S , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Для солей, подвергающихся гидролизу, составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения.

42. Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза следующих солей: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$; Li_2CO_3 ; NaNO_3 . Укажите pH и реакцию среды водных растворов этих солей.

43. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций гидролиза солей, выражаемых формулами CuSO_4 , FeCl_3 , Na_2CO_3 . Укажите pH и реакцию среды водных растворов этих солей.

44. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза следующих солей, указав реакцию среды их водных растворов: ZnSO_4 , CH_3COONa , Na_3PO_4 . Добавлением какого вещества можно уменьшить степень гидролиза второй соли?

45. Какие из перечисленных ниже солей подвергаются гидролизу?

а) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; б) KNO_3 ; в) Rb_2SO_4 ;

г) BaCl_2 ; д) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; е) NaCl .

Напишите для них молекулярные и ионные уравнения гидролиза.

Тема 4. Химическая кинетика и химическое равновесие

46. Определите скорость реакции получения диоксида углерода (IV) при сжигании угля в кислороде, если известно, что начальная концентрация веществ одинакова и равна 3 молям, а коэффициент пропорциональности данной реакции равен 1,2.

47. Как изменится скорость реакции синтеза аммиака, если уменьшить объем газовой смеси в 3 раза? В каком направлении сместится равновесие этой экзотермической реакции:

- а) с увеличением температуры;
- б) с увеличением концентрации аммиака;
- в) с увеличением давления в системе?

48. Написать выражение для скорости прямой и обратной реакции: $\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$, $\Delta H = 96,2$ кДж/моль. Как изменится скорость обратной реакции:

- а) при уменьшении концентрации оксида серы (VI) в два раза;
- б) при увеличении температуры на 30°C , если температурный коэффициент 4?

49. При повышении температуры на 10°C скорость химической реакции возрастает в 2 раза. При 20°C она равна 0,04 моль/с. Какова будет скорость этой реакции при 40°C ?

50. Напишите выражение константы равновесия следующей системы:
 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г})$.

В каком направлении сместится равновесие системы при:

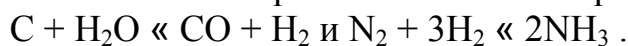
- а) увеличении концентрации O_2 ;
- б) при увеличении давления в системе?

51. В чем заключается принцип Ле-Шателье? В какую сторону сместится равновесие при понижении температуры в системе $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2$ (реакция экзотермична)? Напишите выражение константы равновесия для данной системы.

52. Как изменится скорость прямой реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$:

- а) при увеличении концентрации NO в 2 раза;
- б) при одновременном уменьшении концентрации NO и O_2 каждой в 3 раза?

53. Напишите выражение константы равновесия следующих систем:



Первая реакция эндотермична, вторая экзотермична. В каком направлении сместится равновесие систем:

- а) при повышении температуры;
- б) при понижении давления?

54. Чему равны исходные концентрации веществ, если в момент равновесия $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ они равны: $\text{N}_2 - 0,01$ моль/л; $\text{H}_2 - 3,6$ моль/л и $\text{NH}_3 - 0,4$ моль/л?

55. При некоторой температуре равновесные концентрации в системе $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ составили соответственно: $\text{SO}_2 = 0,04$ моль/л; $\text{O}_2 = 0,06$ моль/л; $\text{SO}_3 = 0,02$ моль/л. Вычислить константу равновесия и исходные концентрации оксида серы (IV) и кислорода.

56. Вычислите равновесные концентрации водорода и йода в системе $\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ}$, если известно, что их начальные концентрации составляли по 0,02 моль/л, а равновесная концентрация HJ – 0,03 моль/л. Вычислите константу равновесия.

57. При повышении температуры на 10°C скорость химической реакции возрастает в 2 раза. При 30°C она равна 0,06 моль/с. Какова будет скорость этой реакции при 70°C?

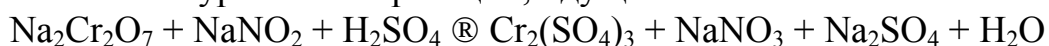
58. Как изменится скорость реакции $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$, если уменьшить объем системы в 3 раза?

59. Как изменится скорость реакции $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3$, если давление системы увеличить в 2 раза?

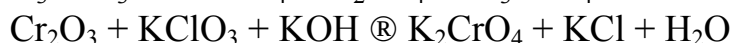
60. Исходные концентрации окиси углерода и паров воды равны и составляют 0,03 моль/л. Вычислите равновесные концентрации CO , H_2O и H_2 в системе $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$, если равновесная концентрация CO_2 оказалась равной 0,01 моль/л. Вычислите константу равновесия.

Раздел 5. Окислительно-восстановительные реакции

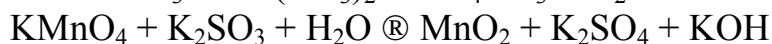
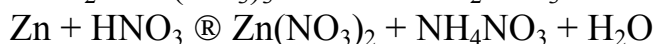
61. Исходя из степени окисления марганца, серы и азота в соединениях KMnO_4 , H_2S и HNO_2 , определите, какое из них – окислитель, какое – восстановитель и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты, укажите окислитель и восстановитель в уравнениях реакций, идущих по схемам:



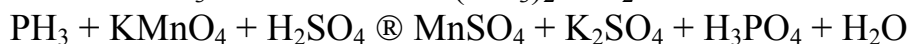
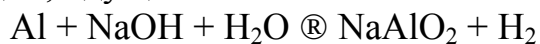
62. Исходя из степени окисления хрома, йода, серы в соединениях $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KJ и H_2SO_3 , определите какое из них – окислитель, какое – восстановитель, и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



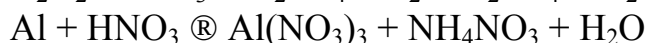
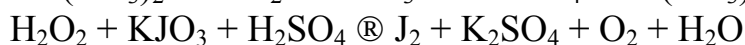
63. Почему азотистая кислота может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



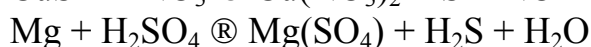
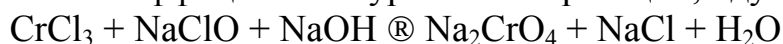
64. Объясните, какую роль в реакциях окисления-восстановления могут играть следующие соединения азота: N_2 , NH_3 , NO_2 , KNO_3 . На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



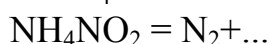
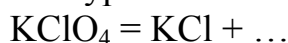
65. Какие из ионов металлов могут проявлять восстановительные свойства: Sn^{4+} , V^{2+} , Tl^{3+} , Cr^{3+} ? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



66. Какие реакции называются реакциями самоокисления, самовосстановления или диспропорционирования? Почему пероксид водорода (H_2O_2) и сульфит калия (K_2SO_3) способны к диспропорционированию? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



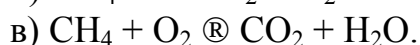
67. Какие реакции называются реакциями внутримолекулярного окисления-восстановления? На основании электронных уравнений закончите уравнения следующих реакций:



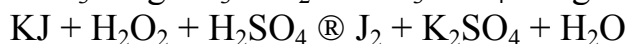
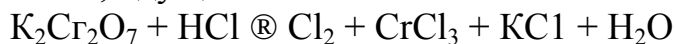
68. Атом какого элемента самый сильный восстановитель и атом какого элемента самый сильный окислитель? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



69. Определите типы окислительно-восстановительных реакций:



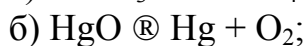
На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях, идущих по схемам:



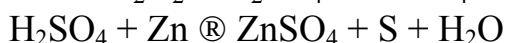
70. Укажите только окислители, только восстановители и соединения, которые могут проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства: MnO , H_2SO_4 , NH_3 , Zn , HBr , H_2SO_4 , H_2O_2 , NaH . На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



71. Укажите типы окислительно-восстановительных реакций:



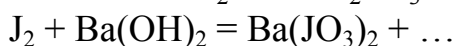
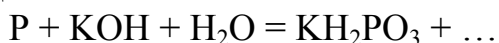
На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



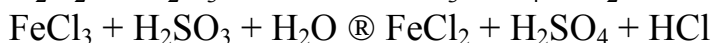
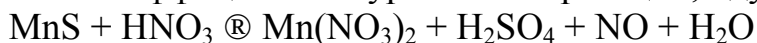
72. Какую роль в окислительно-восстановительных реакциях могут играть: а) S^0 ; б) S^{-2} ; в) S^{+6} ; г) S^{+4} ? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



73. Почему атомы большинства *p*-элементов способны к реакциям диспропорционирования (самоокисления – самовосстановления)? На основании электронных уравнений закончите уравнения следующих реакций:



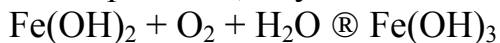
74. Почему сернистая кислота может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:



75. Какое из приведенных веществ может быть как окислителем, так и восстановителем и почему:



На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, идущих по схемам:

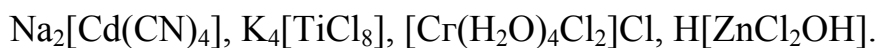


Раздел 6. Комплексные соединения

76. Составьте координационные формулы семи комплексных соединений, которые можно получить из сочетания частиц Co^{3+} , NH_3 , NO_2^- , K^+ . Напишите уравнения их диссоциации в водных растворах. Какое из этих соединений является комплексным неэлектролитом?

77. Определите заряд комплексного иона, координационное число и степень окисления комплексообразователя в соединениях $K_3[Cr(CN)_6]$, $Na[Ag(NO_2)_2]$, $K_2[MoF_8]$, $[Co(H_2O)_2(NH_3)_3Cl]Cl_2$. Запишите выражение константы нестойкости комплексного иона последней соли.

78. Определите, чему равны заряд комплексного иона, координационное число и степень окисления комплексообразователя в соединениях:

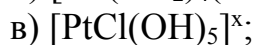
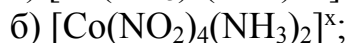
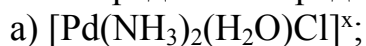


Запишите выражение константы нестойкости комплексного иона второй соли.

79. Составьте координационные формулы и напишите уравнения диссоциации комплексных соединений платины $PtCl_2 \times 4NH_3$, $PtCl_2 \times 3NH_3$, $PtCl_2 \times KCl \times NH_3$, $PtCl_2 \times 2KCl$ водных растворах. Какое из этих соединений является комплексным неэлектролитом? Координационное число Pt^{2+} равно 4.

80. Составьте координационные формулы и напишите уравнения диссоциации комплексных соединений $CoBr_3 \times 4NH_3 \times 2H_2O$; $CoCl_3 \times 4NH_3$; $CoCl_3 \times 4NH_3 \times H_2O$; $Co(CN)_3 \times 3KCl$ в водных растворах. Координационное число Co^{3+} равно 6.

81. Определите заряд x следующих комплексных ионов:



Степени окисления комплексообразователей: а)+2; б)+3; в)+4; г)+3. Напишите формулы соединений, содержащих эти комплексные ионы.

82. Приведите по два примера катионных, анионных и нейтральных комплексов. Укажите, чему равны степень окисления и координационное число комплексообразователя в каждом из них.

83. Составьте координационные формулы семи комплексных соединений, которые можно получить из сочетания частиц Cr^{3+} , H_2O , Cl^- , K^+ . Напишите уравнения их диссоциации в водных растворах. Какое из этих соединений является комплексным неэлектролитом? Координационное число Cr^{3+} равно 6.

84. Что называется константой нестойкости комплексного иона? Напишите выражения константы нестойкости для комплексных ионов: $[CuCl_2]^-$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$.

85. Растворы солей кадмия образуют со щелочами осадок $Cd(OH)_2$, а с сероводородом – осадок CdS . Почему раствор тетрацианокадмата (+2) калия $K_2[Cd(CN)_4]$ образует осадок с сероводородом и не дает осадка со щелочью?

86. Какие комплексные соединения называются двойными солями? Напишите уравнения диссоциации солей $K_4[Fe(CN)_6]$ и $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$.

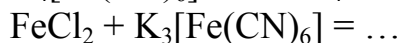
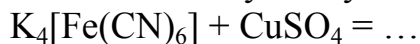
К каждой из них прилили раствор щелочи. В каком случае выпадет осадок гидроксида железа?

87. Напишите выражения констант нестойкости для комплексных ионов $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$. Они соответственно равны $1,4 \times 10^{-17}$; $3,0 \times 10^{-16}$; $4,0 \times 10^{-41}$. В растворе какого комплексного иона содержится больше ионов CN^- при одинаковой молярной концентрации?

88. Какая ковалентная связь называется донорно-акцепторной? Каков механизм ее образования? Какой атом или ион – донор и какой – акцептор в следующих комплексных ионах: $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{H}_3\text{O}]^+$, $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$?

89. Роданидом калия KCNS подействовали на растворы солей: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ и $3\text{KCN} \times \text{Fe}(\text{CN})_3$. В первом случае окраска от $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ появилась, а во втором – нет. Укажите, какая из приведенных солей комплексная и какая двойная. Как они диссоциируют?

90. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций обмена, происходящих между следующими солями:



Раздел 7 Коллоидные растворы

91. К водному раствору хлорида бария (избыток) медленно приливается раствор сульфата натрия. Образуется коллоидный раствор. Составьте схему строения мицеллы. Какие ионы вызовут коагуляцию золя мицеллы при добавлении к данной мицелле электролитов хлорида алюминия, фосфата калия. У какого из этих электролитов будет меньший порог коагуляции?

92. К водному раствору сульфида калия (избыток) приливается раствор хлорида меди. Образуется коллоидный раствор. Составьте схему строения мицеллы. У какого из этих электролитов: хлорида алюминия, или фосфата калия будет меньший порог коагуляции?

93. К водному раствору AsCl_3 приливается раствор Na_2S . Образуется коллоидный раствор. Составьте схему строения мицеллы.

94. К водному раствору хлорида бария медленно приливается раствор азотнокислого серебра. Образуется коллоидный раствор. Составьте схему строения мицеллы. Какой из электролитов Na_2SO_4 и CaCl_2 будет иметь меньший порог коагуляции по отношению к данной мицелле?

95. К водному раствору FeCl_3 медленно приливается раствор гидроксида натрия. Образуется коллоидный раствор. Составьте схему строения мицеллы

96. К водному раствору сульфата калия медленно приливается раствор азотнокислого бария. Образуется коллоидный раствор. Составьте схему строения мицеллы.

97. К раствору хлорида меди медленно приливается раствор сульфида калия. Образуется коллоидный раствор. Составьте схему строения

мицеллы. Какой из следующих ионов: Ag^+ , Na^+ , I^- , NO_3^- , SO_4^{2-} будет коагулирующим для данной мицеллы?

98. К водному раствору йодида калия медленно приливается раствор азотнокислого серебра. Составьте схему строения мицеллы.

99. К раствору K_2S медленно добавляется раствор $\text{As}(\text{NO}_3)_3$. Образуется коллоидный раствор. Составьте схему строения мицеллы.

100. К раствору азотнокислого серебра медленно добавляется раствор хлорида алюминия. Составьте схему строения мицеллы. Определите наименьший порог коагуляции электролитов AlCl_3 и Na_3PO_4 для данной мицеллы.

101. К раствору хлорида алюминия медленно приливается раствор фосфата натрия. Составьте схему строения мицеллы.

102. К раствору азотнокислого бария медленно приливается раствор K_2SO_4 . Какие ионы, добавленные в раствор, могут вызвать коагуляцию данной мицеллы (PO_4^{3-} , Cl^- , NO_3^- , Ag^+ , Ca^{2+} , Al^{3+}).

103. К раствору хлорида хрома медленно приливается раствор азотнокислого серебра. Составьте схему строения мицеллы.

104. К раствору Na_2S медленно добавляется раствор $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$. Образуется коллоидный раствор. Составьте схему строения мицеллы.

105. К раствору азотнокислого серебра медленно добавляется раствор хлорида кальция. Составьте схему строения мицеллы. Определите наименьший порог коагуляции электролитов AlCl_3 и Na_3PO_4 для данной мицеллы.

Раздел 8. Электрохимические процессы в растворах и расплавах

106. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора поваренной соли (электроды платиновые).

107. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе расплава поваренной соли (электроды угольные).

108. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора хлорида магния (электроды платиновые).

109. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе расплава хлорида алюминия (электроды угольные).

110. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора сульфата меди (электроды платиновые).

111. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора хлорида железа (II) (электроды угольные).

112. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора сульфата алюминия (электроды платиновые).

113. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора нитрата серебра (электроды угольные).

114. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора сульфата кальция (электроды платиновые).

115. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе расплава хлорида цинка (электроды угольные).

116. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора сульфата меди (электроды медные).

117. Составьте электродных процессов, протекающих при электролизе расплава хлорида железа (электроды платиновые).

118. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора нитрата алюминия (электроды угольные).

119. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе расплава хлорида магния (электроды платиновые).

120. Составьте уравнения электродных процессов, протекающих при электролизе раствора нитрата железа (электроды угольные).

Раздел 9. Коррозия металлов. Защита от коррозии

121. Изобразите схему гальванического элемента, возникающего при контакте железо–свинец в кислой среде, и напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде.

122. Составьте формулу гальванического элемента, возникающего при контакте кальция с медью на воздухе, и напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде.

123. Составьте формулу гальванического элемента, возникающего при контакте железа с медью в нейтральной среде, и напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде.

124. Составьте формулу гальванического элемента, возникающего при контакте железа с цинком в кислой среде, и напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде.

125. Напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде при контакте алюминия и никеля в нейтральной среде. Составьте формулу гальванопары.

126. Напишите уравнения процессов, протекающих на аноде и катоде при коррозии луженого железа в кислой среде.

127. Изобразите схему гальванопары, возникающей при коррозии оцинкованного железа в нейтральной среде, напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде.

128. Железный гвоздь вбит в дерево. Что будет анодом и катодом, если все это погрузить в кислоту? Напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде.

129. Составьте формулу гальванического элемента, возникающего при контакте меди с хромом в кислой среде. Напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде.

130. Цинковый гвоздь вбит в дерево. Что будет анодом, что – катодом? Напишите уравнения электродных коррозионных процессов.

131.Изобразите схему гальванопары, возникающей при коррозии луженого железа в кислой среде. Напишите уравнения электродных коррозионных процессов.

132.Изобразите схему гальванопары, возникающей при контакте железа и кальция в кислой среде. Напишите уравнения протекающих электродных процессов.

133.Железный гвоздь вбит в дерево. Что в данном случае будет анодом, а что катодом? Напишите уравнения анодного и катодного процесса коррозии.

134.Железный гвоздь вбит в дерево. Что будет анодом и катодом, если все это погрузить в кислоту? Напишите уравнения реакций, протекающих на аноде и катоде.

135.Напишите схему гальванопары и реакции на аноде и катоде при коррозии оцинкованного железа в нейтральной среде.

Библиографический список

Основная литература

1. *Глинка Н.Л.* Общая химия. – М.: КНОРУС, 2010. – 746 с. (или более ранние издания).

2. *Глинка Н.Л.* Задачи и упражнения по общей химии. Л: учеб. пособие для студентов нехим. специальностей вузов / Н. Л. Глинка; под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной. – Изд. стер. – М.: Интеграл-Пресс, 2009. – 240 с.

3. *Гаршин, А. П.* Общая и неорганическая химия в схемах, рисунках, таблицах, химических реакциях [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов: Питер, 2011. – 285 с. : ил.

4. *Князев, Д. А.* Неорганическая химия : учебник Князев, Д. А. Неорганическая химия : учебник для бакалавров / Д. А. Князев, С. Н. Смартыгин. — 4-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2012. — 592 с.

5. *Куликова, Л.А.* Химия элементов и их идентификация [Текст] : учеб. пособие / Л. А. Куликова, В. М. Камышов, Е. Г. Мирошникова ; М-во образования и науки РФ, Урал. гос. экон. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2013. – 218 с.

6. *Камышов, В.М.* Учение о растворах : учеб. пособие / В. М. Камышов, Е. Г. Мирошникова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. – Екатеринбург : [Издательство УрГЭУ], 2012. – 133 с.

7. *Пресс И. А.* Основы общей химии для самостоятельного изучения: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 496 с.: ил.

8. *Хаханина, Т И.* Неорганическая химия : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. специальностям / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, В. И. Гребенькова. – М. : Юрайт, 2010. – 288 с.

Дополнительная литература

1. *Ахметов Н.С.* Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2006. – 743 с.
2. *Коровин Н. В.* Общая химия. – М.: Высшая школа, 2004. – 557 с. ил.
3. *Лидин Р. А.* Химические свойства неорганических веществ : учеб. пособие для вузов/ Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева; под ред. Р. А. Лидина. - 5-е изд., стер. - М. : КолосС, 2008. – 479 с.
4. *Слета Л.А.* Химия: Справочник для абитуриентов и студентов. М.: Фолио, 2000.
5. *Хомченко Г.П., Хомченко И.Г.* Сборник задач по химии для поступающих в вузы. 4-е изд., испр. и доп. – М.: Новая волна, 2002. – 278с

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения по дисциплине «Общая химия» (семестр II)

В процессе освоения дисциплины «Общая химия» (2 часть) формируются компетенции, позволяющие подготовить специалистов, владеющих основами общей химии, навыками проведения лабораторного эксперимента, способных решать практические задачи.

Содержание контрольной работы по «Общей химии» (2 часть) включает следующий материал:

- ~ теоретические основы и прикладные аспекты органической химии;
 - ~ принципы классификации, номенклатуру, строение, свойства, способы получения органических соединений и химические превращения в процессе переработке и хранении пищевого сырья;
 - ~ генетические связи основных классов органических соединений.
- Методические указания содержат:
- ~ краткую характеристику содержания курса;
 - ~ обучающие задачи и примеры их решения по основным темам курса;
 - ~ правила выбора, рекомендации и текст заданий контрольной работы;
 - ~ список основной и дополнительной учебной литературы по курсу «Общая химия. Часть 2».

1. Обучающие задачи и примеры их решения

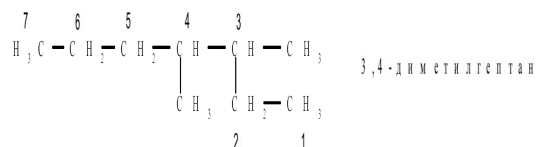
1.1. Предельные углеводороды – алканы

Задача 1

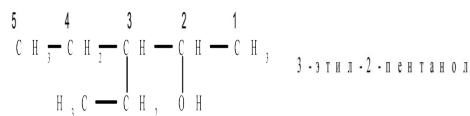
Составьте уравнение реакции хлорирования 2-метилбутана. Напишите и назовите по международной номенклатуре изомеры полученного соединения.

Решение задачи. Вспомним правила названий органических веществ по международной номенклатуре (ИЮПАК).

Номенклатура ИЮПАК строится следующим образом: выбирается наиболее длинная цепь атомов углерода и нумеруется, нумерация начинается с того конца, к которому ближе радикал-заместитель. При наличии нескольких заместителей сумма цифр, обозначающих их положение в цепи, должна быть наименьшей. В названии вещества цифрой указывается место заместителя, называется сам заместитель, а затем главная цепь по числу атомов углерода с добавлением суффикса, соответствующего классу органических соединений. Если радикалы повторяются, то перечисляются цифры, указывающие их положение, а число одинаковых радикалов указывается приставками *ди-*, *три-*, *тетра-* и т.д. Например:

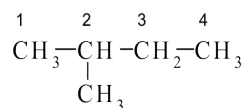


При наличии кратной связи или функциональной группы главная цепь выбирается таким образом, чтобы в нее входила кратная связь или углеродный атом, содержащий функциональную группу. Нумерация цепи начинается с того конца, к которому ближе кратная связь или функциональная группа. Ее место указывается цифрой перед названием главной цепи:



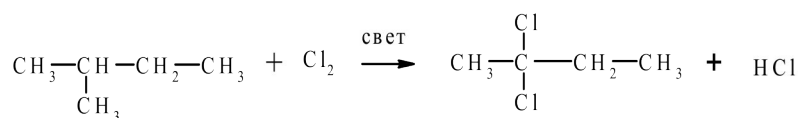
По названию вещества определяем, какова главная цепь в указанном углеводороде. Напишем и пронумеруем цепочку углеродных атомов. Выявим заместители. Используя названия радикалов-заместителей, записываем их у соответствующих атомов углерода в главной цепи. Проверяем формулу углеводорода, следим за количеством атомов водорода у каждого углеродного атома, учитывая, что валентность атома углерода в органических соединениях равна четырем.

Главная цепь – бутан, в нее входит четыре атома углерода. У второго атома углерода расположена метильная группа. Формула исходного соединения имеет вид



2-метилбутан

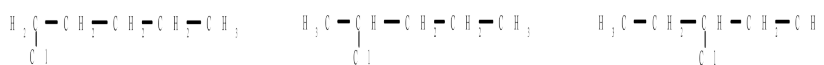
При написании уравнений реакций предельных углеводородов, к которым относится исходное вещество, следует учесть, что для них характерны реакции замещения, причем в реакции замещения легче всего вступает водород у третичного атома углерода, затем у вторичного и труднее всего у первичного атома углерода. В данном случае замещение идет у второго атома углерода, так как он третичный:



2-метилбутан

2-метил-2-хлорбутан

Составляем формулы изомеров для полученного галогенпроизводного углеводорода. Сначала записываем изомеры галогенпроизводных, у которых главная цепь атомов углерода содержит 5 углеродных атомов:

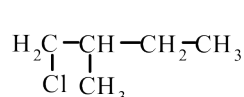


1-хлорпентан

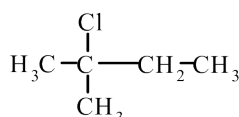
1-хлорпентан

3-хлорпентан

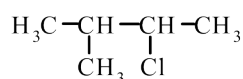
После этого записываем изомеры, содержащие в главной цепи 4 атома углерода:



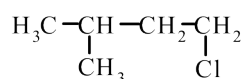
2-метил-1-хлорбутан



2-метил-2-хлорбутан

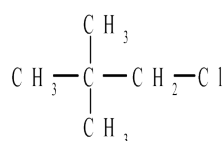


3-метил-2-хлорбутан



3-метил-1-хлорбутан

Теперь записываем изомер, содержащий в главной цепи 3 атома углерода:

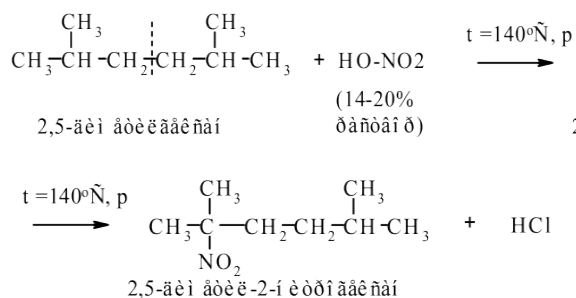


2,2-диметил-1-хлорпропан

Задача 2

Какие продукты реакции образуются при нитровании 2,5-диметилгексана в условиях реакции Коновалова?

Решение задачи. При нитровании 2,5-диметилгексана в условиях реакции Коновалова ($t = 140^\circ\text{C}$, 14–20% раствор HNO_3 , повышенное давление) преимущественно образуется продукт замещения атома водорода при третичных атомах углерода C_2 или C_5 . Поскольку молекула имеет ось симметрии, то продукт будет один – 2,5-диметил-2-нитрогексан. Побочными процессами, сопровождающими реакции нитрования, являются расщепление углеродной цепи (преимущественно рядом с разветвлением) и образование нитропроизводных с меньшим числом атомов углерода. Чем длиннее цепь алкана и выше температура, тем интенсивнее протекает этот процесс. В данной задаче таких продуктов не будет: они образуются при парофазном нитровании алканов ($t = 300^\circ\text{C}$).



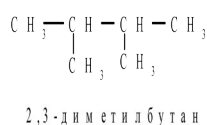
Задача 3

Получите 2,3-диметилбутан из галогенпроизводных алканов по реакции Вюрца, без образования побочных продуктов.

Решение задачи. Для синтеза вещества по его формуле необходимо:

- а) записать структурную формулу получаемого соединения;
- б) обдумать направления синтеза;
- в) написать формулы исходных веществ;
- г) написать уравнения реакций.

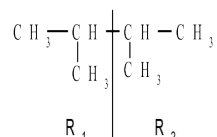
По названию вещества записываем формулу получаемого предельного углеводорода:



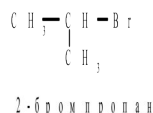
Получение алканов из галогенпроизводных по реакции Вюрца производится при взаимодействии двух галогенпроизводных с меньшим числом углеродных атомов, чем в синтезируемом соединении, в присутствии металлического натрия. Для выбора подходящих галогенпроизводных нужно разделить формулу алкана на два любых фрагмента, которые в месте разъединения должны соединяться с атомами

галогена. В смеси двух галогенпроизводных с металлическим натрием реакция может проходить между двумя различными по строению галогенпроизводными и двумя парами одинаковых галогенпроизводных. В результате в первом случае образуются три алкана – один основной и два побочных.

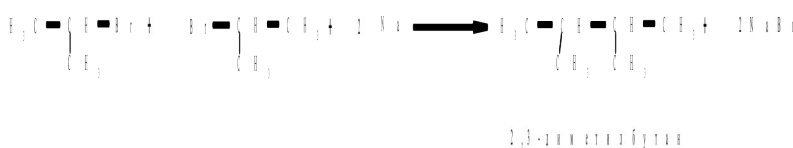
По условию задачи для получения алкана без образования побочных продуктов нужно разделить исходный углеводород на два одинаковых фрагмента, которые образуют одно галогенпроизводное. Такое возможно только для симметричных алканов. Искомый углеводород симметричен, и мы его делим таким образом:



R_1 и R_2 одинаковы, поэтому нужный галогенуглеводород имеет структурную формулу



Уравнение реакции Вюрца имеет вид



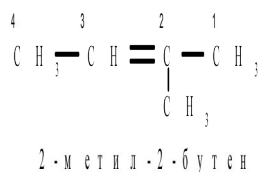
1.2. Непредельные углеводороды – алкены, алкадиены, алкины

Задача 1

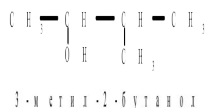
Напишите уравнение реакции получения 2-метил-2-бутена из соответствующего спирта. Приведите уравнение реакции взаимодействия полученного 2-метил-2-бутена с бромистым водородом.

Решение задачи. Алкены получают в результате дегидратации спиртов при нагревании в присутствии водоотнимающих веществ. В зависимости от условий протекания реакции процесс дегидратации может быть внутримолекулярным (в этом случае получается алкен) и межмолекулярным (в этом случае получается простой эфир).

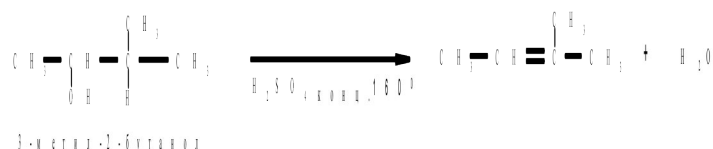
Напишем формулу алкена, который нужно получить по условию задачи:



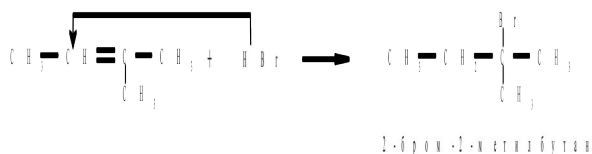
Формула спирта, необходимого для синтеза алкена, будет иметь тот же углеродный скелет. По правилу Зайцева при внутримолекулярной дегидратации водород отщепляется от наименее гидрированного из соседних с гидроксилом атомов углерода. Поэтому формула необходимого для реакции спирта будет иметь вид



Уравнение реакции внутримолекулярной дегидратации имеет вид:



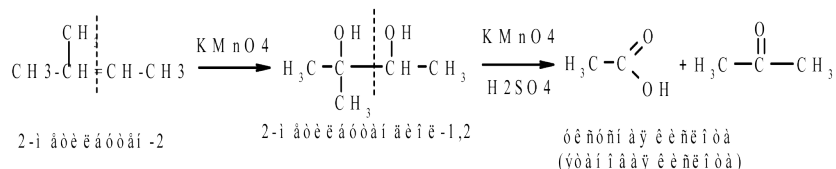
Для 2-метил-2-бутена как алкена характерны реакции присоединения по месту разрыва двойной связи. Реакция присоединения проходит по правилу Марковникова: водород присоединяется к наиболее гидрированному атому углерода, а галоген – к менее гидрированному по месту разрыва двойной связи:



Задача 2

Приведите уравнение реакции окисления 2-метилбутена-2.

