

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Поверинов Игорь Егорович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 07.11.2024 15:40:54

Уникальный программный ключ:

6d465b936eef331cede482bdc0012ab98218652401b461b53072a2eab0de102

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»**

**(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»)**

Экономический факультет

Кафедра органической и фармацевтической химии

Утвержден в составе основной  
профессиональной образовательной  
программы подготовки специалистов  
среднего звена

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

по учебному предмету

**ОУП. 06 Химия**

для специальности  
среднего профессионального образования

**38.02.06 Финансы**

Форма обучения: **очная**

Год начала подготовки: **2024**

РАССМОТРЕНО и ОДОБРЕНО  
на заседании предметной (цикловой) комиссии общеобразовательного цикла «29»  
августа 2024 г., протокол № 10.

Председатель комиссии А.М. Иванова

Контрольно-измерительные материалы (далее - КИМ) предназначены для текущего контроля освоения учебного предмета профиля обучения ОУП.06 Химия обучающимися по специальности: 38.02.06 Финансы.

Разработчик: Яшкильдина С.П., преподаватель кафедры органической и фармацевтической химии

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Паспорт	4
2.	Оценка освоения дисциплины	5
2.1.	Формы и методы оценивания	5
2.2.	Задания для оценки освоения дисциплины	6
3.	Критерии оценки	82

## 1. ПАСПОРТ

### Назначение:

КИМ предназначены для контроля и оценки результатов освоения учебного предмета профиля обучения **ОУП.06 Химия** по специальности 38.02.06 Финансы

**Уровень подготовки:** профильный

### Умения, знания и компетенция, подлежащие проверке:

№	Наименование	Метод контроля	Общие компетенции
<b>Умения:</b>			
У 1	анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;	Выполнение практических заданий, решение ситуационных задач, ответы на тестовые вопросы, лабораторные наблюдения и эксперименты с использованием лабораторного оборудования, обработка данных лабораторного эксперимента	ОК 01
У 2	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;		
У 3	реализовывать составленный план		
У 4	определять необходимые источники информации;	Устное / письменное изложение информации, иллюстрирование / визуализация изученного материала в различных формах с использованием цифровых инструментов и сервисов. Тематическое обсуждение, комментирование.	ОК 02, ОК 09
У 5	планировать процесс поиска;		
У 6	структурировать получаемую информацию;		
У 7	выделять наиболее значимое в перечне информации;		
У 8	оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач		
У 9	использовать современное программное обеспечение		
У 10	использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.		
У 11	организовывать работу коллектива и команды;	Включение обучающихся в ситуации коммуникации и взаимодействия по вопросу выполнения заданий.	ОК 04
У 12	взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.		
У 13	соблюдать нормы экологической безопасности	Поиск, сбор, структурирование, систематизация информации по заданным критериям. Использование изученного материала в новых ситуациях. Перенос способов решения типовых	ОК 07

		задачи на деятельность в окружающей среде. Моделирование процессов в окружающей среде на основе изученного материала.	
<b>Знания:</b>			
3 1	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;	Выполнение практических заданий, решение ситуационных задач, ответы на тестовые вопросы	ОК 01
3 2	основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;		
3 3	структуру плана для решения задач;		
3 4	порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности		
3 5	приемы структурирования информации;	Поиск, подбор, изучение материала в информационных ресурсах разного характера (печатными и электронными изданиями, интернет-сайтами, базами данных). Первичная обработка имеющейся информации (выделение основного, сравнение, классификация, интерпретация, составление таблиц, подготовка текстов и иных форматов представления результатов, подведение итогов по прочитанному).	ОК 02
3 6	формат оформления результатов поиска информации		
3 7	основы проектной деятельности	Публичное представление и групповое обсуждение результатов работы. Дискуссия на лично и профессионально значимые темы	ОК 04
3 8	правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности	Выбор и обоснование способов решения задач, прогнозирование последствий своих действий на основе имеющихся данных	ОК 07

## 2. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Формы и методы оценивания

Предметом оценки служат умения и знания по дисциплине **УППО. 01 Химия**, направленные на формирование общих компетенций.

Элемент учебной дисциплины	Методы контроля	Проверяемые У, З, ОК, ПК
<b>Раздел 1. Основы строения вещества</b>		
Тема 1.1 Строение атомов химических элементов и природа химической связи	1. Тест «Строение атомов химических элементов и природа химической связи». 2. Задачи на составление химических формул двухатомных соединений (оксидов, сульфидов, гидридов и т.п.).	ОК 01 У1, У 2, У3 З1, З 2, З 3, З 4
Тема 1.2 Периодический закон и таблица Д.И. Менделеева	Практико-ориентированные теоретические задания на характеристику химических элементов: «Металлические / неметаллические свойства, электроотрицательность и сродство к электрону химических элементов в соответствии с их электронным строением и положением в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева».	ОК 01 ОК 02 У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10 З1, З 2, З 3, З 4, З 5, З 6
	Контрольная работа 1 «Строение вещества и химические реакции»	
<b>Раздел 2. Химические реакции</b>		
Тема 2.1 Типы химических реакций	1. Задачи на составление уравнений реакций: – соединения, замещения, разложения, обмена и реакций с участием комплексных соединений (на примере гидроксокомплексов алюминия и цинка); – окислительно-восстановительных реакций с использованием метода электронного баланса; – с участием комплексных соединений (на примере гидроксокомплексов цинка и алюминия). 2. Задачи на расчет количественных характеристик продукта реакции соединения; массовой или объемной доли выхода продукта реакции соединения от теоретически возможного; объемных отношений	ОК 01 У1, У 2, У3 З1, З 2, З 3, З 4

	газов; количественных характеристик исходных веществ и продуктов реакции; массы (объем, количество вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества.	
Тема 2.2 Электролитическая диссоциация и ионный обмен	1. Задания на составление молекулярных и ионных реакций с участием оксидов, кислот, оснований и солей, ионных реакций гидролиза солей, установление изменения кислотности среды. 2. Лабораторная работа «Реакции гидролиза».	ОК 01 У1, У 2, У3 З1, З 2, З 3, З 4
<b>Раздел 3. Строение и свойства неорганических веществ</b>	<b>Контрольная работа 2 «Свойства неорганических веществ»</b>	
Тема 3.1 Классификация, номенклатура и строение неорганических веществ	1. Тест «Номенклатура и название неорганических веществ исходя из их химической формулы или составление химической формулы исходя из названия вещества по международной или тривиальной номенклатуре». 2. Задачи на расчет массовой доли (массы) химического элемента (соединения) в молекуле (смеси). 3. Практические задания по классификации, номенклатуре и химическим формулам неорганических веществ различных классов. 4. Практические задания на определение химической активности веществ в зависимости вида химической связи и типа кристаллической решетки.	ОК 01 У1, У 2, У3 З1, З 2, З 3, З 4
Тема 3.2 Физико-химические свойства неорганических веществ	1. Тест «Особенности химических свойств оксидов, кислот, оснований, амфотерных гидроксидов и солей». 2. Задания на составление уравнений химических реакций с участием простых и сложных неорганических веществ: оксидов металлов, неметаллов и амфотерных элементов; неорганических кислот, оснований и амфотерных гидроксидов, неорганических солей, характеризующих их свойства и способы получения. 3. Практико-ориентированные	ОК 01 ОК 02 ОК 01 ОК 02 У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10 З1, З 2, З 3, З 4, З 5, З 6

	теоретические задания на свойства и получение неорганических веществ. 4. Лабораторная работа «Свойства металлов и неметаллов».	
Тема 3.3 Производство неорганических веществ. Значение и применение в быту и на производстве	Практико-ориентированные задания по составлению химических реакций с участием неорганических веществ, используемых для их идентификации и промышленных способов получения.	ОК 01 ОК 02 ОК 01 ОК 02 У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10 З1, З 2, З 3, З 4, З 5, З 6
<b>Раздел 4. Строение и свойства органических веществ</b>	<b>Контрольная работа 3</b> «Строение и свойства органических веществ»	
Тема 4.1 Классификация, строение и номенклатура органических веществ	1. Задания на составление названий органических соединений по тривиальной или международной систематической номенклатуре. 2. Задания на составление полных и сокращенных структурных формул органических веществ отдельных классов. 3. Задачи на определение простейшей формулы органической молекулы, исходя из элементного состава (в %).	ОК 01 У1, У 2, У3 З1, З 2, З 3, З 4
Тема 4.2 Свойства органических соединений	1. Задания на составление уравнений химических реакций с участием органических веществ на основании их состава и строения. 2. Задания на составление уравнений химических реакций, иллюстрирующих химические свойства с учетом механизмов протекания данных реакций и генетической связи органических веществ разных классов. 3. Расчетные задачи по уравнениям реакций с участием органических веществ. 4. Лабораторная работа «Получение этилена и изучение его свойств».	ОК 01 ОК 02 У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10 З1, З 2, З 3, З 4, З 5, З 6
Тема 4.3 Органические вещества в жизнедеятельности человека. Производство и применение органических веществ	Практико-ориентированные задания по составлению химических реакций с участием органических веществ, используемых для их идентификации в быту и промышленности.	ОК 01 ОК 02 У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10 З1, З 2, З 3, З 4,

промышленности		3 5, 3 6 36
<b>Раздел 5. Кинетические и термодинамические закономерности протекания химических реакций</b>	<b>Контрольная работа 4</b> «Скорость химической реакции и химическое равновесие»	
Тема 5.1 Кинетические закономерности протекания химических реакций	1. Лабораторная работа на выбор: – «Определение зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ»; – «Определение зависимости скорости реакции от температуры». 2. Практико-ориентированные теоретические задания на анализ факторов, влияющих на изменение скорости химической реакции.	ОК 01 ОК 02 У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10 З1, З 2, З 3, З 4, 3 5, 3 6
Тема 4.2 Термодинамические закономерности протекания химических реакций. Равновесие химических реакций	1. Задачи на расчеты тепловых эффектов химических реакций и определение типа реакции (по тепловому эффекту: экзо- и эндотермические). 2. Практико-ориентированные задания на применение принципа Ле Шателье для нахождения направления смещения равновесия химической реакции и анализ факторов, влияющих на смещение химического равновесия. 3. Лабораторная работа «Изучение влияния различных факторов на смещение химического равновесия».	ОК 01 ОК 02 У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10 З1, З 2, З 3, З 4, 3 5, 3 6 6
<b>Раздел 6. Дисперсные системы</b>	Контрольная работа по теме «Дисперсные системы»	
Тема 6.1 Дисперсные системы и факторы их устойчивости	1. Задачи на приготовление растворов. 2. Практико-ориентированные расчетные задания на дисперсные системы, используемые в бытовой и производственной деятельности человека.	ОК 01 ОК 02 У1 32 33 34 36
Тема 6.2 Исследование свойств дисперсных систем	Лабораторная работа (на выбор): – Приготовление растворов; – Исследование дисперсных систем.	ОК 01
<b>Раздел 7. Качественные реакции обнаружения органических и неорганических веществ</b>	1. Лабораторная работа (на выбор): – Аналитические реакции катионов I–VI групп; – Аналитические реакции анионов. 2. Практические задания на составление	