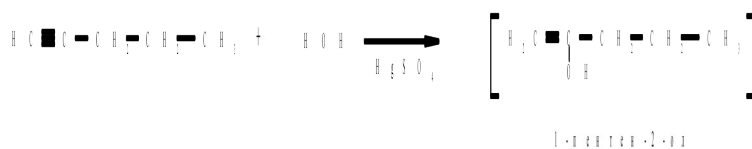
Решение задачи. При окислении алкенов в мягких условиях легко разрывается π -связь и образуется двухатомный спирт (диол). В более жестких условиях происходит расщепление двойной связи и окисление образующихся фрагментов молекулы до кислоты или кетона в зависимости от строения фрагмента при двойной связи. Так, 2-метилбутен-2 в мягких условиях окисляется до 2-метилбутандиола-1,2, а в жестких – до смеси уксусной кислоты и ацетона:



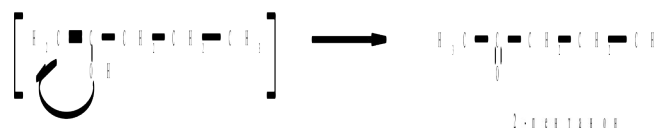
Задача 3

Напишите уравнение реакции взаимодействия пентадиена-1,3 с хлором при 40°C.

Решение задачи. Особенность диеновых углеводородов – наличие сопряженной системы двойных связей, разделенных одной σ -связью.



Получающийся неперелый спирт неустойчив, поэтому не существует в свободном виде. В нем тотчас же происходит внутримолекулярная перегруппировка:



Реакцию с аммиачным раствором оксида серебра проводим с 3-метил-1-бутином:

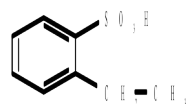


1.3. Ароматические углеводороды

Задача 1

Получите из бензола орто-сульфоэтилбензол. Напишите для него уравнение реакции окисления.

Решение задачи. Напишем формулу орто-сульфоэтилбензола:



По формуле видно, что в молекулу бензола нужно ввести алкильный радикал этил и сульфогруппу. Алкильный радикал вводится в кольцо при действии на бензол галоидных алкилов в присутствии хлористого алюминия (реакция Фриделя-Крафтса). Сульфогруппа вводится в бензольное ядро путем реакции сульфирования – воздействия на бензол концентрированной серной кислотой. Сульфогруппа – это ориентант II рода, направляющий следующий заместитель в бензольном ядре в мета-положение по отношению к себе. Этил – заместитель I рода, направляющий следующий заместитель в орто- и пара-положение. В связи с тем, что нужно получить соединение с орто-расположением заместителей, первой следует проводить реакцию алкилирования.

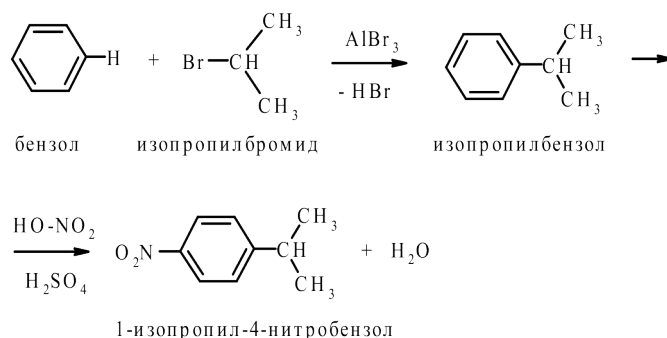
Реакция алкилирования имеет вид



Реакция сульфирования имеет вид

пространстве. Поэтому следующий заместитель направляется только в п-положение, доля о-изомера пренебрежительно мала.

Последовательность введения групп в ядро определяется взаимным расположением заместителей в синтезируемой молекуле. Если они находятся в п-положении по отношению друг к другу, то первым должен быть введен заместитель I рода (изопропильная группа), активирующий ядро в положениях о- и п-. Большие размеры (стерический фактор) изопропильной группы (и ей подобных, например трет-бутильной) позволяют ввести следующую группу только в п-положение.

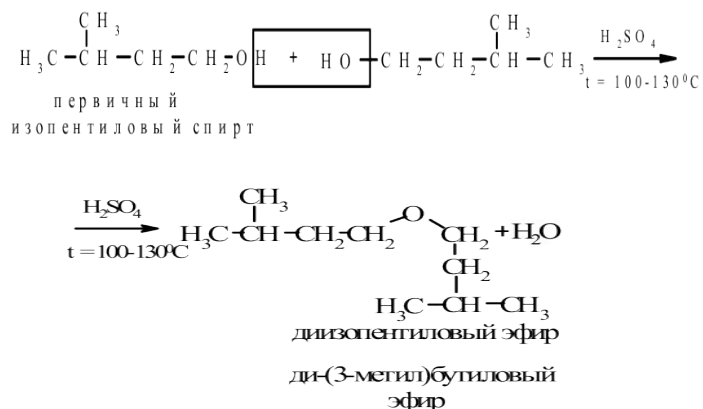


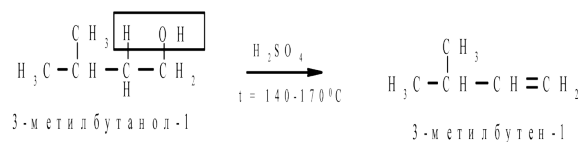
1.5. Спирты, простые эфиры, фенолы

Задача 1

Напишите уравнения реакций внутри- и межмолекулярной дегидратации первичного изопентилового спирта, укажите условия, дайте наименование всех веществ по номенклатуре ИЮПАК.

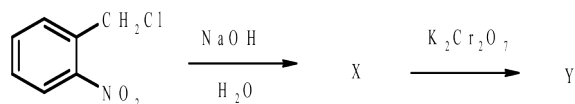
Решение задачи. Первичные спирты в кислых средах при нагревании подвергаются либо внутри-, либо межмолекулярной дегидратации. При высоких температурах ($>140^\circ\text{C}$) происходит преимущественное образование алкенов (внутримолекулярная дегидратация). Отщепление воды идет по правилу Зайцева. При умеренных температурах ($<120^\circ\text{C}$) и избытке спирта образуются простые эфиры (межмолекулярная дегидратация).



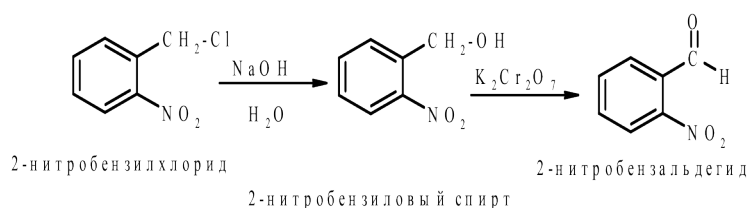


Задача 2

Дополните схему следующих превращений, дайте наименование всех продуктов по ИЮПАК.



Решение задачи. Схема превращений будет выглядеть следующим образом:



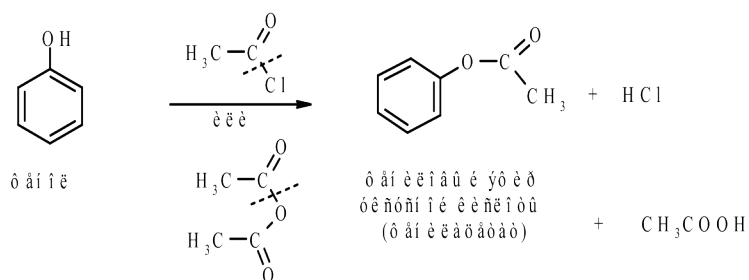
Для написания уравнения первой стадии процесса необходимо вспомнить один из способов получения спиртов – щелочной гидролиз галогенпроизводных углеводородов. Далее протекает реакция окисления (в присутствии сильного окислителя – дихромата калия), который действует только на боковую цепь $-\text{CH}_2\text{OH}$, но не на бензольное кольцо.

Первичные спирты окисляются до альдегидов, поэтому продуктом является 2-нитробензальдегид. Дальнейшее окисление приведет к образованию 2-нитробензойной карбоновой кислоты.

Задача 3

Напишите уравнения реакций получения фенолового эфира уксусной кислоты, выбрав кислотную составляющую с учетом реакционной способности фенольного гидроксила.

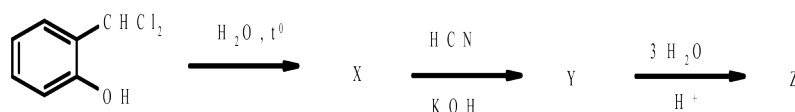
Решение задачи. Феноловый эфир уксусной кислоты – это сложный эфир, в молекуле которого имеются фрагменты кислоты и фенола. Сложные эфиры фенолов получают, используя только высоко реакционноспособные производные карбоновых кислот – ангидриды и хлорангидриды. У алифатических спиртов отсутствует ароматическое ядро и, следовательно, нет сопряжения с ним. Для получения сложного эфира алифатического спирта используют кислоту.



1.6. Альдегиды, кетоны

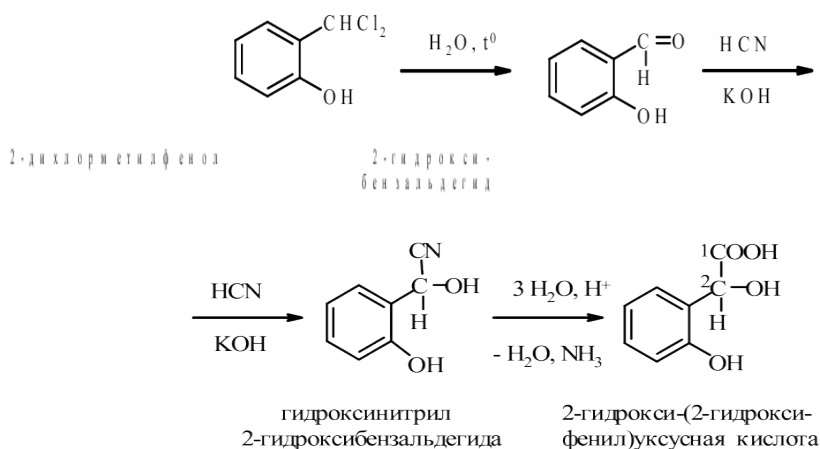
Задача 1

Дополните схему следующих превращений, напишите уравнения соответствующих реакций, назовите все продукты.



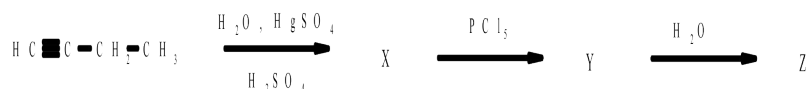
Решение задачи. Первое уравнение в приведенной цепочке превращений – это реакция гидролиза дигалогенпроизводного. Гидролизу в исходной молекуле 2-дихлорметилфенола подвержены только полярные связи C–Cl в боковой цепи, причем каждый атом хлора замещается на группу -ОН с образованием неустойчивого 2-дигидроксиметилфенола. Затем от этого соединения отщепляется вода и образуется 2-гидроксibenзальдегид. На этой реакции основан один из способов получения альдегидов – гидролиз дигалогенпроизводных.

Следующая стадия превращения – взаимодействие альдегида с синильной кислотой (реакция присоединения) в присутствии основания. На этой стадии образуется гидроксинитрил, который при кипячении в воде легко гидролизуется до соответствующей гидроксикислоты – 2-гидрокси-(2-гидроксифенил)уксусной кислоты.

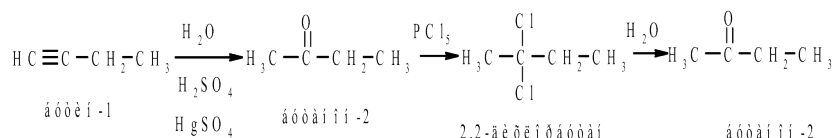


Задача 2

Дополните схему следующих превращений, напишите уравнения реакций, дайте наименование всех продуктов по международной номенклатуре.



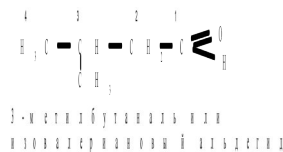
Решение задачи. На первой стадии прописаны условия реакции Кучерова – получение кетона из алкина в присутствии сульфата ртути (II). Далее полученный кетон взаимодействует с пентахлоридом фосфора с образованием соответствующего дигалогенпроизводного алкана (реакция замещения). На последней стадии протекает гидролиз, полученного в результате реакции, дигалогенпроизводного до кетона. В этом задании отрабатываются два способа получения кетонов, а также переход от дигалогенпроизводных к карбонильным соединениям и наоборот.



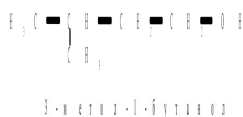
Задача 3

Получите 3-метилбутаналь из соответствующего спирта и подействуйте на него синильной кислотой. Составьте уравнения реакций и назовите полученные соединения.

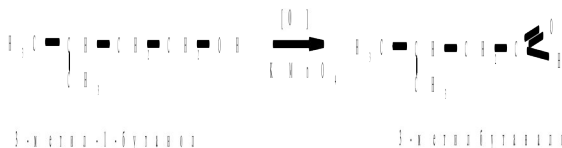
Решение задачи. Судя по названию (суффикс *-аль*), следует получить альдегид следующего строения:



При окислении первичных спиртов образуются альдегиды. Первичный спирт будет иметь такой же углеродный скелет, как и исходный альдегид.



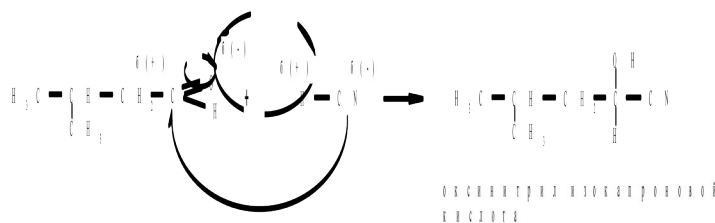
Проводим окисление спирта:



Альдегиды и кетоны взаимодействуют с синильной кислотой, вступая в реакцию присоединения по карбонильной группе. Так как в карбонильной группе происходит сдвиг электронов в сторону более электроотрицательного атома кислорода



связь становится поляризованной и водород из молекулы синильной кислоты присоединяется к атому кислорода карбонильной группы, а нитрильная группа присоединяется к атому углерода карбонильной группы:



1.7. Карбоновые кислоты и их функциональные производные

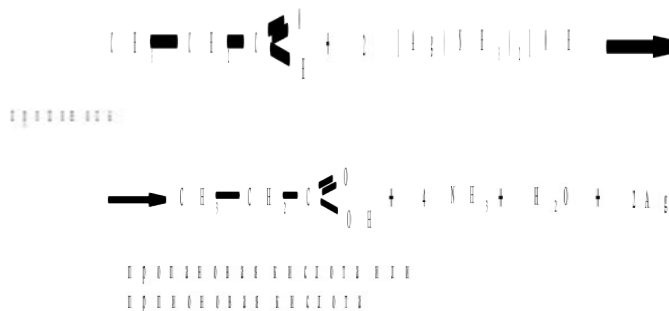
Задача 1

Получите сложный эфир из пропаналя и пропанона.

Решение задачи. Сложный эфир проще всего получить взаимодействием молекулы спирта и молекулы карбоновой кислоты в присутствии концентрированной серной кислоты (реакция этерификации). Необходимую карбоновую кислоту можно получить окислением альдегида, а спирт образуется при восстановлении кетона. Альдегид и кетон являются исходными соединениями. Записываем формулу пропаналя:



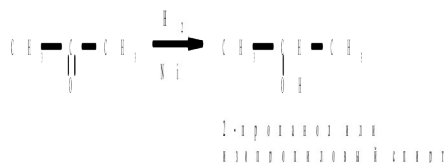
Напишем уравнение реакции окисления альдегида аммиачным раствором оксида серебра.



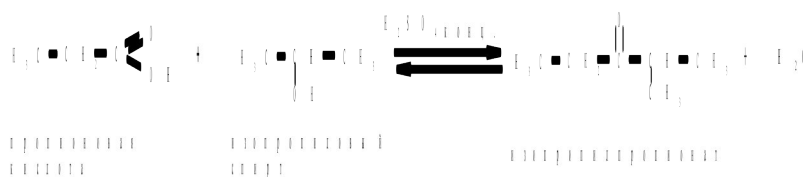
Записываем формулу пропанона:



Напишем уравнение реакции восстановления кетона водородом (реакция гидрирования):



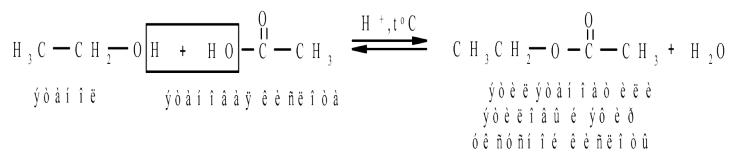
Проводим реакцию этерификации. Получаемый сложный эфир гидролизуется образующейся водой, следовательно, это обратимая реакция. Для связывания выделяющейся воды необходимо добавлять концентрированную серную кислоту.



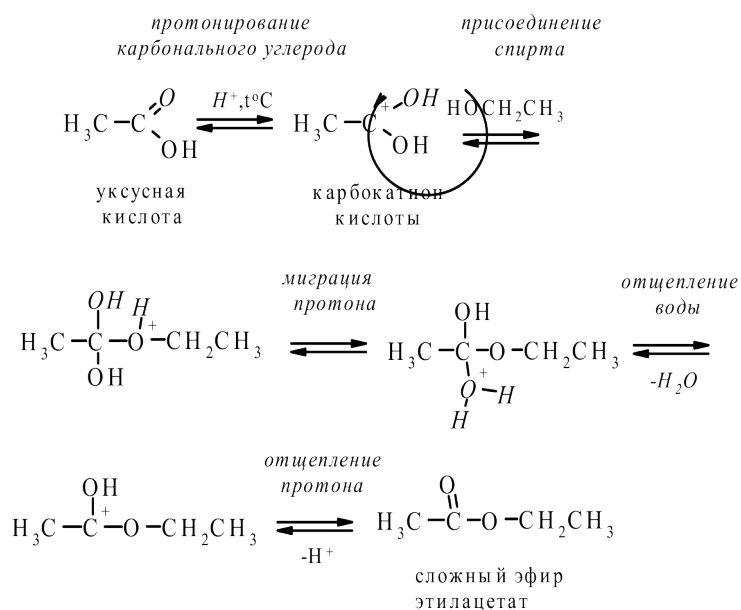
Задача 2

Напишите уравнение и механизм реакции этерификации уксусной кислоты этиловым спиртом, назовите образующийся продукт.

Решение задачи. При нагревании смеси спирта и карбоновой кислоты в присутствии сильных минеральных кислот (катализаторов) образуется сложный эфир соответствующей кислоты (реакция этерификации).



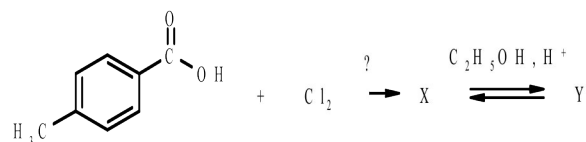
Реакция этерификации – обратимый равновесный процесс. Выделяющаяся при реакции вода образуется из OH кислоты и H спирта. На первой стадии протон присоединяется к карбонильному атому кислорода, образуя карбокатион карбоновой кислоты. На второй стадии происходит атака карбонильного атома углерода, несущего положительный заряд, неподеленной электронной парой (НЭП) атома кислорода OH-группы спирта. Эта стадия является медленной, или лимитирующей. Стабилизация промежуточного продукта присоединения спирта к кислоте может идти двумя путями: либо через отщепление присоединившегося спирта, либо через отщепление воды. В первом случае мы возвращаемся к исходной смеси реагентов, а во втором – приходим к сложному эфиру. Реализуются оба пути. В этом суть обратимости процесса.



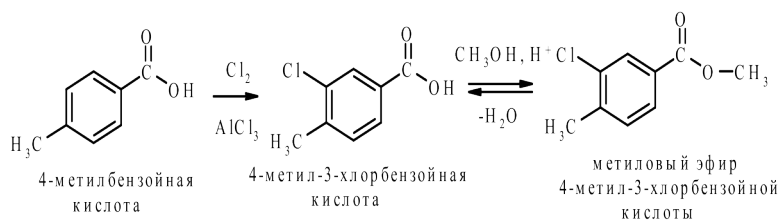
Сдвинуть равновесие в сторону образования сложного эфира можно либо удалением воды (азеотропная отгонка) или эфира, либо использованием избытка спирта. Сокращенное наименование сложного эфира строят, начиная со спиртовой составляющей и заканчивая окончанием *-оат*.

Задача 3

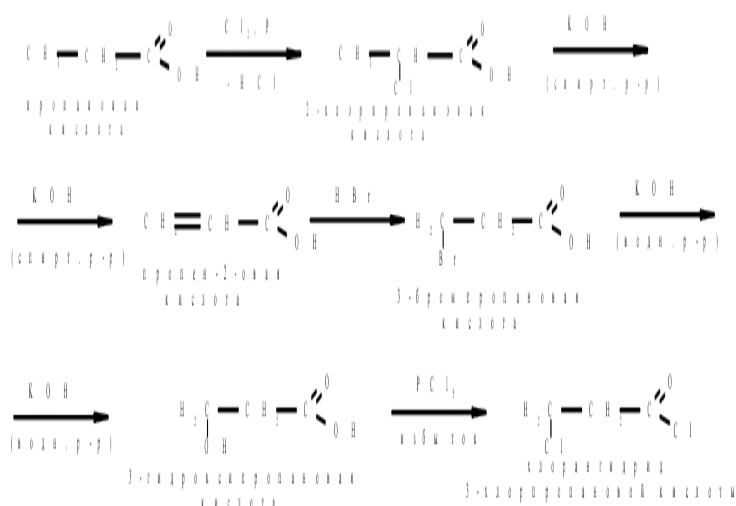
Закончите схему превращений и напишите уравнения соответствующих реакций:



Решение задачи. На первой стадии (хлорирование ядра) необходимо вспомнить об ориентирующем действии в ряду производных бензола. Метильная группа является активирующей и ориентантом I рода, поэтому следующая группа направляется в о-положение по отношению к ней. Поскольку в ядре наряду с активирующей группой присутствует пассивирующая карбоксильная группа, то требуется катализатор – безводный хлорид алюминия. Далее идет стадия этерификации (объяснения см. выше).



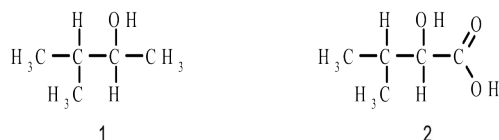
селективный реагент для замещения как спиртового -ОН, так и в составе СООН-группы на -Сl .



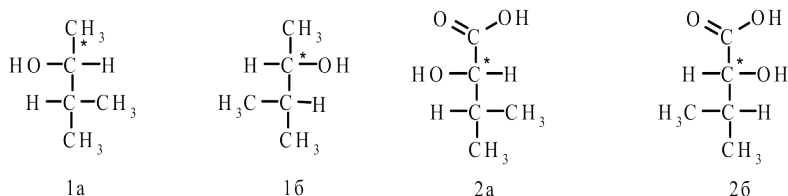
1.8. Углеводы

Задача 1

Сколько асимметрических атомов углерода и оптических изомеров имеется у следующих двух веществ? Укажите асимметрические атомы углерода на формулах и приведите формулу расчета числа оптических изомеров.



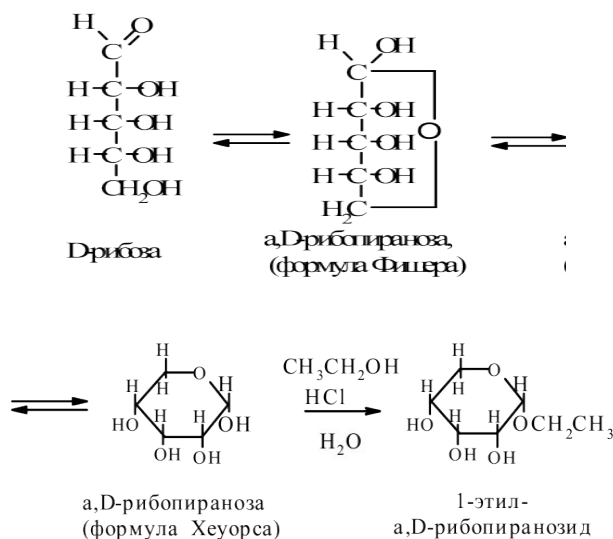
Решение задачи. Асимметрическим считается атом углерода, связанный с четырьмя разными заместителями. У обоих соединений 1 (3-метилбутанола-2) и 2 (3-метил-2-гидроксипропановой кислоты) имеется по одному асимметрическому атому углерода (при атомах С₂ и С₃ имеется по два одинаковых заместителя – два метильные группы). Формула расчета числа оптических изомеров $N = 2^n$. ($N = 2^1 = 2$). Значит, каждое вещество может существовать в виде пары оптических антиподов D- и L-соответственно (1а и 1б, 2а и 2б).



Задача 2

Для α,D-рибопиранозы напишите уравнение реакции с этиловым спиртом, назовите продукт реакции.

Решение задачи. Реакции моносахаридов со спиртами протекают в циклической форме, поэтому сначала следует построить проекционную формулу Фишера для указанного углевода, затем перейти от нее к перспективной формуле Хеурса и далее написать уравнение реакции замещения атома водорода в полуацетальном гидроксиле на остаток спирта и получить гликозид. В случае α ,D-рибопиранозы образуется 1-этил- α ,D-рибопиранозид (или о-этил- α ,D-рибопиранозид).



Задача 3

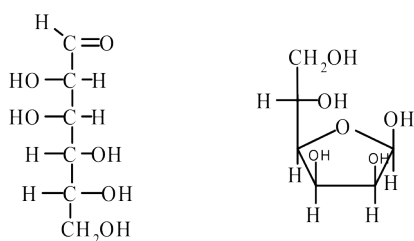
Напишите уравнения реакций окисления в жестких условиях азотной кислотой β ,D-маннофуранозы и взаимодействия ее с двумя молекулами хлористого этила.

Решение задачи. β ,D-Маннофураноза – это альдогексоза общей формулы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Из названия следует, что D-манноза находится в таутомерной циклической фуранозной (пятичленной) форме, в виде β -изомера.

Принадлежность моносахаридов к D- или L-ряду определяется по расположению гидроксила у последнего асимметрического атома углерода. Если гидроксил расположен справа, т.е. соответствует стандартному веществу D-глицериновому альдегиду, то моносахарид относится к D-ряду, если слева – к L-ряду.

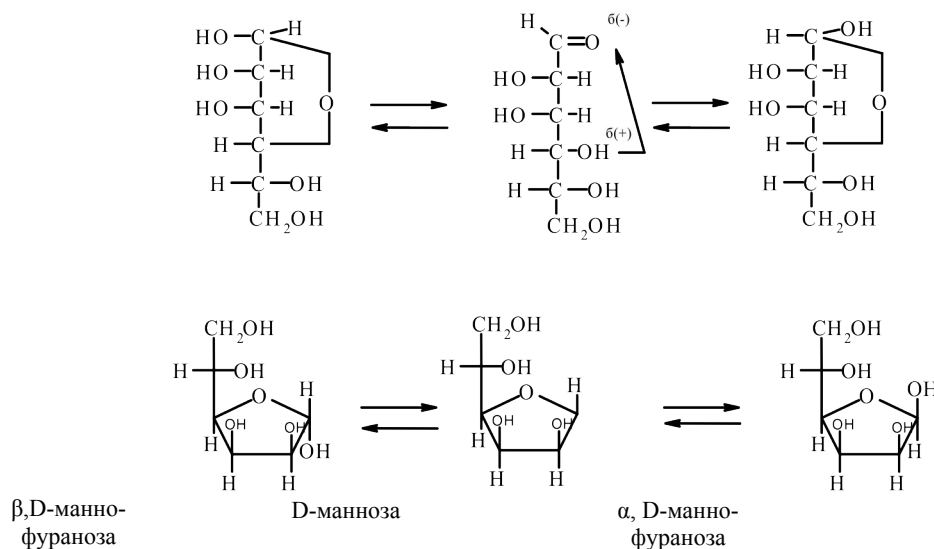
Рассмотрим открытую гидроксикарбонильную форму D-маннозы. Молекула содержит 6 атомов углерода и альдегидную группу, следовательно, это альдогексоза. Принадлежность данной молекулы к D-ряду определяется по расположению заместителей у пятого атома углерода.

В водном растворе моносахариды существуют в открытой и циклических формах, находящихся в подвижном равновесии по отношению друг к другу, что объясняется наличием активного атома водорода в полуацетальном гидроксиле. Такое явление называется таутомерией, а открытая и циклические формы – это таутомерные конфигурации.



D-манноза

Переход открытой формы в циклическую происходит за счет разрыва двойной связи C=O карбонильной группы и присоединения водорода от спиртового гидроксила у четвертого или пятого атомов углерода к атому кислорода в карбонильной группе. Если при этом образуется пятичленный цикл, такая форма называется фуранозной, если шестичленный – то форма называется пиранозной. При углероде карбонильной группы появляется новый (наиболее химически активный) гидроксил, который называется полуацетальным, или гликозидным, в котором водород наиболее подвижен по сравнению с атомами водорода в спиртовых гидроксилах.



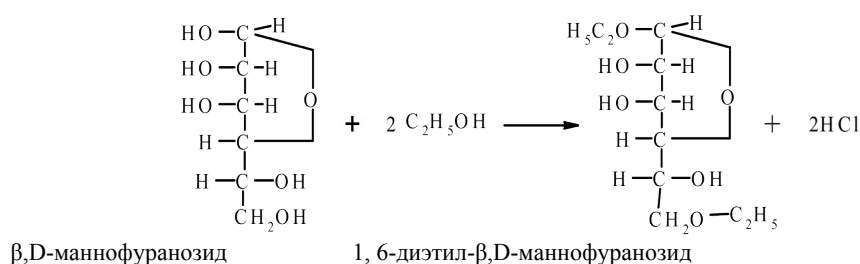
Углерод, у которого находится полуацетальный гидроксил, становится асимметрическим, поэтому различное расположение заместителей около него приводит к образованию двух изомерных форм – α - или β -форм. Если расположение полуацетального гидроксила и гидроксила у последнего асимметрического атома углерода одинаково, то это α -форма, если противоположное – β -форма. Схема таутомерных превращений для D-маннозы дана выше.

В зависимости от реагента и условий в реакцию вступает одна из двух таутомерных форм – открытая или циклическая. В реакцию окисления вступает открытая форма D-маннозы. В жестких условиях окисление происходит при высокой температуре и при воздействии такого окислителя, как, например, азотная кислота. Окисление при этом идет по

альдегидной группе и первичной гидроксильной группе. В результате получается двухосновная кислота.



Реакция с хлористым этилом проходит по гидроксильным группам, т.е. в циклической форме, и иллюстрирует свойства, общие с многоатомными спиртами.

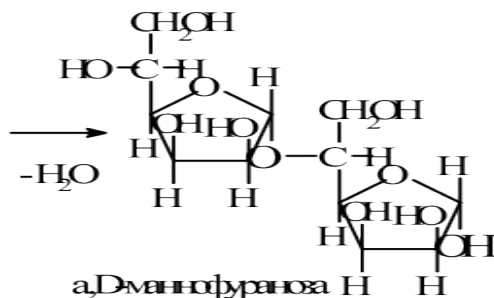
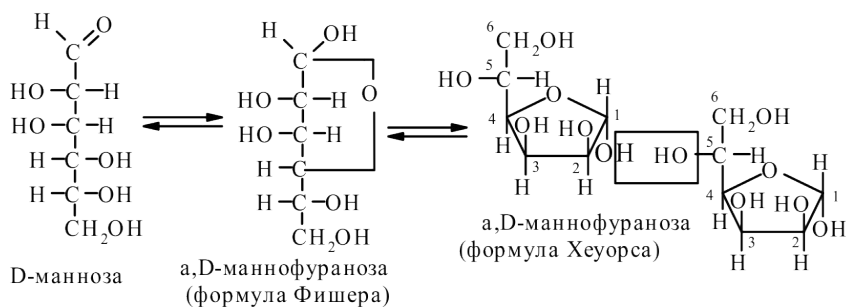


Если требуется провести реакцию с одним молем галоидного алкила, то реакция пройдет по полуацетальному гидроксилу как наиболее реакционноспособному. Получаемые при этом вещества называются гликозидами. В данной задаче требуется провести реакцию с двумя молями хлористого этила. Следовательно, реакция пойдет по полуацетальному гидроксилу и первичному спиртовому гидроксилу, так как из оставшихся эта гидроксильная группа наиболее активна.