	уравнений реакций обнаружения катионов I–VI групп и анионов, в т.ч. в молекулярной и ионной формах.	
Тема 7.1 Обнаружение неорганических катионов и анионов	1. Лабораторная работа (на выбор): – Аналитические реакции катионов I–VI групп; – Аналитические реакции анионов. 2. Практические задания на составление уравнений реакций обнаружения катионов I–VI групп и анионов, в т.ч. в молекулярной и ионной формах.	ОК 01 У1, У 2, У3 31, 3 2, 3 3, 3 4
Тема 7.2 Обнаружение органических веществ отдельных классов с использованием качественных реакций	1. Лабораторная работа (на выбор): – Качественные реакции на отдельные классы органических веществ; – Качественный анализ органических соединений по функциональным группам. 2. Практические задания на составление качественных реакций обнаружения органических соединений.	ОК 01 ОК 01 У1, У 2, У3 31, 3 2, 3 3, 3 4
<b>Раздел 8. Химия в быту и производственной деятельности человека</b>	Защита кейса Возможные темы кейсов: 1. Потепление климата и высвобождение газовых гидратов со дна океана. 2. Будущие материалы для авиа-, машино- и приборостроения. 3. Новые материалы для солнечных батарей. 4. Лекарства на основе растительных препаратов.	ОК 01 ОК 02 ОК 04 ОК 07 У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10, У 11, У 12, У 13 31, 3 2, 3 3, 3 4, 3 5, 3 6, 3 7, 3 8
<b>Раздел 9 Исследование и химический анализ объектов биосферы</b>	Защита учебно-исследовательского проекта	
Тема 9.1 Основы лабораторной практики в профессиональных лабораториях	1. Лабораторная работа «Основы лабораторной практики». 2. Типовые расчеты по тематике эксперимента. 3. Задачи на вычисление среднего значения экспериментальных данных, погрешности. 4. Представление результатов эксперимента в различной форме (таблица, график, отчет, доклад, презентация).	ОК 01 У1, У 2, У3 31, 3 2, 3 3, 3 4
Тема 9.2 Химический анализ проб воды	1. Тест «Свойства и состав воды». 2. Задание «Химический состав воды, тип воды и способы ее применения» (с	ОК 01 ОК 02 ОК 07

	<p>использованием нормативных документов).</p> <p>3. Практико-ориентированные теоретические задания на состав воды и способы выражения концентраций и пересчет концентраций (с использованием нормативных документов).</p> <p>4. Лабораторная работа на выбор:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Очистка воды от загрязнений;</li> <li>– Определение pH воды и ее кислотности;</li> <li>– Определение жесткости воды и способы ее устранения.</li> </ul>	<p>У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10, У 11, У 12, У 13 31, 3 2, 3 3, 3 4, 3 5, 3 6, 3 7, 3 8</p>
<p>Тема 9.3 Химический контроль качества продуктов питания</p>	<p>1. Тест «Органические и неорганические вещества, входящие в состав продуктов питания».</p> <p>2. Практико-ориентированные задания по кулинарной тематике.</p> <p>3. Лабораторная работа (на выбор):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Обнаружение нитратов в продуктах питания;</li> <li>– Исследование продуктов питания на наличие углеводов (мука, творог, молоко, йогурт) на наличие углеводов (крахмал, глюкоза, сахароза).</li> </ul>	<p>ОК 01 ОК 02 ОК 07</p> <p>У1, У 2, У3, У 4, У 5, У 6, У 7, У 8, У 9, У 10, У 11, У 12, У 13 31, 3 2, 3 3, 3 4, 3 5, 3 6, 3 7, 3 8</p>
<p>Тема 9.4 Химический анализ проб почвы</p>	<p>1. Тест по теме «Химический состав неорганических и органических удобрений».</p> <p>2. Задание «Взаимосвязь состава почвы, тип почвы и ее назначения».</p> <p>3. Лабораторная работа (на выбор):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Обнаружение неорганических примесей в пробах почвы;</li> <li>– Определение pH водной вытяжки почвы, ее кислотности и щелочности.</li> </ul>	<p>ОК 01 ОК 02 ОК 07</p>
<p>Тема 9.5 Исследование объектов биосферы</p>	<p>Учебно-исследовательский проект в области исследования объектов биосферы.</p> <p>Возможные темы проектов:</p> <p>1. Исследование состава минеральной воды и рекомендации по ее использованию.</p> <p>2. Исследование разрушающего действия природной воды на строительные материалы.</p> <p>3. Составление проекта цветника/огорода/сада в зависимости от состава проанализированных почв.</p>	<p>ОК 01 ОК 02 ОК 04 ОК 07</p> <p>У1 32 33 34 36</p>

	<p>4. Составление сбалансированного меню на день (неделю) в зависимости от содержания химических макро и микроэлементов в продуктах питания.</p> <p>5. Исследование качества питьевой воды.</p> <p>6. Исследование проб водопроводной воды на предмет устранения жесткости.</p> <p>7. Устранение жесткости воды в сельскохозяйственной деятельности.</p>	
--	--	--

## 2.2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1

#### Тема 1.1. Строение атомов химических элементов и природа химической связи

1. Тест «Строение атомов химических элементов и природа химической связи».

Выберите один правильный ответ:

1. Атомы С и Si имеют одинаковое число:

- А) нейтронов в ядре
- Б) энергетических уровней
- В) электронов на внешнем энергетическом уровне
- Г) электронов

2. В ряду химических элементов Li–Be–B–C металлические свойства:

- А) усиливаются
- Б) ослабевают
- В) не меняются
- Г) изменяются периодически

3. К s-элементам относится:

- А) К
- Б) S
- В) Fe
- Г) Br

4. Путем соединения атомов под номером 11 и 17 образуется вещество с химической связью:

- А) ионной
- Б) ковалентной полярной
- В) ковалентной неполярной
- Г) металлической

5. Количество электронов в атоме соответствует

- А) номеру периода
- Б) номеру группы
- В) порядковому номеру

6. Хлориду бария соответствует

- А) ионная химическая связь
- Б) ковалентная полярная химическая связь
- В) ковалентная неполярная химическая связь

7. Связь, образованная за счет образования общих электронных пар называется

А) ионной

Б) металлической

В) ковалентной

8. В порядке убывания радиуса атомов элементы расположены в ряду

А) K, Ca, Sc

Б) Al, Mg, Na

В) F, Cl, I

9. Какое из суждений верно для элементов VA группы

А) общая формула летучего водородного соединения  $RH_4$

Б) не образуют летучих водородных соединений

В) до завершения энергетического уровня не хватает трёх электронов

10. Среди веществ, указанных в ряду  $HCl$ ,  $SO_2$ ,  $Cl_2$ ;  $CuCl_2$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$  количество соединений с ковалентной полярной связью равно

А) трем

Б) двум

В) четырем

11. Химическая связь в молекулах озона и хлорида кальция соответственно

А) ковалентная полярная и ионная

Б) ковалентная полярная и ковалентная неполярная

В) ковалентная неполярная и ионная

12. Количество электронов на последнем энергетическом уровне в атоме соответствует

А) номеру периода

Б) номеру группы

В) порядковому номеру

### ЭТАЛОН ОТВЕТОВ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В	Б	А	А	В	А	В	А	В	В	В	Б

### 2. Задачи на составление химических формул двухатомных соединений (оксидов, сульфидов, гидридов и т.п.)

Составьте химические формулы двухатомных соединений:

Силицид кальция, гидрид бария, сульфид железа (III), оксид азота (II), оксид алюминия, хлорид железа (II), нитрид бария, оксид ртути (I), оксид сурьмы (V); оксид меди (I), хлорид ртути (II), нитрид калия, силицид магния, гидрид алюминия, сульфид свинца (II), бромид цинка, оксид углерода (II), оксид хлора (V); нитрид натрия, иодид меди (I), оксид хрома (II), оксид азота (V), гидрид натрия, хлорид хрома (III), оксид калия, оксид мышьяка (III), сульфид цинка, карбид алюминия.

**Эталон ответов:**

$\text{Ca}_2\text{Si}$ ,  $\text{BaH}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{Ba}_3\text{N}_2$ ,  $\text{Hg}_2\text{O}$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{HgCl}_2$ ,  $\text{K}_3\text{N}$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$ ,  $\text{AlH}_3$ ,  $\text{PbS}$ ,  $\text{ZnBr}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Na}_3\text{N}$ ,  $\text{CuI}$ ,  $\text{CrO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NaN}$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{Al}_4\text{C}_3$ .

## Тема 1.2. Периодический закон и таблица Д.И. Менделеева

**Практико-ориентированные теоретические задания** на характеристику химических элементов: «Металлические/неметаллические свойства, электроотрицательность и сродство к электрону химических элементов в соответствие с их электронным строением и положением в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева»

**Задача 1.** Назовите элементы № 3, № 22 и укажите их положение в периодических таблицах.

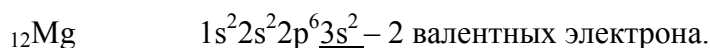
**Эталон ответа:** Элемент № 3 – это литий. Он находится во II периоде, в группе № 1 (1A группа).

Элемент № 22 – это титан. Он находится в IV периоде, в группе № 4 (IVB группа).

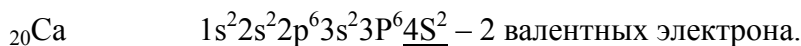
**Задача 2.** У какого элемента сильнее выражены свойства металла: № 12 или № 20?

**Эталон ответа:** Активность элемента как металла – это способность **отдавать** электроны.

Элемент № 12 – магний, металл III периода IIА группы.