Задача 4

Из двух молекул α ,D-маннофуранозы получите восстанавливающий дисахарид, назовите его по систематической номенклатуре.

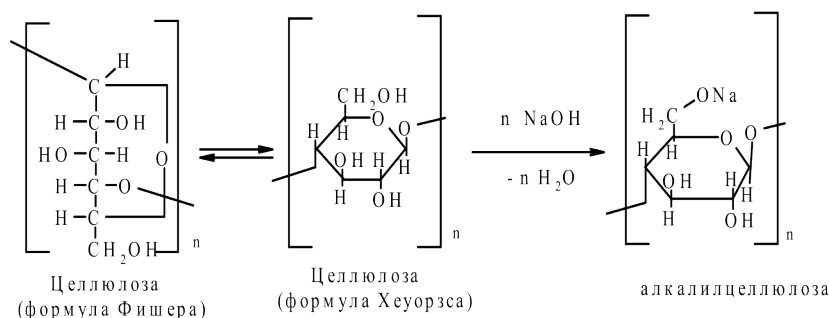
Решение задачи. Сначала необходимо построить проекционную формулу Фишера для указанного углевода, затем перейти от нее к перспективной формуле Хеуорса. Для построения восстанавливающего дисахариды следует знать, что он образуется за счет полуацетального гидроксила одной молекулы моносахарида и любого другого спиртового гидроксила (кроме полуацетального) другой молекулы. Восстанавливающий дисахарид, построенный из двух молекул α ,D-маннофуранозы, соединенных 1–5-гликозидной связью, будет выглядеть следующим образом:



Задача 5

Что такое алкалилцеллюлоза? Для каких целей ее получают? В производстве какого волокна процесс получения алкалилцеллюлозы играет решающую роль? Напишите уравнение реакции ее получения.

Решение задачи. Обработкой целлюлозы концентрированным раствором щелочи получают алкалилцеллюлозу, содержащую примерно 1 атом натрия на 2 остатка глюкозы. Далее алкалилцеллюлоза при взаимодействии с сероуглеродом CS_2 дает ксантогенат целлюлозы (эфир), который, в отличие от самой целлюлозы, растворим в воде и разбавленной щелочи. Такой раствор называют вискозным, его продавливают через фильтры в осадительную ванну (с раствором серной кислоты), в которой происходит формирование тонких нитей – вискозного волокна (вискозный шелк).

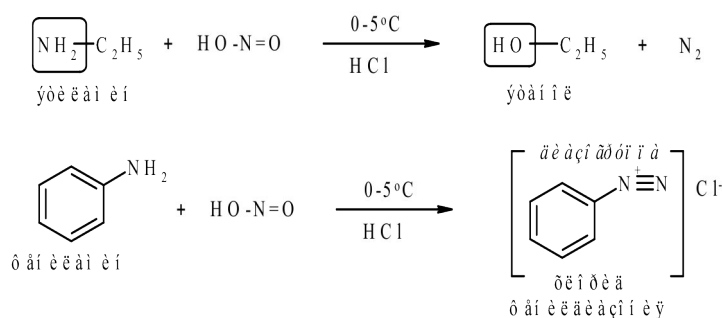


1.9. Амины, аминокислоты, белки

Задача 1

Как можно различить этиламин (первичный алифатический амин) и фениламин (первичный ароматический амин)? Приведите уравнения реакций для каждого из указанных аминов.

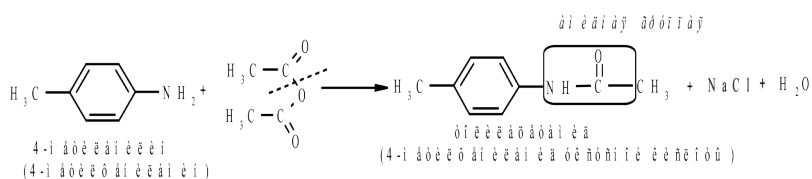
Решение задачи. Этиламин и фениламин имеют разное строение, поэтому их можно различить по реакции с азотистой кислотой HNO_2 . Этиламин – это первичный алифатический амин, а фениламин (анилин) – первичный ароматический амин. При взаимодействии с HNO_2 первичные ароматические амины образуют соли арилдiazония (устойчивые при 0–5°C и избытке кислоты), а первичные алифатические амины в тех же условиях – спирты. Причина такого явного различия состоит в том, что соли алкилдиазония крайне неустойчивы даже при пониженных температурах, выделить в чистом виде их не удастся, поскольку протекает мгновенное замещение diaзогруппы $-\text{N}\equiv\text{N}$ на $-\text{OH}$.



Задача 2

Будет ли реагировать п-метиланилин с уксусным ангидридом? Приведите примеры аминов, не способных реагировать с уксусным ангидридом. Поясните свой выбор.

Решение задачи. Амины, будучи органическими основаниями (δ^- на атоме N), легко присоединяют положительно заряженные частицы (электрофильные) по атому азота аминогруппы. Такими частицами являются протоны, алкильные и ацильные группы, несущие на атоме углерода частичный положительный заряд δ^+ .



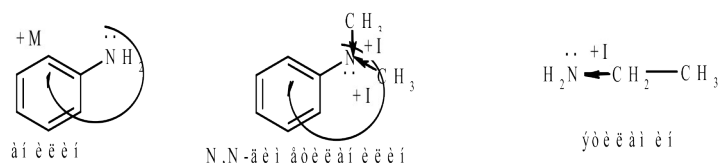
Атомы водорода NH_2 -группы могут легко замещаться на остатки кислот, входящие в состав хлорангидридов и ангидридов (δ^+ на атоме углерода карбонильной группы наибольший). Такие реакции называют реакциями ацилирования, а продукты – амидами.

Не вступают в реакции ацилирования третичные амины, у которых атом водорода при атоме азота отсутствует.

Задача 3

Какой из аминов является более слабым основанием: этиламин, фениламин или N,N-диметилфениламин? Объясните свой вывод с электронных позиций.

Решение задачи. Самым слабым основанием в указанном ряду является фениламин, так как неподеленная электронная пара атома азота находится в сопряжении с бензольным кольцом («втянута» в ядро). Наличие электронодонорных метильных групп при атоме азота (проявляют положительный индукционный эффект $+I_{эф}$) увеличивает силу амина как основания. Метильные группы смещают электронную плотность к атому азота, поэтому этиламин и N,N-диметилфениламин – более сильные основания, чем фениламин.

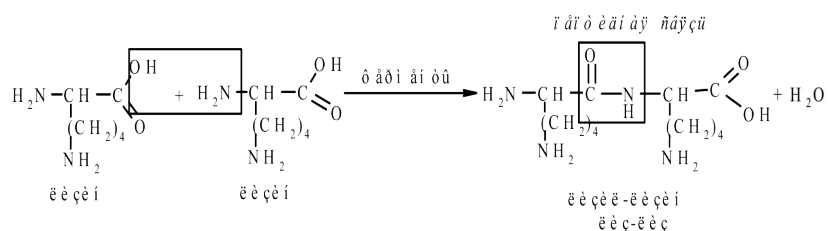


Задача 4

Напишите схему реакции получения дипептида из лизина (2,6-диаминогексановой кислоты). Назовите дипептид, полученный в результате реакции.

Решение задачи. α -Аминокислоты могут взаимодействовать друг с другом с образованием длинных полимерных цепей. Аминокислоты образуют дипептиды при взаимодействии карбоксильной группы одной молекулы аминокислоты с аминогруппой второй молекулы аминокислоты.

Дипептид из лизина (2,6-диаминогексановой кислоты) строится следующим образом:



Связь CO–NH между остатками α -аминокислот называется пептидной, а полимеры – олиго- (2–8) или полипептидами. Выделяющаяся вода образуется за счет -ОН карбоксильной группы первой аминокислоты и -Н α -аминогруппы второй молекулы аминокислоты.

Если в аминокислоте имеется 2 аминогруппы, для образования пептидной связи нужно брать только аминогруппу, находящуюся в α -положении к карбоксильной.

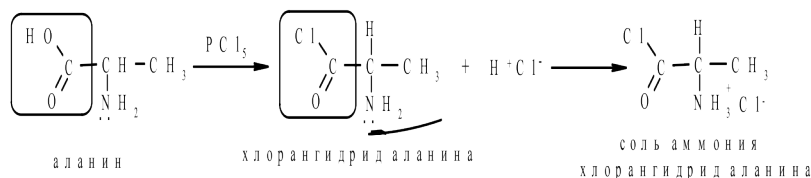
Следует строго соблюдать порядок соединения аминокислот! Первая аминокислота называется N-концевой, а последняя – С-концевой. Название также строится от N-конца к С-концу. В данном примере это не актуально, так как аминокислоты одинаковые.

Задача 5

Напишите уравнение реакции взаимодействия аланина (2-аминопропановой кислоты) с пятихлористым фосфором с учетом имеющейся в молекуле аминогруппы.

Решение задачи. Аминокислоты проявляют свойства, характерные для всех карбоновых кислот: легко образуют сложные эфиры, хлорангидриды и ангидриды. Аминокислоты, будучи бифункциональными соединениями, также проявляют свойства, общие с аминами: образуют соли, вступают в реакции ацилирования, алкилирования, с азотистой кислотой.

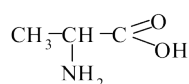
В реакции с пентахлоридом фосфора выделяется хлороводород HCl в качестве побочного продукта, который легко взаимодействует со свободной аминогруппой. Если не предпринимать мер к его связыванию (не добавлять основание), то образуется соль аммония хлорангидрида аланина.



Задача 6

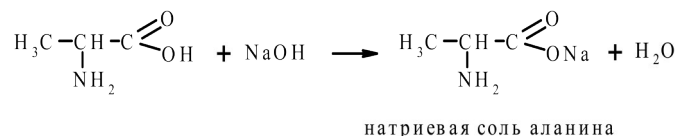
Для аланина напишите уравнения реакций, иллюстрирующих его амфотерный характер, и уравнение реакции образования дипептида при взаимодействии с серином.

Решение задачи. Напишем формулу аланина – α-аминопропионовой кислоты:

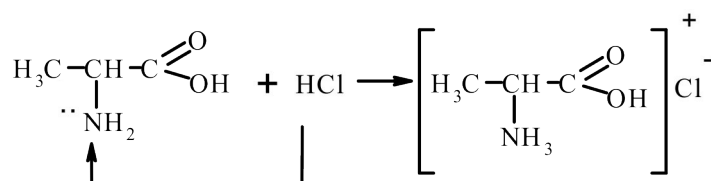


Как все аминокислоты, аланин за счет наличия карбоксильной группы обладает кислотными свойствами, а за счет аминогруппы проявляет основные свойства.

Реакция, иллюстрирующая кислотные свойства аланина, – это взаимодействие с щелочью с образованием натриевой соли аланина.

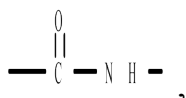


Реакция, доказывающая основные свойства аланина, – это взаимодействие с соляной кислотой с образованием соответствующей соли.

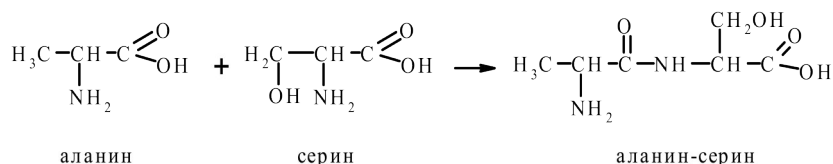


хлористоводородная
соль аланина

Аминокислоты образуют дипептиды при взаимодействии карбоксильной группы одной молекулы аминокислоты с аминогруппой второй молекулы аминокислоты. При этом между молекулами образуется группировка



называемая пептидной группой, а также пептидная связь. Если в подобной реакции будут участвовать три аминокислоты, то образуется трипептид, если много аминокислот – полипептид.

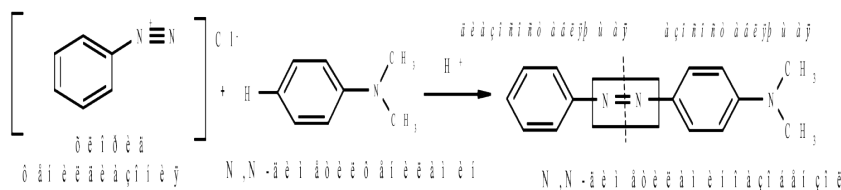


1.10. Азокрасители

Задача 1

Получите N,N-диметиламиноазобензол из соответствующих реагентов. Укажите азо- и диазосоставляющие красителя.

Решение задачи. Азокрасители получают при взаимодействии ароматических солей диазония с третичными ароматическими аминами (или фенолами). Молекулу красителя можно условно разделить на две части: азо- и диазосоставляющую. Диазосоставляющая красителя – это первичный ароматический амин, который при реакции диазотирования дает соль диазония, а азосоставляющая – это производное бензола, содержащее в своей структуре сильную электронодонорную группу, с которым проводили реакцию сочетания (-OH, -OR, -NH₂, -NHR, -NR₂).



1.11. Высокомолекулярные соединения

Задача 1

Приведите схему получения волокон капрон и лавсан. В чем отличие полиамидных волокон от полиэфирных?

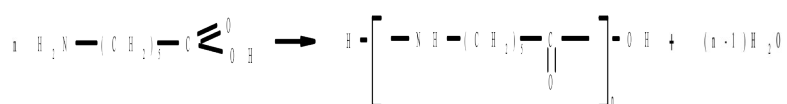
Решение задачи. При взаимодействии молекул аминокислот или диаминов с дикарбоновыми кислотами образуются линейные полимеры – полиамиды, из которых производят волокна (капрон, нейлон).

Из молекул ε-аминокапроновой кислоты по реакции поликонденсации получают волокно капрон, а при взаимодействии 1,6-гексаметилендиамина и гександиовой кислоты образуется полиамидное волокно нейлон.

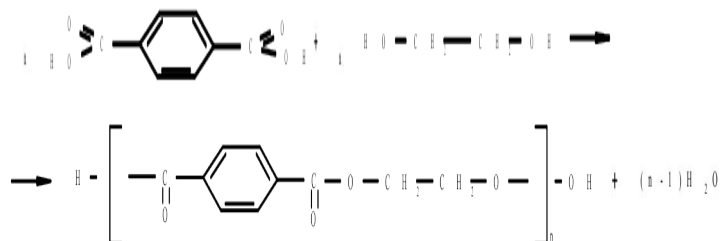
Взаимодействием терефталевой кислоты и этиленгликоля получают полиэфирное волокно лавсан.

Полиамиды отличаются от полиэфиров наличием амидных связей -CONH-, в то время как в полиэфирах имеются сложноэфирные связи -COO-.

Уравнение реакции получения волокна капрона из ε-аминокапроновой кислоты имеет вид



Уравнение реакции получения волокна лавсан из терефталевой кислоты и этиленгликоля имеет вид



2. Правила выбора заданий контрольной работы

Контрольная работа, выполняемая студентами, состоит из одиннадцати заданий. Содержание вопросов контрольной работы соответствует следующим темам:

№ темы	Название
I	Теория строения органических соединений, предельные углеводороды
II	Непредельные углеводороды
III	Ароматические углеводороды
IV	Правила замещения в бензольном ядре
V	Спирты, простые эфиры, фенолы
VI	Альдегиды и кетоны
VII	Карбоновые кислоты и их функциональные производные
VIII	Углеводы
IX	Азотсодержащие соединения (амины, аминокислоты, белки)
X	Азокрасители
XI	Высокомолекулярные соединения

Для выбора вопросов, на которые должен ответить студент, необходимо:

а) написать на первой странице тетради свою фамилию, имя и отчество полностью;

б) начертить следующую таблицу:

Направления подготовки	19.03.04	Номера вопросов
Фамилия		
Имя		
Отчество		

в) определить с помощью табл. 1 номера вопросов для контрольной работы и вписать в соответствующие графы.