Элемент № 20 – кальций, металл IV периода IIА группы.



У кальция больше радиус атома, он легче, чем Mg, отдает валентные электроны, и поэтому у него сильнее выражены свойства металла.

**Задача 3.** Какой элемент более активный металл: Mg или Al?

**Эталон ответа:** Более активный металл тот, который легче **отдает** электроны.

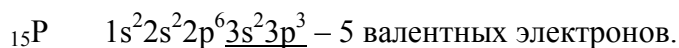
Валентные электроны: Mg:  $3s^2$ , Al:  $3s^2 3p^1$ , следовательно, на третьем (внешнем) уровне у Mg – 2 электрона, у Al – 3 электрона, но  $r(\text{Mg}) > r(\text{Al})$ .

Mg легче отдаёт электроны, чем Al (электронов меньше и радиус больше). Следовательно, Mg более активный металл.

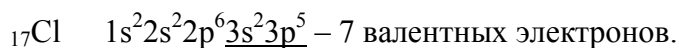
**Задача 4.** У какого элемента сильнее выражены свойства неметалла: у элемента №15 или №17?

**Эталон ответа:** Активность элемента как неметалла – это способность **принимать** электроны.

Элемент № 15 – фосфор, неметалл III периода VA (5) группы.



Элемент № 17 – хлор, неметалл III периода VIIA (7) группы.



У элемента Cl сильнее выражены свойства неметалла, так как он имеет больше электронов на внешнем уровне и меньший радиус атома.

**Задача 5.** Какой элемент более активный неметалл: F или Cl?

**Эталон ответа:** Более активный неметалл тот, который легче **принимает** электроны.

Валентные электроны F:  $2s^2 2p^5$  – до завершеного уровня нужен  $1\bar{e}$ .

Валентные электроны Cl:  $3s^2 3p^5$  – до завершеного уровня нужен  $1\bar{e}$ .

Однако F находится во II периоде, а Cl – в III периоде, значит,  $r(\text{Cl}) > r(\text{F})$ .

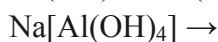
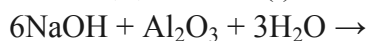
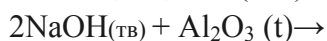
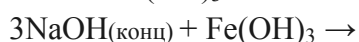
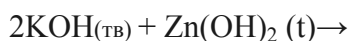
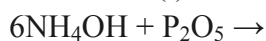
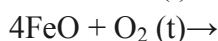
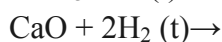
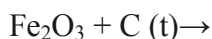
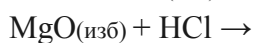
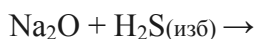
F более активный неметалл, чем Cl, потому что ему легче принять  $1\bar{e}$

## Раздел 2

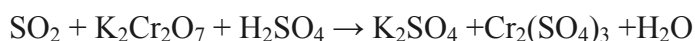
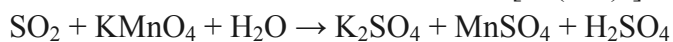
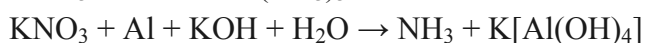
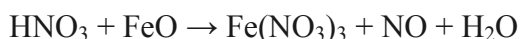
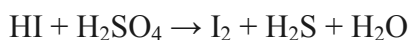
### Тема 2.1. Типы химических реакций

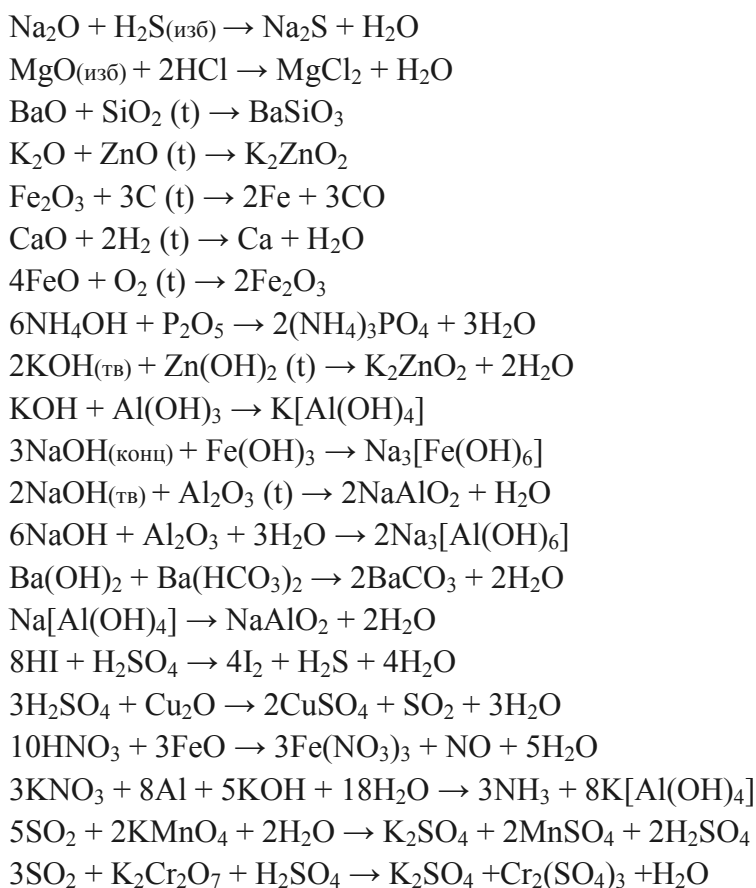
#### 1. Задачи на составление уравнений реакций:

- соединения, замещения, разложения, обмена и реакций с участием комплексных соединений (на примере гидросокомплексов алюминия и цинка);
- окислительно-восстановительных реакций с использованием метода электронного баланса;
- с участием комплексных соединений (на примере гидросокомплексов цинка и алюминия).



Эталон ответов:





**2. Задачи** на расчет количественных характеристик продукта реакции соединения; массовой или объемной доли выхода продукта реакции соединения от теоретически возможного; объемных отношений газов; количественных характеристик исходных веществ и продуктов реакции; массы (объем, количество вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества

1. При разложении нитрата меди (II) образовалось 11,2 л оксида азота (IV). Вычислите объемную долю (%) образовавшегося кислорода. Объемы газов измерены при одинаковых условиях. *Запишите число с точностью до целых.*

**Эталон ответа:** 20

2. Вычислите объем водорода (л), который можно получить при разложении 224 л метана до простых веществ, если выход реакции равен 80%. Объемы газов измерены при одинаковых нормальных условиях. *Запишите число с точностью до десятых.*

3. Вычислите объем газа (н. у.), полученного при прокаливании 175 г технического карбоната магния, в котором массовая доля некарбонатных примесей составляет 4%. *Запишите число с точностью до десятых.*

4. Из 200 кг карбоната кальция при взаимодействии с азотной кислотой был получен нитрат кальция массой 311,6 кг. Вычислите выход (%) данной реакции. *Запишите число с точностью до целых.*

5. При взаимодействии натрия количеством вещества 0,5 моль с водой получили водород объемом 4,2 л (н. у.). Вычислите практический выход газа (%).

**Эталон ответа:** 75

6. Металлический хром получают восстановлением его оксида  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  металлическим алюминием. Вычислите массу хрома, который можно получить при восстановлении его оксида массой 228 г, если практический выход хрома составляет 95 %.

**Эталон ответа:** 148,2

7. К раствору, содержащему хлорид кальция массой 4,1 г, прилили раствор, содержащий фосфат натрия массой 4,1 г. Определите массу полученного осадка, если выход продукта реакции составляет 88 %.

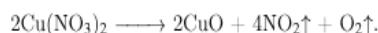
**Эталон ответа:** 3,41

**Задача 1. Эталон ответа (решение)**

**Решение.**

Объемы газов, вступающих в реакцию и образующихся в результате реакции, соотносятся как небольшие целые числа, равные стехиометрическим коэффициентам в уравнениях реакций.

Запишем уравнение реакции:



Объемная доля кислорода будет определяться следующим образом:

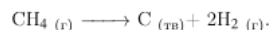
$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V(\text{O}_2) + V(\text{NO}_2)} \cdot 100\% = \frac{1}{1+4} \cdot 100\% = 20\%.$$

Ответ: 20.

**Задача 2.**

**Решение.**

Запишем уравнение протекающей реакции:



Найдем теоретическое значение объема образующегося водорода (то есть принимаем, что выход реакции 100%). Для этого найдем количество вещества метана (молярная масса — 16 г/моль):

$$\nu(\text{CH}_4) = \frac{V}{V_m} = \frac{224 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 10 \text{ моль}.$$

Согласно уравнению реакции, из 1 моль метана образуется 2 моль водорода. Тогда из 10 моль метана образуется 20 моль водорода. Найдем его объем (теоретический):

$$V(\text{H}_2) = \nu \cdot V_m = 20 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 448 \text{ л}.$$

Так как выход реакции по условию составляет 80%, то практическое значение объема водорода будет следующим:

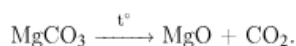
$$V(\text{H}_2) = \eta \cdot \frac{V}{100\%} = 80\% \cdot \frac{448}{100\%} \text{ л} = 358,4 \text{ л}.$$

Ответ: 358,4.

**Задача 3.**

**Решение.**

Прокаливание карбоната магния описывается следующим уравнением реакции:



Найдем количество чистого вещества карбоната магния (без примесей):

$$m(\text{MgCO}_3) = m(\text{техн. MgCO}_3) \cdot (1 - \omega(\text{примеси})) = 175 \cdot 0,96 = 168 \text{ г};$$

$$\nu(\text{MgCO}_3) = \frac{m(\text{MgCO}_3)}{M_r} = \frac{168 \text{ г}}{84 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль}.$$

Найдем объем углекислого газа:

$$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{MgCO}_3) = 2 \text{ моль};$$

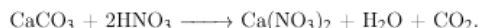
$$V(\text{CO}_2) = \nu(\text{CO}_2) \cdot V_m = 2 \cdot 22,4 = 44,8 \text{ л}.$$

Ответ: 44,8.

**Задача 4.**

**Решение.**

При взаимодействии карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) с азотной кислотой ( $\text{HNO}_3$ ) происходит следующая реакция:



Найдем теоретическое значение массы получаемого нитрата кальция. Для этого найдем количество вещества карбоната кальция:

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{200 \text{ кг} \cdot 1000}{100 \text{ г/моль}} = 2000 \text{ моль}.$$

Согласно уравнению реакции, из 1 моль карбоната кальция образуется 1 моль нитрата кальция. Тогда для образования 2000 моль нитрата требуется 2000 моль карбоната кальция (с молярной массой 100 г/моль). Найдем его массу:

$$m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = \nu \cdot M = 2000 \text{ моль} \cdot 164 \text{ г/моль} = 328000 \text{ г} = 328 \text{ кг}.$$

Теперь найдем выход реакции — отношение массы вещества, получившейся на практике, к теоретической массе:

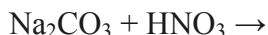
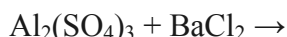
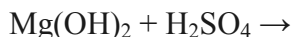
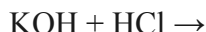
$$\eta = \frac{m(\text{прак.})}{m(\text{теор.})} \cdot 100\% = \frac{311,6}{328} \cdot 100\% = 95\%.$$

Ответ: 95.

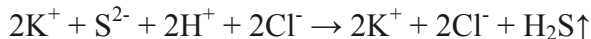
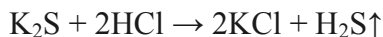
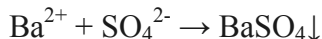
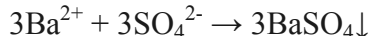
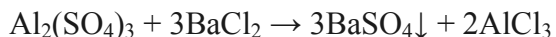
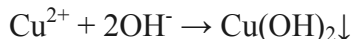
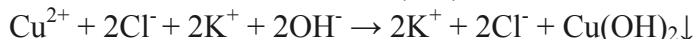
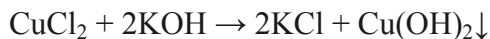
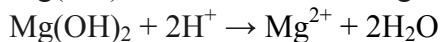
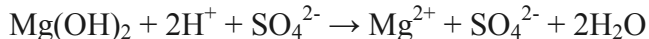
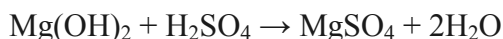
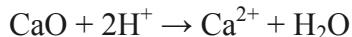
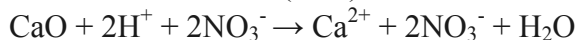
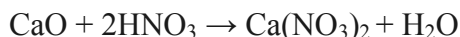
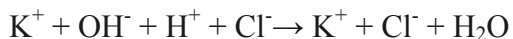
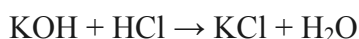
## Тема 2.2. Электролитическая диссоциация и ионный обмен

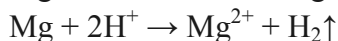
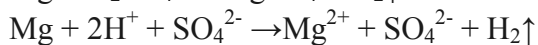
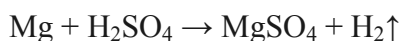
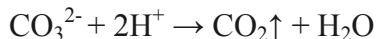
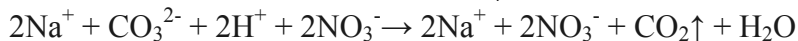
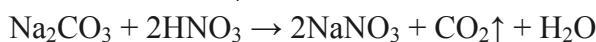
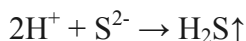
**1. Задания** на составление молекулярных и ионных реакций с участием оксидов, кислот, оснований и солей, ионных реакций гидролиза солей, установление изменения кислотности среды.

1) Составьте уравнения и напишите полное ионное и сокращенное ионное уравнения реакций:



### Эталон ответов:



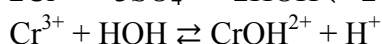
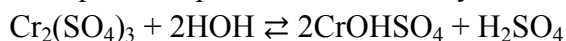


2) Какие из солей  $\text{RbCl}$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Какое значение  $\text{pH}$  ( $> 7$   $<$ ) имеют растворы этих солей?

#### Эталон ответов:

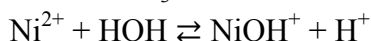
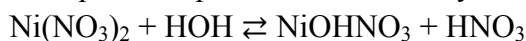
$\text{RbCl}$  — соль образованная сильным основанием и сильной кислотой, гидролиз не протекает, поэтому раствор имеет нейтральную среду ( $\text{pH} \approx 7$ ).

$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  — соль образованная слабым основанием и сильной кислотой, поэтому реакция гидролиза протекает по катиону.



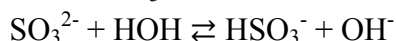
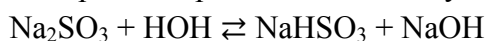
В результате гидролиза образовались ионы водорода ( $\text{H}^+$ ), поэтому раствор имеет кислую среду ( $\text{pH} < 7$ ).

$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  — соль образованная слабым основанием и сильной кислотой, поэтому реакция гидролиза протекает по катиону.



В результате гидролиза образовались ионы водорода ( $\text{H}^+$ ), поэтому раствор имеет кислую среду ( $\text{pH} < 7$ ).

$\text{Na}_2\text{SO}_3$  — соль образованная сильным основанием и слабой кислотой, поэтому реакция гидролиза протекает по аниону.



В результате гидролиза образовались гидроксид-ионы ( $\text{OH}^-$ ), поэтому раствор имеет щелочную среду ( $\text{pH} > 7$ ).

## 2. Лабораторная работа №1 «Реакции гидролиза».

Название темы	Тема 2.2. «Электролитическая диссоциация и ионный обмен»
Результат обучения	Составлять уравнения химических реакции ионного обмена с участием неорганических веществ
Общие компетенции	ОК 01, ОК 02

### 1. Вопросы для допуска к лабораторной работе

- а) сформулируйте цель планируемого эксперимента;
- б) объясните, какой процесс называют гидролизом, какой он бывает;
- в) объясните, какие существуют способы доказательства существования гидролиза неорганических и органических веществ;
- г) объясните, как составляется уравнение гидролиза;
- д) объясните, что такое рН? Как зависит данный показатель от кислотности или основности среды раствора;
- е) объясните ход выполнения эксперимента по решению качественных задач;
- ж) перечислите основные аспекты соблюдения техники безопасности при работе с агрессивными реагентами (гидроксид натрия).

## 2. Проведение опытов

Оборудование и посуда: стеклянные пробирки; штатив для пробирок

**Реактивы:** раствор NaOH, раствор Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, раствор AlCl<sub>3</sub>, раствор Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, раствор Cu(OH)<sub>2</sub>, кислотно-основный индикатор

Алгоритм проведения опыта № 1	Вопросы и задания
<p><b>Задание № 1.</b> В трех пробирках под номерами находятся растворы трех солей: хлорида алюминия, сульфата натрия, карбоната натрия. Не пользуясь другими реактивами, определите состав каждой пробирки.</p>	<p>1. Дать объяснение проведенным опытам. 2. Составить уравнения реакций, протекающих в пробирке в молекулярном и ионном видах.</p>

Алгоритм проведения опыта № 2	Вопросы и задания
<p><b>Задание № 2.</b> Что произойдет, если охладить раствор карбоната натрия или добавить к нему гидроксид натрия?</p> <p>1.1. Налить в пробирку 1–2 мл раствора карбоната натрия. 1.2. Опустить пробирку в стакан с очень холодной водой или снегом. 1.3. Проверить среду раствора при помощи кислотно-основного индикатора. 1.4. Добавить к раствору карбоната натрия гидроксид натрия.</p>	<p>1. Какой индикатор лучше использовать для определения среды раствора? 2. Составить соответствующие уравнения химических реакций, в молекулярном и ионном видах.</p>

Алгоритм проведения опыта № 3	Вопросы и задания

<p><b>Задание № 3.</b> Проблемный опыт.</p> <p>1.1. В одну пробирку с раствором сульфата меди (II) прилить раствор гидроксида натрия.</p> <p>1.2. Во вторую пробирку с раствором сульфата меди (II) прилить раствор карбоната натрия.</p> <p>1.3. Сравнить цвет образующихся осадков.</p> <p>1.4. Обратить внимание на выделение газа в одной из пробирок.</p> <p>1.5. Определить, откуда может выделяться этот газ?</p> <p>1.6. Проверить качественный состав газа горячей лучинкой.</p> <p>1.7. Объяснить происходящее явление.</p>	<p>1. Составить соответствующие уравнения химических реакций, в молекулярном и ионном видах.</p>
---	--

Алгоритм проведения опыта № 4	Вопросы и задания
<p><b>Задание № 4.</b> Проблемный опыт.</p> <p>1.1. К раствору хлорида алюминия прилить раствор карбоната натрия.</p>	<p>1. Объяснить происходящее явление.</p> <p>2. Составить соответствующие уравнения химических реакций, в молекулярном и ионном видах.</p> <p>3. Ответить на вопросы.</p> <p>Для чего в медицинской практике используют раствор пищевой соды для полоскания при воспалительных заболеваниях горла? Какова роль гидролиза в природе? Почему раствор мыла пенится в воде?</p>

### 3. Обработка результатов опытов

1. Проанализировать соответствие полученных результатов типам гидролиза. Сделать соответствующие выводы.
2. Сформулировать выводы о зависимости типа гидролиза и кислотности среды раствора.

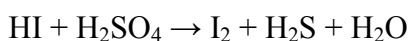
### Раздел 2. Химические реакции. Контрольная работа №1 «Строение вещества и химические реакции»

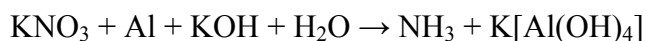
#### Вариант 1

1. Составьте формулы по названиям: 1. Нитрид калия 2. Силицид магния 3. Гидрид алюминия 4. Сульфид свинца (II) 5. Бромид цинка 6. Оксид углерода (II) 7. Оксид хлора (V) 8. Оксид бария 9. Фосфид железа (III) 10. Карбид магния 11. Гидрид калия 12. Сульфид алюминия 13. Иодид меди (I) 14. Сульфид ртути (II) 15. Оксид хлора (III) 16. Оксид свинца (IV) 17. Оксид цинка 18. Силицид кальция 19. Гидрид бария 20. Сульфид железа(III) 21. Оксид азота (II)

2. Реакцией замещения является а) горение водорода в кислороде; б) восстановление оксида меди (II) водородом; в) взаимодействие гидроксида калия с серной кислотой; г) термическая дегидратация гидроксида цинка.