Таблица 1

Буква алфавита		Первые пять букв фамилии					Первые четыре буквы имени				Первые две буквы отчества	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
А	Р	1	16	31	46	61	76	91	106	121	166	181
Б	С	2	17	32	47	62	77	92	107	122	167	182

В	Т	3	18	33	48	63	78	93	108	123	168	183
Г	У	4	19	34	49	64	79	94	109	124	169	184
Д	Ф	5	20	35	50	65	80	95	110	125	170	185
Е	Х	6	21	36	51	66	81	96	111	126	171	186
Ж	Ц	7	22	37	52	67	82	97	112	127	172	187
З	Ч	8	23	38	53	68	83	98	113	128	173	188
И	Ш	9	24	39	54	69	84	99	114	129	174	189
К	Щ	10	25	40	55	70	85	100	115	130	175	190
Л	Ы	11	26	41	56	71	86	101	116	131	176	191
М	Ь	12	27	42	57	72	87	102	117	132	177	192
Н	Э	13	28	43	58	73	88	103	118	133	178	193
О	Ю	14	29	44	59	74	89	104	119	134	179	194
П	Я	15	30	45	60	75	90	105	120	135	180	195

Выбор первых девяти вопросов контрольной работы определяется **по пяти буквам фамилии и четырем буквам имени**, выбор последних двух вопросов (десятого и одиннадцатого) – **по двум буквам отчества**.

Для выполнения контрольной работы из первых пяти букв вашей фамилии в столбцах I, II, III, IV, V табл. 1 подбираете соответствующие буквам номера вопросов. Затем из столбцов VI, VII, VIII, IX по четырем буквам вашего имени подбираете еще четыре вопроса. Последние два вопроса контрольной работы берете из столбцов X и XI, исходя из первых двух букв вашего отчества. Букву «Й» считать за «И», букву «Ё» – за «Е».

Например: НИКУЛИНА НИНА НИКОЛАЕВНА – направление подготовки **19.03.04** номера вопросов контрольной работы: 13, 24, 40, 49, 71, 88, 99, 118, 121, 178, 189. **Контрольные работы, выполненные произвольно или не соответствующие варианту, не засчитываются.**

12. Структурные формулы ароматических соединений необходимо писать в виде циклов, например, $C_6H_5CH_3$ (толуол) или C_6H_5OH (фенол) следует записать в структурном виде:



13. После проверки работы, учитывая все замечания преподавателя, студент должен исправить ошибки. Указанные преподавателем задачи следует выполнить вновь.

14. Затем студент должен защитить контрольную работу на собеседовании с преподавателем, проверявшим его работу.

4. Текст заданий контрольной работы

1. Напишите структурные формулы изомеров C_6H_{14} :

- а) нормального строения;
- б) с двумя третичными атомами углерода;
- в) с четвертичным атомом углерода.

Назовите каждый изомер по номенклатуре ИЮПАК.

2. Получите двумя способами (восстановлением соответствующего алкена и из галогенопроизводного по реакции Вюрца) 2,3-диметилбутан. Напишите его изомеры и назовите их.

3. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) 2,2,4-триметилпентана;
- б) 2-бром-3,4,4-триметилгептана;
- в) 3,4-диметил-4-этилгептана;
- г) 1,2,4,5-тетрахлорпентана.

Приведите уравнение реакции 2,2,4-триметилпентана с одной молекулой хлора и назовите полученное соединение по международной номенклатуре.

4. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии металлического натрия на смесь, состоящую из 2-хлорпропана и 2-метил-2-хлорбутана. Назовите три полученных углеводорода по международной номенклатуре.

5. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов состава C_8H_{18} , имеющих в главной цепи шесть углеродных атомов, и назовите их по международной номенклатуре. Какие изомеры содержат четвертичные атомы углерода?

6. Действием металлического натрия на йодистый этил и вторичный йодистый бутил получите предельный углеводород. Напишите все его возможные изомеры и назовите их по международной номенклатуре.

7. Напишите уравнения реакций получения 2-метилбутана и пентана, используя различные галогенпроизводные при участии металлического натрия. Назовите все вещества.

8. Напишите уравнение получения изобутана любым способом и уравнение реакции его нитрования (с 1 молем HNO_3). Укажите условия протекания реакций и назовите вещества.

9. Какие моноклорпроизводные с наибольшей вероятностью могут быть получены при замещении одного атома водорода на хлор в молекулах:

- а) пропана;
- б) бутана;
- в) изобутана;
- г) 2-метилбутана?

Напишите уравнения реакций хлорирования, условия их проведения. Назовите образующиеся моноклорпроизводные соединения.

10. Получите предельные углеводороды:

- а) из тетраметилэтилена;
- б) из 2,4-диметил-2-пентена.

Назовите образующиеся углеводороды. Укажите в них первичные, вторичные, третичные атомы углерода.

11. Напишите уравнения реакций, протекающих при действии одной молекулы азотной кислоты на следующие углеводороды:

- а) бутан;
- б) пентан;
- в) 2-метилбутан.

Укажите условия и направления преимущественного течения реакций. Назовите образующиеся нитросоединения.

12. Какие три углеводорода могут быть получены при действии металлического натрия на смесь, содержащую 2-йодпропан и изобутил йодистый? Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения по международной номенклатуре.

13. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) 2,2,3-трихлорбутана;
- б) 2,4-диметилпентана;
- в) 2,5-диметилгексана;
- г) 3-метил-3-этилпентана;
- д) 1,2,5,6-тетрахлоргексана.

Укажите, какие из них являются изомерами. Напишите уравнение реакции 2,4-диметилпентана с одной молекулой хлора. Назовите полученное соединение по международной номенклатуре.

14. Напишите уравнения реакций получения этана, пропана и бутана, используя галогенпроизводные при участии металлического натрия. Бутан получите из двух пар различных галогенпроизводных.

15. Напишите уравнения реакций последовательного полного хлорирования метана. Укажите условия протекания реакций. Назовите полученные хлорпроизводные углеводороды и укажите практическое применение этих соединений.

16. Из соответствующего спирта получите 2-метил-2-бутен. Напишите все изомеры полученного соединения и назовите их по международной номенклатуре.

17. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:

- а) 2,3,4-триметил-1-пентена;
- б) 3,4-диметил-2-этил-1-гексена;
- в) 2,2,5-триметил-3-гексина;
- г) 2,3-диметил-1,3-бутадиена;
- д) 2-метил-1,3-гексадиен-5-ина;
- е) 3,3-диэтил-1-пентен-4-ина.

18. Составьте уравнения реакций взаимодействия одной молекулы бромистого водорода со следующими веществами:

- а) 1-пентеном;
- б) 1,2-бутадиеном;

- в) 1,3-пентадиеном;
- г) 2-метил-3-гексином.

Назовите полученные соединения по международной номенклатуре.

19. Получите дегидратацией 3-метил-2-пентанола соответствующий этиленовый углеводород. На продукт реакции подействуйте раствором перманганата калия. Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения по международной номенклатуре.

20. Напишите уравнения реакций с водой (реакция Кучерова) для следующих соединений:

- а) 1-пентина;
- б) 3-метил-1-пентина;
- в) 4,4-диметил-2-пентина.

Укажите условия протекания реакций и назовите вещества.

21. Получите соответствующие этиленовые углеводороды дегидратацией следующих спиртов:

- а) 3-метил-2-бутанола;
- б) 2-бутанола;
- в) 2-метил-2-пропанола;
- г) 2-метил-4-октанола.

Назовите полученные соединения по международной номенклатуре.

22. Напишите уравнения реакций взаимодействия:

- а) этина с бромом;
- б) 2-метил-1-пентена с водой в присутствии концентрированной серной кислоты;
- в) 2-метил-1,3-пентадиена с бромистым водородом.

Назовите полученные соединения по международной номенклатуре.

23. Из 1-бутина через ряд стадий получите 2-хлорбутан. Напишите уравнение реакции 1-бутина с водой (реакция Кучерова) и назовите полученное вещество.

24. Напишите уравнения реакций получения 3-метил-1-бутена:

- а) из соответствующего ацетиленового углеводорода;
- б) из соответствующего спирта.

Затем напишите уравнения реакций 3-метил-1-бутена:

- а) с хлористым водородом;
- б) с водой в присутствии концентрированной серной кислоты.

Укажите условия протекания реакций и назовите полученные вещества.

25. Из метана через этан и этиловый спирт получите 1,3-бутадиен и напишите для него уравнения реакций:

- а) с одной молекулой водорода;
- б) с одной молекулой хлористого водорода;
- в) реакцию полимеризации.

Укажите условия протекания реакции и назовите все вещества.

26. Какой углеводород получится при действии спиртового раствора гидроксида натрия на 2-метил-3-бромпентан? Назовите полученный

углеводород по международной номенклатуре и напишите для него уравнения реакций:

- а) с бромистым водородом;
- б) окисления;
- в) с водой (в присутствии серной кислоты).

Назовите полученные соединения по международной номенклатуре.

27. Напишите уравнения реакций 1 моля бромистого водорода со следующими веществами:

- а) 2,3-диметил-1-пентеном;
- б) 1,3-бутадиеном;
- в) 3,3,4-триметил-1-гексином.

Назовите полученные соединения по международной номенклатуре.

28. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов с изолированными, сопряженными, кумулированными двойными связями состава C_5H_8 . Назовите соединения по международной номенклатуре. Приведите примеры уравнений реакций, характеризующих химические свойства диеновых углеводородов с сопряженными связями.

29. Используя в качестве исходного соединения этиловый спирт, предложите способ синтеза 1-бром-2-бутена, получив предварительно соответствующий диеновый углеводород. Укажите условия протекания реакций. Назовите вещества.

30. Объясните, какие из перечисленных ниже углеводородов способны образовать ацетилениды:

- а) 4-метил-2-гептин;
- б) 4-метил-2-пентин;
- в) 1-гексин;
- г) 3-метил-1-гептин.

Напишите соответствующие уравнения реакций с аммиачным раствором оксида серебра. Для 4-метил-2-гептина напишите уравнение реакции с водой (реакцию Кучерова).

31. Напишите уравнения реакций окисления толуола, этилбензола и орто-ксилола. Назовите полученные вещества и напишите уравнение реакции нейтрализации одной из полученных кислот гидроксидом кальция.

32. Напишите уравнения реакций получения толуола по способу Фиттига и по реакции Фриделя-Крафтса. Как реагирует толуол:

- а) с водородом (в присутствии никеля);
- б) с марганцевокислым калием в кислой среде?

Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения.

33. Напишите изомеры метилнафталина, назовите их. Напишите для них уравнения реакций взаимодействия с бромом (1 моль) в присутствии катализаторов солей железа или алюминия. Назовите полученные соединения.

34. Напишите уравнения реакций получения бензола:

- а) из ацетилена;

б) из циклогексана.

Объясните, в чем заключается ароматический характер бензола. Приведите примеры уравнений реакций, укажите условия проведения реакции замещения и присоединения для бензола.

35. Напишите уравнения реакций нафталина:

а) с водородом (в присутствии катализатора);

б) с 1 молем концентрированной азотной кислоты.

Назовите полученные соединения.

36. Получите из бензола пропилбензол:

а) по реакции Фиттига;

б) по реакции Фриделя-Крафтса.

Напишите уравнения реакций гидрирования и окисления пропилбензола. Назовите полученные соединения.

37. Напишите уравнения реакций сульфирования нафталина серной кислотой в разных условиях. Как проходит реакция окисления нафталина? Напишите уравнение соответствующей реакции. Чем объясняются различия в химических свойствах нафталина и бензола?

38. Напишите уравнения реакций бензола с хлором в присутствии катализатора и без него, рассмотрите и объясните механизмы протекания этих реакций.

39. Напишите уравнения реакций синтеза орто-ксилола из бензола и метана по способу Фиттига. Напишите уравнения реакций орто-ксилола:

а) с водородом в присутствии никеля;

б) с марганцевокислым калием в кислой среде.

Назовите полученные соединения.

40. Какие углеводороды получают при действии металлического натрия на смесь галогенпроизводных:

а) хлорбензола и хлористого этила;

б) пара-бромтолуола и бромистого изопропила?

Напишите уравнения реакций и назовите полученные соединения.

41. Напишите структурные формулы четырех изомеров ароматических углеводородов состава C_7H_7Cl и назовите их. На орто-хлортолуол подействуйте хлорэтаном в присутствии металлического натрия. Напишите уравнение реакции и назовите полученное соединение.

42. Пользуясь синтезом Фриделя-Крафтса, получите этилбензол, затем напишите уравнение реакции его окисления. На продукт реакции подействуйте гидроксидом кальция. Напишите уравнения реакций и назовите вещества.

43. Напишите уравнения реакций взаимодействия:

а) пара-метилизопропилбензола с водородом (в присутствии катализатора);

б) орто-ксилола с перманганатом калия в кислой среде.

Назовите полученные соединения.

44. Напишите структурные формулы четырех изомерных ароматических соединений C_8H_{10} , назовите их. Из каких изомеров можно

получить фталевые кислоты? Напишите уравнение реакции получения орто-фталевой кислоты.

45. Напишите уравнения следующих реакций:

- а) бензола с бромом в присутствии FeBr_3 ;
- б) окисления нафталина;
- в) окисления этилбензола.

С одной из полученных кислот напишите уравнение реакции нейтрализации. Назовите все вещества.

46. Напишите уравнения реакций:

- а) нитрования пропилбензола;
- б) сульфирования нитробензола;
- в) нитрования бензальдегида.

Назовите все полученные соединения. Объясните правила замещения в бензольном ядре.

47. В каком соединении из трех изомерных ксилолов метильные группы проявляют согласованное влияние в реакции замещения? Напишите для этого изомера уравнения реакций нитрования с образованием:

- а) моонитропроизводных;
- б) динитропроизводных;
- в) тринитропроизводных.

Назовите полученные соединения.

48. При помощи каких реакций можно получить из бензола все три изомера бромнитробензола? Напишите и объясните необходимые уравнения реакций и их последовательность. Назовите все вещества.

49. Напишите уравнения реакций хлорирования толуола:

- а) в присутствии катализатора солей железа или алюминия;
- б) при нагревании без катализатора.

Почему получают различные вещества? Назовите все соединения.

50. Пользуясь правилом замещения в бензольном ядре, напишите и объясните уравнения реакций:

- а) сульфирования этилбензола;
- б) хлорирования бензойного альдегида;
- в) нитрования бензолсульфокислоты.

Назовите полученные соединения.

51. Пользуясь правилом замещения в бензольном ядре, напишите и объясните уравнения реакций нитрования:

- а) пропилбензола;
- б) бензойной кислоты;
- в) нитробензола.

Назовите все полученные соединения.

52. Из бензола получите все три изомера хлорсульфобензола. Напишите и объясните необходимые уравнения реакций. Назовите полученные вещества.

53. Из толуола получите следующие соединения:

- а) орто- и пара-нитротолуол;
- б) пара-нитробензойную кислоту.

Напишите необходимые уравнения реакций и объясните их. Назовите все полученные вещества.

54. Получите из бензола через ряд стадий:

- а) мета-бромбензойную кислоту;
- б) пара-хлорбензойную кислоту.

Напишите все необходимые уравнения реакций. Назовите промежуточные соединения.

55. Какие нитропроизводные получаются при нитровании:

- а) изопропилбензола;
- б) бензойной кислоты;
- в) мета-этилтолуола;
- г) бензолсульфонокислоты?

Расположите исходные соединения в ряд по легкости нитрования, включив в него и бензол. Напишите все уравнения реакций и назовите вещества.

56. Из бензола через ряд стадий получите следующие соединения:

- а) мета-бромнитробензол;
- б) орто-хлорнитробензол.

Напишите все необходимые уравнения реакций. Назовите промежуточные соединения.

57. Из толуола через ряд стадий получите:

- а) 3-сульфо-5-нитробензойную кислоту;
- б) 2-сульфо-4-бромтолуол.

Напишите все необходимые уравнения реакций. Назовите промежуточные вещества и укажите условия протекания реакций.