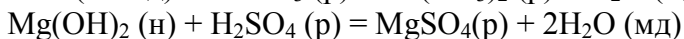
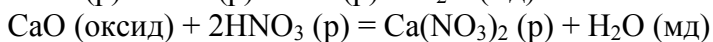
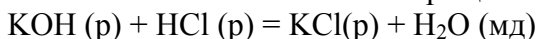
3. Уравняйте реакции методом электронного баланса. Расставьте коэффициенты





4. Какие из солей  $\text{RbCl}$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Какое значение  $\text{pH}$  ( $> 7$   $\text{pH} > 7$ )

5. Напишите полное и сокращенное уравнения реакций:



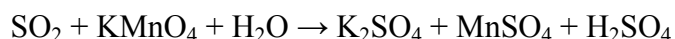
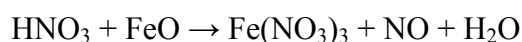
6. При взаимодействии натрия количеством вещества 0,5 моль с водой получили водород объемом 4,2 л (н. у.). Вычислите практический выход газа (%).

### Вариант 2

1. Составьте формулы по названиям: 1. Карбид лития 2. Оксид фосфора (III) 3. Фторид меди (II) 4. Оксид серебра 5. Гидрид лития 6. Сульфид меди (I) 7. Нитрид натрия 8. Иодид серебра 9. Оксид хрома (II) 10. Оксид азота (V) 11. Гидрид натрия 12. Хлорид хрома (III) 13. Оксид калия 14. Оксид мышьяка (III) 15. Сульфид цинка 16. Фосфид меди (II) 17. Оксид железа (II) 18. Бромид марганца (II) 19. Сульфид лития 20. Фосфид серебра 21. Фторид железа (II) 22. Оксид алюминия 23. Хлорид железа (II) 24. Нитрид бария 25. Оксид ртути (I) 26. Оксид сурьмы (V) 22. Оксид хрома (VI) 23. Нитрид лития 24. Сульфид магния 25. Оксид меди (I) 26. Хлорид ртути (II)

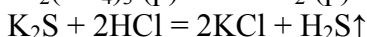
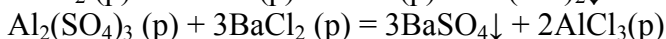
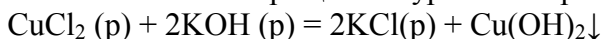
2. Взаимодействие гидроксида кальция с соляной кислотой - это реакция 1) соединения; 2) разложения; 3) обмена; 4) замещения

3. Уравняйте реакции методом электронного баланса. Расставьте коэффициенты



4. Какие из солей  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Какое значение  $\text{pH}$  ( $> 7$   $\text{pH} > 7$ )

5. Напишите полное и сокращенное уравнения реакций:



6. Металлический хром получают восстановлением его оксида  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  металлическим алюминием. Вычислите массу хрома, который можно получить при восстановлении его оксида массой 228 г, если практический выход хрома составляет 95 %.

### Раздел 3

#### Тема 3.1. Классификация, номенклатура и строение неорганических веществ

1. Тест «Номенклатура и название неорганических веществ исходя из их химической формулы или составление химической формулы исходя из названия вещества по международной или тривиальной номенклатуре».

**Выберите один правильный ответ:**

1. Укажите правильное название соли  $\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$ :

А) гидроксонитрат железа (II)

Б) гидроксонитрат железа (III)

В) дигидроксонитрат железа (III)

Г) дигидроксонитрит железа (III)

2. Укажите правильное название соли  $\text{NaNO}_2$ :

А) нитрат натрия

Б) нитрид натрия

В) амид натрия

Г) нитрит натрия

3. Приведите правильное название вещества  $\text{H}_2\text{SO}_3$ :

А) сернистая кислота

Б) серная кислота

В) сероводородная кислота

Г) оксид серы (IV)

4. Приведите правильное название вещества  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ :

А) гидрофосфат натрия

Б) гидрофосфит натрия

В) дигидроортофосфат натрия

Г) гидроортофосфат натрия

5. Укажите молекулярную формулу гидроортофосфата магния:

А)  $\text{MgHPO}_3$

Б)  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

В)  $\text{MgHPO}_4$

Г)  $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

6. Укажите молекулярную формулу сероводородной кислоты:

А)  $\text{H}_2\text{SO}_3$

Б)  $\text{H}_2\text{S}$

В)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Г)  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$

7. Приведите молекулярную формулу азотистой кислоты:

А)  $\text{HNO}_2$

Б)  $\text{HNO}_3$

В)  $\text{NH}_3$

Г)  $\text{N}_2\text{O}_3$

8. Укажите правильное название соли  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ :

А) сульфит железа (II)

Б) сульфид железа (III)

В) сульфат железа (II)

Г) сульфат железа (III)

9. Приведите правильное название вещества  $(\text{ZnOH})_3\text{PO}_4$ :

А) ортофосфат цинка

Б) тригидроксофосфат цинка

В) ортофосфатгидроксицинка

Г) гидроортофосфат цинка

10. Укажите молекулярную формулу гидросульфата магния:

А)  $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$

Б)  $\text{Mg}(\text{HS})_2$

В)  $\text{MgHSO}_4$

Г)  $Mg(HSO_4)_2$

11. Укажите молекулярную формулу кремниевой кислоты:

А)  $H_2SO_3$

Б)  $H_2CO_3$

В)  $H_2SO_4$

Г)  $H_2SiO_3$

12. Какова формула дигидрофосфата натрия:

А)  $Na_3PO_4$

Б)  $Na_2HPO_4$

В)  $NaH_2PO_4$

Г)  $NaPO_2$

13. Укажите формулу бертолетовой соли:

А)  $KClO_3$

Б)  $KClO_2$

В)  $K_2CO_3$

Г)  $Ca(ClO_3)_2$

14. Приведите формулу гашеной извести:

А)  $Ca(OH)_2$

Б)  $CaO$

В)  $CaCO_3$

Г)  $CaSO_4$

15. Формулам  $NO_2$  и  $Cu(OH)_2$  соответствуют названия

А) оксид азота(II) и гидроксид меди(II)

Б) оксид азота(II) и гидроксид меди(I)

В) оксид азота(IV) и гидроксид меди(II)

Г) оксид азота(I) и гидроксид меди(I)

**Эталон ответов:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Б	Г	А	А	В	Б	А	Г	В	В	Г	В	А	А	В

**2. Задачи** на расчет массовой доли (массы) химического элемента (соединения) в молекуле (смеси).

1. Вычислите в процентах массовую долю кислорода в карбонате лития ( $Li_2CO_3$ ). Запишите число с точностью до целых.

**Эталон ответа:**

$M_r(Li_2CO_3) = 7 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 = 74$ , поэтому  $w(O) = 16 \cdot 3 : 74 = 0,649 \approx 65\%$

2. Вычислите в процентах массовую долю азота в нитрате кальция ( $Ca(NO_3)_2$ ). Запишите число с точностью до целых.

**Эталон ответа:**

$M_r(Ca(NO_3)_2) = 40 + 2 \cdot (14 + 16 \cdot 3) = 164$ , поэтому  $w(N) = 14 \cdot 2 : 164 = 0,171 \approx 17\%$

3. Вычислите в процентах массовую долю серы в халькопирите ( $CuFeS_2$ ). Запишите число с точностью до целых.

**Эталон ответа:**

$M_r(\text{CuFeS}_2) = 64 + 56 + 32 \cdot 2 = 184$ , поэтому  $w(\text{S}) = 32 \cdot 2 : 184 = 0,348 \approx 35\%$

4. Вычислите в процентах массовую долю кислорода в перманганате калия. Запишите число с точностью до целых.

**Эталон ответа:**

$M_r(\text{KMnO}_4) = 39 + 55 + 16 \cdot 4 = 158$ , поэтому  $w(\text{O}) = 16 \cdot 4 : 158 = 0,41 \approx 41\%$

5. Определите массовую долю кристаллизационной воды в дигидрате хлорида бария  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

**Эталон ответа:**

$M(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 137 + 2 \cdot 35,5 + 2 \cdot 18 = 244$  г/моль

Из формулы  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  следует, что 1 моль дигидрата хлорида бария содержит 2 моль  $\text{H}_2\text{O}$ . Отсюда можно определить массу воды, содержащейся в  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ :

$m(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 18 = 36$  г.

Находим массовую долю кристаллизационной воды в дигидрате хлорида бария  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

$\omega(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 36 / 244 = 0,1475 = 14,75\%$ .

6. Из образца горной породы массой 25 г, содержащей минерал аргентит  $\text{Ag}_2\text{S}$ , выделено серебро массой 5,4 г. Определите массовую долю аргентита в образце.

**Эталон ответа:**

Определяем количество вещества серебра, находящегося в аргентите:

$n(\text{Ag}) = m(\text{Ag}) / M(\text{Ag}) = 5,4 / 108 = 0,05$  моль.

Из формулы  $\text{Ag}_2\text{S}$  следует, что количество вещества аргентита в два раза меньше количества вещества серебра.

Определяем количество вещества аргентита:

$n(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,5 \cdot n(\text{Ag}) = 0,5 \cdot 0,05 = 0,025$  моль

Рассчитываем массу аргентита:

$m(\text{Ag}_2\text{S}) = n(\text{Ag}_2\text{S}) \cdot M(\text{Ag}_2\text{S}) = 0,025 \cdot 248 = 6,2$  г.

Теперь определяем массовую долю аргентита в образце горной породы:

$\omega(\text{Ag}_2\text{S}) = m(\text{Ag}_2\text{S}) / m = 6,2 / 25 = 0,248 = 24,8\%$ .

7. 25 г оксида магния смешали с 35 г оксида алюминия. Определите массовую долю оксида магния в данной смеси.

Найдем массу смеси:  $m(\text{смеси}) = m(\text{MgO}) + m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 25\text{г} + 35\text{г} = 60\text{г}$ .

Найдем массовую долю оксида магния:  $\omega(\text{MgO}) = m(\text{MgO}) / m(\text{смеси}) = 25\text{г} / 60\text{г} = 0,417$ , или 41,7%.

**3. Практические задания** по классификации, номенклатуре и химическим формулам неорганических веществ различных классов.

1. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
------------------	--------------

A) $\text{NH}_4\text{HCO}_3$	1) соль средняя
Б) $\text{KF}$	2) оксид кислотный
В) $\text{NO}$	3) оксид несолеобразующий
	4) соль кислая

**Эталон ответа:** А-4, Б-1, В-3

2. Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
A) $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$	1) комплексная соль
Б) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	2) бескислородная кислота
В) $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	3) двойная соль
	4) основание

**Эталон ответа:** А-2, Б-3, В-1

3. Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) средней соли; Б) кислой соли; В) основной соли.

1. $\text{RbHCO}_3$	2. $\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$	3. $\text{NH}_3$
4. $\text{H}_2\text{SO}_3$	5. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	6. $\text{SOCl}_2$
7. $\text{Na}_2\text{O}_2$	8. $\text{O}_2$	9. $\text{Fe}(\text{OH})_2$

**Эталон ответа:** А-5, Б-1, В-2

4. Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) амфотерного оксида; Б) несолеобразующего оксида; В) основания.

1. $\text{H}_2\text{O}_2$	2. $\text{Mg}(\text{OH})_2$	3. $\text{PbO}$
4. $\text{B}(\text{OH})_3$	5. $\text{Na}_2\text{SO}_4$	6. $\text{NO}$
7. $\text{H}_3\text{P}$	8. $\text{NH}_4\text{NO}_3$	9. $\text{SO}_2$

**Эталон ответа:** А-3, Б-6, В-2

5. Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) комплексной соли; Б) кристаллогидрата; В) двойной соли.

1. $\text{KHSO}_4$	2. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	3. $\text{MnCO}_3$
--------------------	--	--------------------

4. Ca(OH) <sub>2</sub>	5. Na[Ag(CN) <sub>2</sub> ]	6. POCl <sub>3</sub>
7. K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	8. Na <sub>2</sub> FeO <sub>4</sub>	9. NaCl · KCl

**Эталон ответа:** А-5, Б-2, В-9

6. Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) кислоты; Б) средней соли; В) кислотного оксида.

1. угарный газ	2. H <sub>3</sub> P	3. гипохлорит калия
4. PCl <sub>3</sub>	5. аммиак	6. BeO
7. NaHS	8. Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	9. H <sub>2</sub> Se

**Эталон ответа:** А-9, Б-3, В-8

**4. Практические задания** на определение химической активности веществ в зависимости вида химической связи и типа кристаллической решетки.

1. Для гидросульфата натрия постройте графическую формулу и укажите виды химической связи в молекуле: ионная, ковалентная, полярная, ковалентная неполярная, координационная, металлическая, водородная.



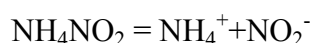
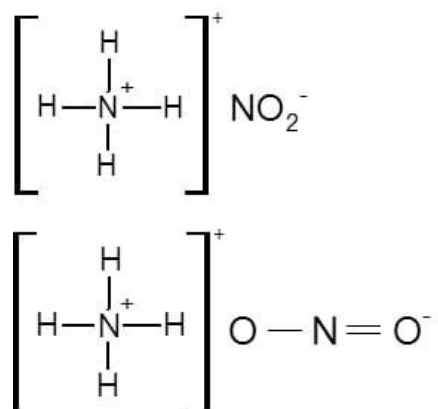
Связь **O – Na** – ионная

Связь **O – S** – ковалентная полярная

Связь **O – H** – ковалентная полярная

2. Постройте графическую формулу нитрита аммония и укажите виды химической связи в этой молекуле. Покажите, какие (какая) связи «рвутся» при диссоциации.

**Эталон ответа:** Нитрит аммония — ионная связь



3. Укажите виды химической связи в следующих молекулах:  $\text{CH}_3\text{Br}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{J}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Каковы основные свойства данных видов связи?

**Эталон ответа:**

$\text{CH}_3\text{Br}$  — *ковалентная связь*. Ковалентная связь возникает между атомами с близкими или равными значениями электроотрицательностей. Эта связь может рассматриваться как электростатическое притяжение ядер двух атомов к общей электронной паре.

В отличие от ионных соединений, молекулы ковалентных соединений удерживаются вместе за счет «**межмолекулярных сил**», которые намного слабее химических связей. В связи с этим, ковалентной связи характерна *насыщаемость* – образование ограниченного числа связей. Известно, что атомные орбитали ориентированы в пространстве определенным образом, поэтому при образовании связи, перекрывание электронных облаков происходит в определенном направлении. Т.е. реализуется такое свойство ковалентной связи как **направленность**.

$\text{CaO}$  – *ионная связь*. Отдельные атомы какого-либо элемента будут стремиться к устойчивой восьмиэлектронной структуре, теряя или приобретая электроны. Атомы, захватившие электроны, имеют отрицательный заряд и называются **анионами**, атомы, потерявшие электрон, имеют положительный заряд и называются *катионами*. При встрече анионов с катионами образуется *химическая связь*, которая называется *ионной связью*, а соединение — ионным. Ионные соединения образуются, когда связываются атомы с большой разностью электроотрицательностей (*более, чем 2,1*). Логично предположить, что при соединении металлов с неметаллами, будет возникать ионное соединение с ионной связью, т.к. их *электроотрицательности* очень различаются.

**Ионные соединения** часто имеют сходные свойства. Они стремятся образовывать группы, которые, в свою очередь, образуют еще более крупные группировки. Такие образования называются кристаллами. Это происходит из-за того, что для данного типа связи не характерна направленность и насыщаемость.

$\text{J}_2$  – *Ковалентная неполярная связь*. Если ковалентная связь в молекуле образована одинаковыми атомами или атомами с равной электроотрицательностью, то такая связь не имеет полярности, т.е. электронная плотность распределяется симметрично. Называется она **неполярной ковалентной связью**. Связи могут быть как одинарными, так и двойными, тройными.

$\text{NH}_4\text{Cl}$  — *донорно-акцепторная связь*. Является частным случаем *ковалентной связи*, когда один атом выступает в роли донора электронной пары, а другой атом — его акцептором (предоставляет свободную орбиталь). Данную связь часто называют *координационной*, т.к. она часто возникает при образовании *комплексных соединений*. При образовании донорно-акцепторной связи электронная оболочка атома-акцептора пополняется парой электронов. В роли **доноров и акцепторов** кроме атомов и молекул, могут выступать *катионы и анионы*. При возникновении связи на атоме — доноре возникает эффективный положительный заряд, а на атоме – акцепторе – эффективный отрицательный заряд.

Между  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{Cl}^-$  — **ионная связь**. Между азотом и водородом ковалентная полярная и одна донорно-акцепторная связи.

### Тема 3.2. Физико-химические свойства неорганических веществ

**1. Тест** «Особенности химических свойств оксидов, кислот, оснований, амфотерных гидроксидов и солей».

1. С каким из перечисленных веществ будет взаимодействовать гидроксид калия:
- А)  $\text{Na}_2\text{O}$
  - Б)  $\text{SO}_3$
  - В)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Г) NaCl

2. Какое из веществ при растворении в воде образует кислоту:

А) NaCl

Б) CaO

В) SO<sub>3</sub>

Г) NH<sub>3</sub>

3. С разбавленной серной кислотой может взаимодействовать:

А) Ag

Б) Fe

В) Cu

Г) Pt

4. Едкие щёлочи обладают свойством разрушать растительные и животные ткани.

Таковыми свойствами не обладает:

А) NaOH

Б) KOH

В) LiOH

Г) Cu(OH)<sub>2</sub>

5. С раствором гидроксида калия взаимодействует:

А) Ag

Б) Cu

В) Fe

Г) Al

6. При термическом разложении, какой из указанных солей образуется одновременно основной и кислотный оксиды:

А) CaCO<sub>3</sub>

Б) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

В) NaNO<sub>3</sub>

Г) KClO<sub>3</sub>

7. Какое из указанных свойств является характерным для водных растворов кислот:

А) окрашивают растворы метилового оранжевого в жёлтый цвет

Б) окрашивают раствор лакмуса в красный цвет

В) окрашивают раствор фенолфталеина в малиновый цвет

Г) окрашивают раствор лакмуса в синий цвет

8. Какие пары соединений не могут реагировать между собой:

А) CaO и H<sub>2</sub>O

Б) Na<sub>2</sub>O и SO<sub>3</sub>

В) CO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub>

Г) MgO и CO<sub>2</sub>

9. В каком из приведённых уравнений реакций образуется соль и водород:

А) Zn + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> →

Б) KOH + HCl →

В) CaO + HNO<sub>3</sub> →

Г) Ca + H<sub>2</sub>O →

10. С каким из перечисленных веществ вступает в реакцию оксид фосфора(V)?

А) оксид углерода(II)

Б) оксид натрия

- В) сера  
Г) оксид углерода(IV)

**Эталон ответов:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Б	В	Б	Г	Г	А	Б	В	А	Б

**2. Задания** на составление уравнений химических реакций с участием простых и сложных неорганических веществ: оксидов металлов, неметаллов и амфотерных элементов; неорганических кислот, оснований и амфотерных гидроксидов, неорганических солей, характеризующих их свойства и способы получения.

1) Напишите уравнение возможной реакции:

- а) соляная кислота и нитрат калия;  
б) гидроксид калия и хлорид натрия;  
в) нитрат серебра и хлорид калия;  
г) нитрат натрия и хлорид калия.

2) Гидроксид железа (II) можно получить взаимодействием:

- а)  $\text{FeSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$   
б)  $\text{FeCl}_3 + \text{KOH} \rightarrow$   
в)  $\text{FeSO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$   
г)  $\text{FeCl}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$

Напишите уравнение возможной реакции.

3) И с кислотами, и с щелочами может реагировать:

- а)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$       б)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$       в)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$       г)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Напишите уравнения соответствующих реакций.

4) Из раствора сульфата меди (II) выпадает осадок при добавлении:

- а) сульфида калия;  
б) уксусной кислоты;  
в) бромида натрия;  
г) соляной кислоты.

Напишите уравнение возможной реакции.

5) В определенных условиях можно осуществить реакцию:

- а)  $\text{CO} + \text{NO}_2 \rightarrow$   
б)  $\text{BaO} + \text{NO} \rightarrow$   
в)  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{SO}_2 \rightarrow$   
г)  $\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow$

Напишите уравнение возможной реакции.

**Эталон ответов:** 1)  $\text{AgNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + \text{KNO}_3$

2)  $\text{FeSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

3)  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

4)  $\text{CuSO}_4 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS}\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$

5)  $\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$

**3. Практико-ориентированные теоретические задания** на свойства и получение

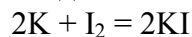
неорганических веществ.