58. Пользуясь правилом замещения в бензольном ядре, напишите уравнения реакций:

- а) нитрования толуола;
- б) бромирования анилина;
- в) сульфирования нитробензола.

Назовите полученные вещества.

59. Напишите для толуола уравнения реакций:

- а) нитрования;
- б) окисления;
- в) хлорирования в ядро и боковую цепь.

Укажите, в каких условиях протекают эти реакции. Назовите полученные соединения.

60. Пользуясь правилом замещения в бензольном ядре, напишите и объясните уравнения реакций:

- а) сульфирования изопропилбензола;
- б) нитрования фенола;
- в) бромирования нитробензола.

Назовите полученные соединения.

61. Получите вторичный бутиловый спирт из соответствующего этиленового углеводорода и напишите для него уравнения реакций:

- а) с пятихлористым фосфором;
- б) с пропионовой кислотой;
- в) с изобутиловым спиртом (в присутствии концентрированной серной кислоты).

Назовите все соединения по международной номенклатуре.

62. Напишите уравнения реакций получения и гидролиза:

- а) 2-метил-1-пропилата натрия;
- б) бутилата натрия;
- в) изопрропилата магния;
- г) метилата кальция.

Назовите все соединения по номенклатуре ИЮПАК.

63. Напишите структурные формулы изомерных спиртов $C_5H_{11}OH$ (8 изомеров). Укажите первичные, вторичные, третичные спирты. Назовите их по международной номенклатуре. Для вторичного спирта напишите уравнение реакции с хлористым водородом.

64. Напишите уравнения реакций окисления первичного, вторичного и третичного пентилового спиртов. Назовите полученные соединения. Для вторичного спирта напишите уравнение реакции с уксусной кислотой.

65. Напишите уравнения реакций, протекающие для 3-метил-2-бутанола в присутствии концентрированной серной кислоты, если его нагревать:

- а) с избытком исходного спирта;
- б) без избытка исходного спирта?

Напишите соответствующие уравнения реакций и назовите полученные вещества.

66. Какие три простых эфира можно получить из смеси пропилового и вторичного пентилового спирта? Укажите условия и напишите уравнения реакций. Назовите полученные продукты.

67. Напишите уравнения реакций получения этилового спирта из ацетилена. Напишите уравнения реакций, характеризующие химические свойства этилового спирта.

68. Дегидратацией соответствующих спиртов получите следующие вещества:

- а) метилпропиловый эфир;
- б) дибутиловый эфир;
- в) 2-бутен.

Напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания.

69. Напишите уравнения реакций:

- а) 3-метил-3-пентанола с пропиловым спиртом в присутствии концентрированной серной кислоты;
- б) внутримолекулярной дегидратации третичного бутилового спирта;
- в) окисления 2-пентанола.

Назовите полученные соединения.

70. Напишите уравнения реакций, позволяющих отличить ароматические спирты от изомерных им фенолов. Покажите различие в химических свойствах спиртов и фенолов на примере бензилового спирта и мета-крезола. Напишите уравнения соответствующих реакций.

71. Какие соединения могут образоваться при окислении следующих третичных спиртов:

- а) 2-метил-2-бутанола;
- б) 2,3-диметил-3-пентанола;
- в) 2-метил-2-пропанола?

Напишите уравнения реакций и назовите полученные вещества.

72. Напишите уравнения реакций получения из изопропилбензола дифенилового эфира по схеме: изопропилбензол \rightarrow фенол \rightarrow фенолят \rightarrow дифениловый эфир.

73. Получите бензиловый спирт из толуола, напишите для него уравнения следующих реакций:

- а) с треххлористым фосфором;
- б) с уксусным ангидридом;
- в) с металлическим натрием.

Назовите полученные вещества.

74. Напишите уравнения реакций получения из глицерина:

- а) динитрата глицерина;
- б) моноацетата глицерина;
- в) соединения, образованного при взаимодействии глицерина с гидроксидом меди (II).

Назовите все полученные вещества.

75. Дополните схему превращений соответствующими уравнениями реакций: этилен \rightarrow этиленгликоль \rightarrow диоксан. Сравните химические свойства этиленгликоля со свойствами этилового спирта и объясните причину их различия.

76. Получите диметилкетон из дигалогенпроизводного и изомаляный альдегид из соответствующего спирта. Напишите для кетона уравнения реакций окисления и с гидроксиламином; для альдегида уравнения реакций окисления, с гидроксиламином и образования ацеталя с этиловым спиртом. Чем объясняются различия в реакционной способности альдегидов и кетонов? Объяснения дайте на основе электронных представлений.

77. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе любых двух способов получения изомаляного альдегида. Напишите уравнение реакции альдольной конденсации для этого альдегида.

78. Сравните реакционную способность ацетона, формальдегида и уксусного альдегида. Чем объясняются различия? Напишите уравнения реакций:

- а) для ацетона – окисления;
- б) для уксусного альдегида – образования полуацеталя с пропиловым спиртом;
- в) для формальдегида – взаимодействия с фенолом.

79. На 3-метил-1-бутин подействуйте водой в присутствии солей ртути (реакция Кучерова). Для полученных соединений приведите уравнения реакций (укажите условия) со следующими реагентами:

- а) гидросульфитом натрия;
- б) гидроксиламином;
- в) хлором (1 моль).

Назовите полученные вещества.

80. Напишите для изовалерианового альдегида следующие уравнения реакций:

- а) «серебряного зеркала»;
- б) альдольной конденсации;
- в) с гидросульфитом натрия.

Назовите полученные соединения.

81. Напишите уравнения реакций получения из соответствующих спиртов масляного альдегида и метилэтилкетона. Напишите уравнения реакций хлорирования и образования гидросульфитного производного для этих соединений.

82. Дополните схему превращений соответствующими уравнениями реакций: 2,2-дихлорпентан \rightarrow диэтилкетон \rightarrow уксусная кислота + пропионовая кислота. Укажите условия реакций и назовите полученные вещества.

83. Напишите структурные формулы кетонов состава $C_7H_{14}O$, содержащие главные цепи из пяти атомов углерода, и назовите их. С одним из изомеров напишите уравнения реакций восстановления и окисления. Назовите все соединения.

84. Напишите уравнения реакций альдольной и кротоновой конденсаций для:

- а) 3-метилбутаналь;
- б) пропионового альдегида.

Укажите условия протекания реакций и назовите вещества.

85. Напишите все уравнения реакций, с помощью которых можно получить пара-хлорбензальдегид из толуола. Напишите для этого альдегида уравнение реакции Канниццаро.

86. Какие соединения называются ароматическими альдегидами? Приведите для мета-этилбензойного альдегида уравнения следующих реакций:

- а) окисления;
- б) взаимодействия с гидросульфитом натрия;
- в) восстановления;
- г) взаимодействия с гидроксиламином.

Назовите полученные соединения.

87. Напишите уравнения реакций, позволяющие различить метилфенилкетон и изомерный ему пара-метилбензальдегид. Напишите соответствующие уравнения реакций, назовите полученные вещества.

88. Напишите уравнения реакций восстановления и взаимодействия с гидроксилами для следующих соединений:

- а) бензойного альдегида;
- б) ацетофенона;
- в) пара-толуилового альдегида;
- г) бензофенона.

Назовите полученные соединения.

89. Напишите уравнения реакций Канниццаро и бензоиновой конденсации для орто-этилбензойного альдегида. Укажите условия протекания реакций.

90. Какова структурная формула ванилина? Напишите уравнения реакций ванилина (укажите условия проведения реакции):

- а) с аммиачным раствором оксида серебра;
- б) с гидросульфитом натрия;
- в) с синильной кислотой.

91. Из 1-хлорпропана получите пропионовую кислоту и напишите для нее уравнения реакций со следующими реагентами:

- а) пятихлористым фосфором;
- б) оксидом кальция;
- в) этиловым спиртом в присутствии концентрированной серной кислоты.

Назовите полученные соединения.

92. Получите из пропионовой кислоты α -хлорпропионовую кислоту. Сравните их кислотные свойства и объясните различия в силе этих кислот. Напишите для обеих кислот уравнения реакций с гидроксидом магния.

93. Напишите структурные формулы кислот: α -гидроксипропионовой, β -гидроксиизомасляной и γ -гидроксиизовалериановой. Напишите уравнения реакций, протекающих при нагревании этих кислот. Назовите полученные соединения.

94. Приведите уравнения реакций получения из пропионовой кислоты:

- а) пропионового ангидрида;
- б) пропионовокислого кальция;
- в) пропионовоизопропилового эфира.

Укажите условия протекания реакций и назовите полученные вещества.

95. Напишите структурные формулы молочной, яблочной, винной, лимонной кислот. Какова атомность и основность каждой из них? Напишите уравнения реакций получения:

- а) виннокислого аммония;
- б) молочнокислого кальция.

96. Что происходит при нагревании следующих кислот:

- а) щавелевой;
- б) малоновой;
- в) янтарной;

г) метилмалоновой?

Напишите уравнения реакций, используя структурные формулы кислот.

97. Напишите уравнения реакций акриловой кислоты со следующими веществами:

- а) раствором едкого натра;
- б) хлором;
- в) хлористым водородом.

Объясните, почему взаимодействие акриловой кислоты с хлористым водородом происходит не по правилу Марковникова. Назовите формулы всех полученных веществ.

98. Из ацетилена через ряд стадий получите уксусноэтиловый эфир. Объясните особенности реакции этерификации.

99. Осуществите следующую схему превращений: уксусная кислота → хлористый ацетил → ацетангидрид → пропилацетат. Напишите соответствующие уравнения реакций, укажите условия их протекания.

100. Напишите уравнения реакций получения твердого и жидкого мыла из трипальмитина. Напишите уравнения обменных реакций мыла:

- а) с бикарбонатом кальция;
- б) с уксуснокислым свинцом.

101. Напишите уравнения реакций при действии на салициловую кислоту:

- а) гидроксида натрия;
- б) карбоната натрия;
- в) пропионовой кислоты (в присутствии концентрированной серной кислоты).

Назовите полученные соединения. Какое свойство проявляет салициловая кислота в каждой из этих реакций?

102. Напишите уравнения следующих реакций:

- а) 1-пропанола с масляной кислотой;
- б) хлорангидрида уксусной кислоты с этилатом натрия;
- в) муравьинокислого натрия с 2-хлорпропаном.

Укажите условия протекания реакций и назовите полученные соединения.

103. Напишите уравнения реакций, укажите условия взаимодействия:

- а) галловой кислоты с хлористым пропионолом;
- б) диссоциации орто-нитробензойной кислоты;
- в) образования амида салициловой кислоты.

104. Получите терефталевую кислоту из соответствующего изомера ксилола. Затем напишите уравнения реакций взаимодействия полученной кислоты:

- а) с этиленгликолем в присутствии серной кислоты;
- б) с гидроксидом кальция.

Назовите полученные соединения.

105. Напишите уравнения реакций:

- а) терефталевой кислоты с пятихлористым фосфором;
- б) галловой кислоты с метиловым спиртом (в присутствии концентрированной серной кислоты);
- в) диссоциации орто-бромбензойной кислоты.

Назовите полученные соединения.

106. В чем заключается явление мутаротации моносахаридов? Каковы его причины? Напишите схему превращений, происходящих при мутаротации D-глюкозы.

107. Приведите уравнения реакций для D-маннозы, доказывающих наличие в ней альдегидной и спиртовых групп.

108. Напишите уравнения реакций окисления слабыми окислителями:

- а) мальтозы;
- б) целлобиозы.

Назовите образующиеся вещества.

109. Приведите схему образования пиранозных и фуранозных α - и β -форм D-фруктозы. Напишите уравнение реакции получения этил- α ,D-фруктопиранозида.

110. Напишите уравнение реакции образования α ,D-глюкопиранозил- β ,D-фруктофуранозида (сахарозы). Назовите исходные моносахариды. К какому типу дисахаридов относится сахароза и почему?

111. Напишите структурные формулы D-маннозы и D-фруктозы в полуацетальной форме и уравнения реакций их взаимодействия с уксусным ангидридом. Дайте полные названия всем полученным соединениям.

112. Напишите формулы α ,D-галактофуранозы и β ,D-фруктопиранозы. Для одного из этих соединений напишите уравнение реакции с йодистым метилом. Назовите полученное соединение.

113. Напишите уравнение реакции гидролиза сахарозы. В чем заключается явление инверсии сахарозы? Что такое инвертный сахар?

114. Напишите уравнения реакций образования следующих полных эфиров целлюлозы:

- а) азотнокислого;
- б) уксуснокислого.

Каково практическое значение полученных эфиров?

115. Напишите уравнения реакций гидрирования и окисления:

- а) D-галактозы;
- б) D-ксилозы.

Назовите полученные соединения.

116. Напишите структурную формулу восстанавливающего дисахарида, построенного из остатков α ,D-глюкопиранозы. Напишите уравнение реакции окисления этого дисахарида реактивом Фелинга, пользуясь формулами Хеуорса.

117. Напишите формулы сахарозы и целлобиозы, используя формулы Фишера. Поясните, какой из этих дисахаридов и почему является восстанавливающим. Напишите уравнение реакции его окисления, назовите полученное соединение.

118. Напишите уравнение реакции взаимодействия β ,D-фруктопиранозы с 1 молем этилового спирта (в присутствии HCl), используя формулы Хеуорса. Назовите продукт реакции.

119. Напишите уравнение реакции взаимодействия β ,D-галактопиранозы с хлорангидридом уксусной кислоты, используя формулы Фишера. Назовите полученное соединение.

120. Напишите схему таутомерных превращений D-галактозы, используя формулы Фишера. Отметьте все асимметрические атомы углерода. Дайте полные названия всем изомерам.

121. Получите глицин из этилового спирта. Напишите для него уравнения реакций:

- а) с азотистой кислотой;
- б) с гидроксидом натрия.

Какие свойства глицин проявляет в этих реакциях? Назовите полученные соединения.

122. Получите из соответствующих галогенопроизводных:

- а) этиламин;
- б) метилдиэтиламин;
- в) этилизопропиламин;
- г) N-метиланилин.

Чем объясняются различия в основных свойствах полученных аминов? Объяснения дайте на основе электронного строения. Напишите для них уравнения реакций с соляной кислотой. Назовите продукты реакции.

123. Напишите для аспарагиновой кислоты уравнения реакций:

- а) с щелочью;
- б) с соляной кислотой;
- в) с двумя молекулами глицина.

Назовите полученные соединения. Какие свойства проявляет аминокислота в этих реакциях?

124. Напишите уравнения реакций пропиламина:

- а) с соляной кислотой;
- б) с азотистой кислотой;
- в) с уксусной кислотой;
- г) с хлористым этилом.

Какие свойства проявляет амин в этих реакциях? Назовите все вещества.

125. Напишите схему гидролиза белка. Получите два разных трипептида из глицина, фенилаланина и цистеина. Назовите их.

126. Напишите следующие уравнения реакций для аминокислот:

- а) цистеина с щелочью;
- б) серина с соляной кислотой;
- в) глицина с аспарагиновой кислотой.

Какие свойства проявляют аминокислоты в этих реакциях? Назовите полученные соединения.

127. Что такое пептиды и пептидная связь? Напишите уравнения реакций образования тетрапептида из аланина, серина, глицина и цистеина. Назовите полученное соединение.

128. Напишите уравнения реакций, протекающих при нагревании:

а) аланина;

б) β -аминомасляной кислоты;

в) γ -аминоизовалериановой кислоты.

Назовите продукты реакций.

129. Напишите формулы двух возможных трипептидов, образованных:

а) из одной молекулы глицина и двух молекул аланина;

б) из одной молекулы аланина и двух молекул серина.

Назовите трипептиды, укажите пептидные группы.

130. Напишите уравнение реакции восстановления пара-нитрохлорбензола (реакция Зинина). Напишите уравнения реакций взаимодействия полученного соединения:

а) с уксусной кислотой;

б) с азотистой кислотой в кислой среде?

Назовите продукты реакций.

131. Подействуйте на сульфаниловую кислоту азотистой кислотой в кислой среде. Напишите уравнение реакции, укажите условия и назовите полученное соединение. Где данное соединение находит применение?

132. Напишите уравнения реакций получения из бензола пара-хлорацетанилида по схеме: бензол \rightarrow хлорбензол \rightarrow пара-нитрохлорбензол \rightarrow пара-аминохлорбензол \rightarrow пара-хлорацетанилид. Укажите все реагенты и условия протекания реакций.

133. Из бензола получите различными способами мета- и пара-нитроанилин. Напишите для одного из изомеров уравнение реакции с азотистой кислотой в кислой среде, укажите условия реакции, назовите вещества.

134. Напишите уравнения реакций получения ацетанилида из ацетилена по схеме: ацетилен \rightarrow бензол \rightarrow нитробензол \rightarrow анилин \rightarrow ацетанилид. Укажите все реагенты и условия протекания реакций.

135. Из анилина через ряд стадий синтезируйте стрептоцид (п-аминобензолсульфамид). Напишите все уравнения реакций.

136. Напишите уравнение реакции образования триглицерида линолевой кислоты и его гидрогенизации. Объясните, с чем связан процесс высыхания масел. Все формулы пишите в структурном виде.

137. Что представляют собой природные жиры? Напишите структурные формулы и названия некоторых жиров. Приведите уравнения реакций, характеризующие неопределенность жиров и их принадлежность к классу сложных эфиров.

138. Напишите уравнения реакций образования:

а) стеаринопальмитиноолеина;

б) дилиноленоолеина;

в) триолеина.

Каковы физические свойства полученных триглицеридов? На примере триолеина characterize химические свойства этих веществ.

139. Напишите уравнения реакций гидрогенизации и гидролиза пальмитиностеаринолиолеина в кислой и щелочной средах. Где находят применение данные реакции?

140. Получите трилиноленин. Объясните, почему некоторые растительные жиры используются в производстве лаков и красок? Напишите уравнение реакции гидрогенизации и омыления трилиноленина. Все формулы напишите полностью в структурном виде.

141. Напишите структурные формулы всех изомерных триглицеридов, содержащих:

а) остаток стеариновой и два остатка олеиновой кислот;

б) по одному остатку пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот.

Назовите полученные соединения. Для одного из полученных триглицеридов напишите уравнения реакций гидролиза в кислой и щелочной среде.

142. Напишите уравнения реакций кислотного и щелочного гидролиза тристеарина. На продукт щелочного гидролиза подействуйте дигидрокарбонатом кальция. Назовите все полученные соединения.

143. Напишите уравнения реакций получения триглицеридов:

а) бутиропальмитиностеарина;

б) триолеина.

Как они отличаются друг от друга по химическим и физическим свойствам? Напишите соответствующие уравнения реакций, используя структурные формулы.

144. Напишите структурную формулу линоленодиолеина. От чего зависит консистенция жира? Какой качественной химической реакцией можно подтвердить ненасыщенность приведенного триглицерида? Напишите уравнение реакции.

145. Напишите уравнение реакции получения пальмитинодистеарина. Какой это по консистенции жир? Получите из этого триглицерида жидкое и твердое мыло. Назовите полученные соединения.

146. Напишите уравнения следующих реакций:

а) каталитического гидрирования линоленодиолеина;

б) омыления пальмитинодистеарина.

Назовите продукты реакций. Укажите все реагенты и условия протекания реакций.

147. Получите смешанный триглицерид из олеиновой, линолевой и линоленовой кислот. Проведите гидрогенизацию смешанного триглицерида. Сравните свойства исходного триглицерида и продукта реакции. В уравнениях реакций записывайте формулы веществ в структурном виде. Назовите оба соединения.

148. Проведите щелочной гидролиз (омыление) смешанного триглицерида пальмитиноолеиностеарина. Напишите уравнения реакций одной из полученных солей:

- а) с серной кислотой;
- б) с хлористым кальцием.

149. Напишите структурные формулы пяти кислот, которые обычно входят в состав жиров и масел. От чего зависит консистенция жира? Проведите каталитическое гидрирование олеинодиноленина. Опишите свойства исходного и полученного триглицеридов.

150. Напишите уравнения реакций образования бутиролиноленостеарина и его гидрогенизации. Назовите полученный триглицерид и проведите его кислотный гидролиз.

151. Какие соединения называются гетероциклическими? Напишите уравнения реакции гидрирования и схему взаимных превращений для пиррола и фурана.

152. Напишите структурную формулу α -метилпиридина. Напишите уравнения реакций, свидетельствующих:

- а) об ароматическом характере этого соединения;
- б) о том, что оно является азотистым основанием.

Назовите полученные вещества.

153. Напишите уравнения реакций фурана со следующими веществами:

- а) ацетилнитратом;
- б) бромом (в диоксане);
- в) уксусным ангидридом.

Назовите полученные соединения.

154. Чем объясняется ароматический характер пятичленных гетероциклов? Какими реакциями можно доказать ароматический характер тиофена? Напишите соответствующие уравнения реакций и назовите вещества.

155. Получите амид β -пиридинкарбоновой кислоты (витамин PP) из β -метилпиридина (β -пиколина). Напишите соответствующие уравнения реакций. Назовите все вещества.

156. Напишите уравнения реакций пиррола:

- а) с металлическим калием;
- б) с водородом в присутствии катализатора;
- в) с сероводородом в присутствии катализатора.

Какое значение имеют соединения пиррола в жизни растений и животных?

157. Напишите уравнения реакций взаимодействия:

- а) пиридина с водородом (в присутствии катализатора);
- б) фурфурола с аммиачным раствором оксида серебра;
- в) тиофена с водой в присутствии катализатора.

Какие свойства проявляют соединения в этих реакциях? Назовите полученные соединения.

158. Напишите уравнения реакций получения из тиофена:

- а) фурана;
- б) β -сульфотиофена;
- в) тетрагидротиофена.

Укажите реагенты, условия протекания реакций, назовите полученные вещества.

159. Напишите структурную формулу пиридина и приведите уравнения реакций, характеризующих это соединение как азотистое основание и ароматическое соединение.

160. Чем объясняются основные свойства пиридина? Напишите для него уравнения реакций с соляной кислотой и йодистым этилом. Назовите полученные соединения.

161. Напишите уравнения реакций получения 5-нитро-8-оксихинолина (лекарственный препарат 5-НОК) из хинолина, пользуясь следующей схемой превращений: хинолин \rightarrow 8-хинолин-сульфо кислота \rightarrow 8-оксихинолин \rightarrow 5-нитро-8-оксихинолин. Укажите все реагенты и условия протекания реакций.

162. Напишите структурные формулы фурана, индола и никотиновой кислоты. Какие гетероатомы входят в состав этих соединений? Напишите уравнения реакций взаимодействия:

- а) фурана с аммиаком;
- б) индола с кислородом;
- в) никотиновой кислоты со щелочью.

Какие свойства проявляют вещества в этих реакциях? Дайте названия полученным веществам.

163. Напишите структурные формулы фурфурола и пиррослизевой кислоты. Коротко охарактеризуйте химические свойства фурфурола. Из чего получают фурфурол? Напишите соответствующие уравнения реакций, назовите вещества.

164. Из ацетилен и аммиака получите пирролидин по схеме: ацетилен \rightarrow пиррол \rightarrow пирролидин. Каковы химические свойства пиррола? Напишите соответствующие уравнения реакций, назовите вещества.

165. Напишите последовательно уравнения реакций по схеме: β -метилпиридин \rightarrow никотиновая кислота \rightarrow никотиновокислый аммоний \rightarrow амид никотиновой кислоты. Расскажите о биологическом значении никотиновой кислоты и амида никотиновой кислоты.

166. Используя реакции diazotирования и азосочетания, напишите уравнения реакций получения азокрасителя из бензола и орто-сульфофенола, следуя схеме химических превращений: бензол \rightarrow нитробензол \rightarrow анилин \rightarrow diazosоединение \rightarrow азокраситель. Напишите все уравнения реакций и укажите условия их протекания.

167. Из орто-нитроанилина и пара-крезола получите азокраситель, используя реакции diazotирования и азосочетания. Напишите необходимые уравнения реакций, укажите условия их протекания.

168. Используя реакции diazotирования и азосочетания, напишите уравнения реакций получения азокрасителя из толуола и β -нафтола, следуя схеме химических превращений: бензол \rightarrow метилбензол \rightarrow пара-нитротолуол \rightarrow пара-толуидин \rightarrow diaзосоединение \rightarrow азокраситель. Каждое уравнение реакции напишите отдельно с указанием условий протекания.

169. Напишите уравнения реакций хлористого мета-сульфофенил-диазония со следующими соединениями:

а) N,N-диметиланилином;

б) β -нафтолом.

Укажите условия протекания реакций, назовите вещества.

170. Напишите уравнения реакций, необходимых для получения азокрасителя из пара-метиланилина и β -нафтола. Каковы условия протекания этих реакций? Укажите diaзо- и азосоставляющую полученного красителя.

171. Перечислите условия, в которых протекает реакция diaзотирования. Продиазотируйте пара-сульфоанилин и введите полученный продукт в реакцию азосочетания с N-метиланилином. Назовите полученное соединение.

172. Напишите уравнения реакций, протекающих при следующих превращениях: бензол \rightarrow нитробензол \rightarrow анилин \rightarrow хлористый фенилдиазоний \rightarrow пара-оксиазобензол. Объясните особенности реакции diaзотирования и азосочетания? Для каких целей они используются?

173. Перечислите условия реакции diaзотирования первичных ароматических аминов. Проведите diaзотирование пара-броманилина, полученное diaзосоединение введите в реакцию азосочетания с орто-крезолом. Напишите уравнения необходимых реакций, назовите вещества.

174. Напишите уравнения реакций, необходимых для получения красителя из мета-аминобензойной кислоты и N,N-диметиланилина. Укажите условия протекания реакций. Приведите примеры хромофорных и ауксохромных групп.

175. В каких условиях проходит реакция diaзотирования первичных ароматических аминов? Что такое соли diaзония? Ответ поясните на примере реакций, необходимых для получения азокрасителя из пара-нитроанилина и N,N-диметиланилина. Напишите все уравнения реакций.

176. Напишите уравнения реакций, используемых для получения азокрасителя из N,N-диметиланилина и пара-сульфоанилина. Укажите условия протекания этих реакций.

177. Напишите уравнения реакций diaзотирования (в солянокислом растворе) мета-хлоранилина. Почему реакцию diaзотирования проводят при охлаждении? Полученное соединение введите в реакцию азосочетания с фенолом. Назовите все вещества.

178. Напишите уравнения реакций, необходимых для получения азокрасителя из пара-аминобензойной кислоты и орто-крезола. Укажите

условия протекания реакций и поясните, что такое хромофорные и ауксохромные группы.

179. Напишите уравнения реакций, необходимых для получения азокрасителя из бензола и α -нафтола (через получение нитробензола, анилина, пара-сульфоанилина). Укажите диазо- и азосоставляющие.

180. Напишите уравнения реакций получения азокрасителя в следующей последовательности: ацетилен \rightarrow бензол \rightarrow нитробензол \rightarrow анилин \rightarrow пара-сульфоанилин \rightarrow хлористый пара-сульфобензидиазоний. Полученное диазосоединение введите в реакцию азосочетания с β -нафтолом. Укажите условия протекания реакций.

181. Напишите уравнения реакций получения (через ряд стадий) из ацетилена:

- а) 1,3-бутадиена;
- б) нитрила акриловой кислоты.

Из 1,3-бутадиена и нитрила акриловой кислоты получите бутадиеннитрильный каучук.

182. Напишите уравнения реакций получения найлона из гексаметилендиамина и адипиновой кислоты, предварительно получив гексаметиленdiamин из диамида адипиновой кислоты. Коротко опишите свойства и применение найлона.

183. Получите бутадиеновый каучук из ацетилена, предварительно получив из ацетилена уксусный альдегид и этиловый спирт. Напишите необходимые уравнения реакций.

184. Напишите последовательные уравнения реакций получения лавсана, используя схемы реакций:

- а) пара-ксилол \rightarrow терефталевый альдегид \rightarrow терефталевая кислота;
- б) этилен \rightarrow этиленгликоль;
- в) получение лавсана при взаимодействии терефталевой кислоты и этиленгликоля.

Укажите условия проведения всех реакций.

185. Какие реакции называются реакциями полимеризации, поликонденсации, сополимеризации? Приведите примеры получения полимерных соединений по вышеуказанным реакциям.

186. Напишите уравнения реакций получения фенолформальдегидной смолы, используя схему реакций:

- а) бензол \rightarrow фенол;
- б) метан \rightarrow формальдегид;
- в) получение фенолформальдегидной смолы при взаимодействии фенола и формальдегида.

Напишите все необходимые уравнения реакций.

187. Из ацетилена через ряд стадий получите стирол и напишите уравнение реакции его полимеризации. Коротко опишите свойства полистирола.

188. Чем отличаются синтетические волокна от искусственных? Приведите уравнения реакций получения капрона и ацетатного шелка.

189. Напишите уравнения реакций последовательного превращения ϵ -хлоркапроновой кислоты в капрон. Коротко расскажите об областях применения капрона.

190. Напишите уравнения реакций получения политетрафторэтилена из дифторхлорметана и коротко расскажите о свойствах политетрафторэтилена (тефлона).

191. Приведите уравнения реакций, с помощью которых можно получить из целлюлозы вискозный шелк.

192. Напишите последовательные уравнения реакций получения полихлорвинила из метана по схеме: метан \rightarrow хлористый метил \rightarrow этан \rightarrow этилен \rightarrow 1,2-дихлорэтан \rightarrow хлористый винил \rightarrow полихлорвинил.

193. Что такое сополимеризация? Напишите уравнения реакций получения бутадиен-стирольного каучука, считая, что в полимере на один остаток стирола приходится два остатка бутадиена (продукты 1,2- и 1,4-полимеризации).

194. Напишите уравнения реакций получения синтетического каучука из 2,3-диметил-1,3-бутадиена, считая, что это продукт 1,4-полимеризации. Что такое вулканизация каучуков?

195. Напишите уравнения реакций полимеризации изопрена. Напишите структурные формулы цис-полиизопрена и транс-полиизопрена (продукты 1,4-полимеризации). Как влияет пространственное строение молекулы на физико-химические свойства полимера?

5. Список литературы

Основная литература

1. Иванов, В. Г. **Органическая химия**. Краткий курс [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Г. Иванов, О. Н. Гева. - Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2015. - 222 с. <http://znanium.com/go.php?id=459210>
2. Найденко, Е. С. **Органическая химия** [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. С. Найденко. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 91 с. <http://znanium.com/go.php?id=549401>
3. Калугина, И. Ю. Органическая химия и косметика [Текст]: учебное пособие / И. Ю. Калугина, Д. Н. Горина, Л. В. Алешина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. - Екатеринбург: [Издательство УрГЭУ], 2015. - 159 с. <http://lib.usue.ru/resource/limit/ump/16/p486184.pdf>
4. Калугина, И. Ю. **Органическая химия** [Текст]: иллюстративный материал к лекционному курсу и лабораторным занятиям: учебное пособие / И. Ю. Калугина, С. С. Деденева, Д. Н. Горина; [отв. за вып. В. Ж. Дубровский]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. - Екатеринбург: [Издательство УрГЭУ], 2013. - 139 с. <http://lib.usue.ru/resource/limit/ump/13/p479998.pdf>
5. Калугина, И. Ю. **Органическая химия** [Текст] : учеб. пособие / И. Ю. Калугина, Т. Ф. Аксенова, И. М. Макаренко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. - Екатеринбург: [Издательство УрГЭУ], 2011. - 94 с. <http://lib.usue.ru/resource/limit/ump/12/p475004.pdf>
6. Артеменко, А. И. **Органическая химия** [Текст]: учебник для студентов строительных специальностей вузов / А. И. Артеменко. - 5-е изд., испр. - Москва: Высшая школа, 2002. - 559 с.
7. Грандберг, И. И. **Органическая химия** [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по агрономическим специальностям / И. И. Грандберг. - 5-е изд., стер. - Москва: Дрофа, 2002. - 672 с.

Дополнительная литература и интернет ресурсы

1. Дерябина Г. И., Кантария Г. В. Органическая химия: интерактивный мультимедиа-учебник. URL: www.chemistry.ssu.samara.ru.
2. Курс лекций по органической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Шипуля [и др.]; Ставропол. гос. аграр. ун-т. - Ставрополь : Параграф, 2014. - 116 с. <http://znanium.com/go.php?id=514870>