1. Каковы свойства щелочных металлов? Как они реагируют с водой и кислородом?

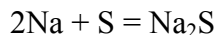
**Эталон ответов:**

1. Щелочные металлы — сильные восстановители. Поэтому они реагируют почти со всеми неметаллами.

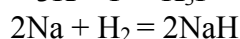
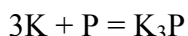
1.1. с галогенами с образованием галогенидов:



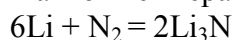
1.2. с серой с образованием сульфидов:



1.3. с фосфором и водородом (очень активно). При этом образуются бинарные соединения — фосфиды и гидриды:

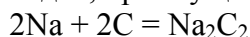


1.4. с азотом литий реагирует при комнатной температуре с образованием нитрида:

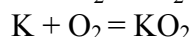
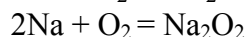
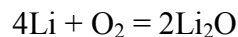


Остальные щелочные металлы реагируют с азотом при нагревании.

1.5. С углеродом с образованием карбидов, преимущественно ацетиленидов:

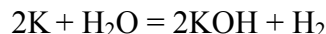


1.6. с кислородом каждый щелочной металл проявляет свою индивидуальность: при горении на воздухе литий образует оксид, натрий — преимущественно пероксид, калий и остальные металлы — надпероксид.

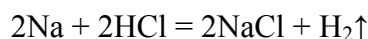


2. Щелочные металлы активно взаимодействуют со сложными веществами:

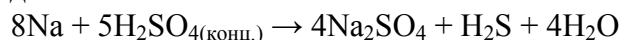
2.1. Щелочные металлы бурно (со взрывом) реагируют с водой. Взаимодействие щелочных металлов с водой приводит к образованию щелочи и водорода. Литий реагирует бурно, но без взрыва.



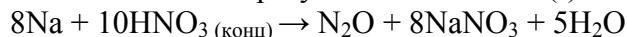
2.2. Щелочные металлы взаимодействуют с минеральными кислотами (с соляной, фосфорной и разбавленной серной кислотой) со взрывом. При этом образуются соль и водород.



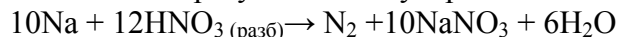
2.3. При взаимодействии щелочных металлов с концентрированной серной кислотой выделяется сероводород.



2.4. Щелочные металлы реагируют с азотной кислотой. При взаимодействии с концентрированной азотной кислотой образуется оксид азота (I):



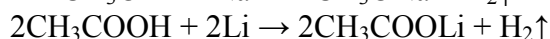
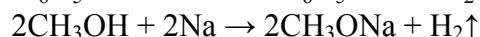
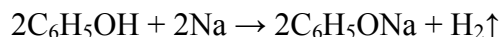
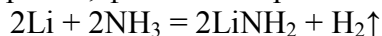
С разбавленной азотной кислотой образуется молекулярный азот:



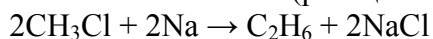
С очень разбавленной азотной кислотой образуется нитрат аммония:



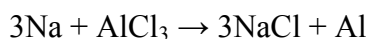
2.5. Щелочные металлы могут реагировать даже с веществами, которые проявляют очень слабые кислотные свойства. Например, с аммиаком, ацетиленом (и прочими терминальными алкинами), спиртами, фенолом и органическими кислотами.



Щелочные металлы реагируют с галогеналканами (реакция Вюрца).



2.6. В расплаве щелочные металлы могут взаимодействовать с некоторыми солями. Обратите внимание! В растворе щелочные металлы будут взаимодействовать с водой, а не с солями других металлов.



2. Какие свойства имеют амфотерные оксиды? Приведите примеры.

**Эталон ответов:**

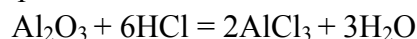
Амфотерные оксиды проявляют свойства и основных, и кислотных. От основных отличаются только тем, что могут взаимодействовать с растворами и расплавами щелочей и с расплавами основных оксидов, которым соответствуют щелочи.

**1. Амфотерные оксиды взаимодействуют с кислотами и кислотными оксидами.**

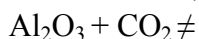
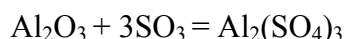
При этом амфотерные оксиды взаимодействуют, как правило, с сильными и средними кислотами и их оксидами.

**Например**, оксид алюминия взаимодействует с соляной кислотой, оксидом серы (VI), но не взаимодействует с углекислым газом и кремниевой кислотой:

амфотерный оксид + кислота = соль + вода



амфотерный оксид + кислотный оксид = соль



**2. Амфотерные оксиды не взаимодействуют с водой.**

Оксиды взаимодействуют с водой, только когда им соответствуют растворимые гидроксиды, а все амфотерные гидроксиды — нерастворимые.

амфотерный оксид + вода  $\neq$

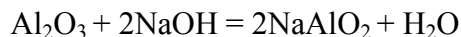
**3. Амфотерные оксиды взаимодействуют с щелочами.**

При этом механизм реакции и продукты различаются в зависимости от условий проведения процесса — в растворе или расплаве.

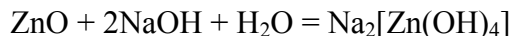
В растворе образуются комплексные соли, в расплаве — обычные соли.

Исключение — железо не образует гидроксокомплексы в растворе щелочи!

амфотерный оксид + щелочь (расплав) = соль + вода



амфотерный оксид + щелочь (раствор) = комплексная соль



**4. Амфотерные оксиды взаимодействуют с основными оксидами.**

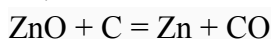
При этом взаимодействие возможно только с основными оксидами, которым соответствуют щелочи и только в расплаве. В растворе основные оксиды взаимодействуют с водой с образованием щелочей.

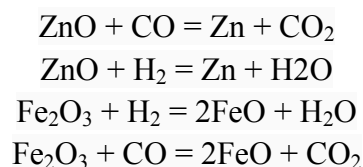
амфотерный оксид + основной оксид = соль + вода



**5. Окислительные и восстановительные свойства.**

Амфотерные оксиды способны выступать и как окислители, и как восстановители и подчиняются тем же закономерностям, что и основные оксиды.

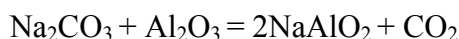




### 6. Амфотерные оксиды взаимодействуют с солями летучих кислот.

При этом действует правило: в расплаве менее летучие кислоты и их оксиды вытесняют более летучие кислоты и их оксиды из их солей.

Например, твердый оксид алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$  вытеснит более летучий углекислый газ из карбоната натрия при сплавлении:



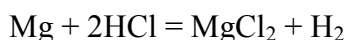
### 3. Каковы свойства кислот и оснований? Как они реагируют между собой?

#### Эталон ответов:

Химические свойства кислот.

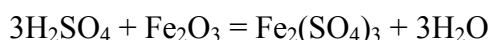
#### 1) Взаимодействие с металлами

Кислоты взаимодействуют с металлами, стоящими в ряду активности металлов левее водорода. В результате реакции образуется соль и выделяется водород (кроме кислот – окислителей).



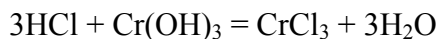
#### 2) Взаимодействие с основными и амфотерными оксидами

Кислоты реагируют с основными и амфотерными оксидами. В результате реакции обмена образуются соль и вода.



#### 3) Взаимодействие кислот с основаниями и с амфотерными гидроксидами

Кислоты реагируют с основаниями и с амфотерными гидроксидами, образуя соль и воду.



#### 4) Взаимодействие кислот с солями

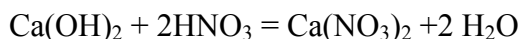
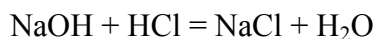
Реакции обмена между кислотами и солями возможны, если в результате образуется практически нерастворимое в воде вещество (выпадает осадок), образуется летучее вещество (газ) или слабый электролит.



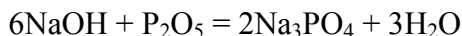
Химические свойства оснований

#### 1) Взаимодействие с кислотами

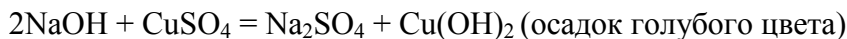
Реакции обмена между щелочами и кислотами называют реакциями нейтрализации.



#### 2) Взаимодействие с кислотными оксидами



#### 3) Взаимодействие щелочей с растворимыми в воде солями

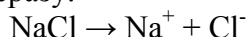


### 4. Какие свойства имеют соли? Как они реагируют с кислотами и основаниями?

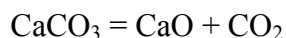
### Эталон ответов:

#### 1) Химические свойства средних солей

Растворимые соли являются электролитами, следовательно, могут распадаться на ионы. Средние соли диссоциируют сразу:



Термическое разложение:



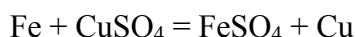
Нитраты разлагаются в зависимости от активности металла соли:

Металл	Левее Mg, кроме Li	От Mg до Cu	Правее Cu
Продукты	$\text{MeNO}_3 + \text{O}_2$	$\text{Me}_x\text{O}_y + \text{NO}_2 + \text{O}_2$	$\text{Me} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
Пример	$2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$	$2\text{Cu(NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	$2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$

Соли аммония разлагаются с выделением азота или оксида азота (I), если в составе анион, проявляет окислительные свойства. В остальных случаях разложение солей аммония сопровождается выделением аммиака:

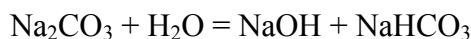


Взаимодействие солей с металлами:

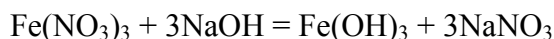
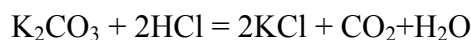


Более активные металлы вытесняют менее активные металлы из растворов солей.

Некоторые соли подвержены гидролизу:



Обменные реакции соли и кислоты, соли с основаниями и взаимодействие солей с солями:



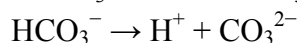
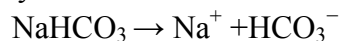
Окислительно-восстановительные реакции, обусловленные свойствами катиона или аниона:



#### 2) Химические свойства кислых солей

Диссоциация.

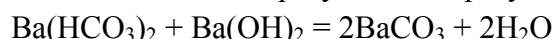
Кислые соли диссоциируют ступенчато:



Термическое разложение с образованием средней соли:

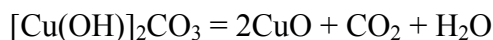


Взаимодействие солей со щелочью. В результате образуется средняя соль:



#### 3) Химические свойства основных солей

Термическое разложение:



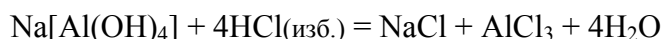
Реакции солей с кислотами — образование средней соли:



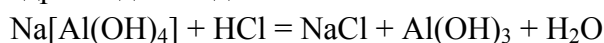
Диссоциация — так же как и кислые соли, основные соли диссоциируют ступенчато.

#### 4) Химические свойства комплексных солей

Избыток сильной кислоты приводит к разрушению комплекса и образованию двух средних солей и воды:



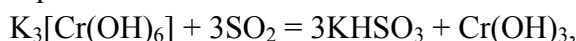
Недостаток сильной кислоты приводит к образованию средней соли активного металла, амфотерного гидроксида и воды:



Взаимодействие слабой кислоты с солью образует кислую соль активного металла, амфотерный гидроксид и воду:



При действии углекислого или сернистого газа получают кислую соль активного металла и амфотерный гидроксид:



Реакция солей, образованных сильными кислотами с катионами  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Cr}^{3+}$ , приводит к взаимному усилению гидролиза. Продукты реакции — два амфотерных гидроксида и соль активного металла:



Разлагаются при нагревании:



#### 4. Лабораторная работа №2 «Свойства металлов и неметаллов»

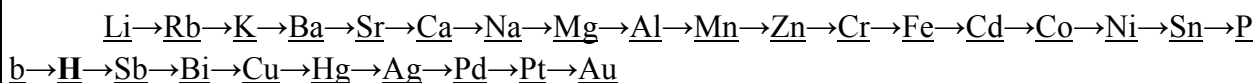
**Цель:** выяснить химические свойства металлов и неметаллов, а так же их соединений. Доказать наличие ионов металлов и неметаллов в веществах.

**Оборудование и реактивы:** фарфоровая чашка, пробирки, спиртовка, натрий металлический, медь металлическая, цинк металлический, порошок магния, фенолфталеин, лакмус, хлорид натрия, хлорид калия, железная проволока, хлорид цинка, сульфат меди, серная кислота, перекись водорода, нашатырный спирт, сульфат натрия, хлорид бария, хлорид натрия, бромид калия, йодид калия, нитрат серебра

#### Теория:

Основной особенностью всех металлов является наличие небольшого количества электронов на внешнем электронном слое (1-3). Металлы легко отдают валентные электроны и являются хорошими восстановителями. Лучшими восстановителями являются щелочные и щелочноземельные металлы.

По степени химической активности металлы располагаются в ряд напряжений, где активность понижается слева направо:



1. Чем левее находится металл в ряду напряжений, тем он химически активен и обладает большей восстановительной способностью, т.е. легче окисляется и труднее восстанавливается из его ионов.

2. Чем правее расположен металл, тем он химически менее активен и обладает меньшей восстановительной способностью, т.е. труднее окисляется и легче восстанавливается из его ионов.

3. Каждый металл ряда восстанавливает катионы всех следующих за ним в ряду металлов из растворов их солей.

4. Металлы, стоящие в ряду левее  $H_2$  восстанавливают его из разбавленных кислот (кроме азотной), а магний и стоящие левее него металлы вытесняют водород из воды при обычной температуре. Металлы, стоящие правее водорода в ряду напряжений, не вытесняют его из кислот.

Неметаллы в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева представлены р-элементами с общей электронной конфигурацией  $ns^2 np^{1-6}$  и двумя s-элементами (H и He).

В периодах слева направо атомные и ионные радиусы неметаллов (по мере увеличения заряда ядра) уменьшаются, при этом энергия ионизации, сродство к электрону и электроотрицательность в целом возрастают. Характерная неметаллам окислительная активность и неметаллические свойства усиливаются.

В группах радиусы атомов у однотипных ионов в общем увеличиваются, неметаллические свойства ослабевают, а металлические возрастают. При переходе от 2p-элементов к br-элементам энергия ионизации уменьшается, так как усиливается экранирование заряда ядер электронами, предшествующими внешним.

На свойства неметаллов и их соединений оказывает влияние как появление новых подуровней на внешней электронной оболочке, так и заполнение подуровней внутренних оболочек. Элементы второго периода B, C, N, O, F резко отличаются от р-элементов нижеследующих периодов. Причина этого заключена в имеющемся у элементов третьего периода свободном d-подуровне, способном принимать р-электроны при их распаривании. Элементы азот, кислород и фтор обладают ярко выраженной способностью участвовать в образовании водородных связей. Элементы третьего и последующих периодов эту способность теряют.

Вдоль периода у неметаллов падает способность к образованию положительных ионов с зарядом, отвечающим номеру группы. Наоборот, способность к образованию отрицательных ионов возрастает.

#### **Ход работы:**

##### **Опыт №1 Взаимодействие натрия с водой.**

Налить в фарфоровую чашку до половины дистиллированной воды. Возьмите пинцетом из керосина кусочек натрия, высушите его фильтровальной бумагой и внесите в чашку. Какой газ образуется в растворе? Проверьте опыт, добавив соответствующий индикатор. Какой металл должен реагировать с водой активнее и почему? Напишите уравнение реакции. Является ли этот процесс окислительно-восстановительным? Ответ объяснить.

##### **Опыт №2. Окрашивание пламени солями натрия и калия.**

Налейте в одну пробирку 5 мл раствора хлорида натрия, а в другую столько же хлорида калия. В пламени горелки тщательно прокалите железную проволоку. Смочите ее раствором хлорида натрия и внесите в пламя горелки. В какой цвет окрасилось пламя? Повторите опыт с хлоридом калия. В какой цвет окрасилось пламя?

##### **Опыт №3 Взаимодействие металлов с солями.**

Прилейте в одну пробирку 2 мл раствора хлорида цинка, а в другую столько же сульфата меди. В первую добавить кусочек меди, во вторую – цинк. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакции, составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

##### **Опыт №4 Взаимодействие магния с водой.**

Насыпьте немного порошка магния в пробирку, наполненную на половину водой. Реагирует ли магний при комнатной температуре? Нагрейте содержимое до кипения. Что происходит? По окончании реакции добавьте индикатор – как изменится цвет? Составьте уравнения реакции магния с водой.

#### **Опыт №5 Действие кислот на медь.**

Поместите в пробирку немного медных стружек и прилейте разбавленную серную кислоту. Заметных изменений не происходит. Прилейте в пробирку несколько капель раствора перекиси водорода. Пробирку слегка взболтайте и наблюдайте за изменениями. Объясните происходящие явления. Напишите уравнения реакций

#### **Опыт №6 Свойства аммиака.**

Налейте в пробирку 1-2 мл водного раствора аммиака и добавьте в нее 1-2 капли лакмуса. В какой цвет окрасится раствор? Какими кислотно-основными свойствами обладает  $\text{NH}_4\text{OH}$ ? Напишите уравнение диссоциации гидроксида аммония.

#### **Опыт № 7 Качественная реакция на сульфат-ион.**

Налейте в пробирку несколько капель растворимой соли серной кислоты и добавьте раствор хлорида бария. Запишите наблюдения и укажите цвет выпавшего осадка. Напишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах.

Добавьте в пробирку 1-2 мл раствора соляной кислоты. Наблюдается ли растворение осадка? Сделайте вывод по результатам опыта.

#### **Опыт №8 Реакции обнаружения галогенид-ионов.**

В три пробирки налейте по 1-2 мл растворов: в первую – хлорида натрия, во вторую – бромида калия и в третью – йодида калия. Во все три пробирки добавьте по 2-3 капли нитрата серебра. Какого цвета получены осадки? Напишите уравнения реакций.

### **Тема 3.3. Производство неорганических веществ. Значение и применение в быту и на производстве**

**Практико-ориентированные задания** по составлению химических реакций с участием неорганических веществ, используемых для их идентификации и промышленных способов получения.

#### **1. Карбокситерапия**

А знакомо ли вам понятие «карбокситерапия»? В терапевтических целях используют газообразное вещество. По этой причине подобную методику называют «газовыми уколами». Эта методика используется для лечения сердечно-сосудистых заболеваний, повышения эластичности кожи. Повышение содержания этого газа в крови говорит о некачественной функции крови. Самое удивительное, что оно используется в твёрдом виде в пищевой промышленности для хранения и перевозки продуктов: рыбы, мяса, мороженого.

#### **Задание**

**Выберите один правильный ответ:**

1. О каком веществе идёт речь?

- А) углекислый газ
- Б) кислород
- В) аммиак

2. Какими химическими свойствами обладает это вещество?

А) кислотными

Б) основными

В) амфотерными

3. С чем может вступить во взаимодействие?

А) с водой, основными оксидами, щелочами, некоторыми солями

Б) с водой, кислотными оксидами, щелочами, некоторыми солями

В) с водой, кислотными оксидами, кислотами, некоторыми солями

4. С помощью какого вещества его можно обнаружить?

А) фенолфталеина

Б) бромной воды

В) известковой воды

5. Приведите факты, которые доказывают отрицательное влияние этого газа на желудочно-кишечный тракт человека.

**Эталон ответа:**

1	2	3	4
А	А	А	В

5 – Повышенное содержание газов в кишечнике ведет к растяжению кишечника, стимулирует тем самым перистальтику, вызывая болевую симптоматику

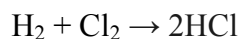
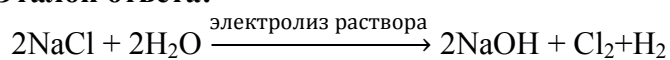
## 2. Поваренная соль

Известно, что в мире добывается примерно 100 миллионов тонн поваренной соли в год. На пищевые нужды расходуется около одной четвертой части этого количества. Куда же идет остальная соль?

Поваренная соль совершенно необходима при производстве мясных и рыбных консервов, она используется в металлургической отрасли промышленности, при обработке мехов и различных кож, в процессе приготовления мыла, идет для получения кальцинированной соды, применяется в медицине. Основной потребитель соли – химическая отрасль промышленности. В этой области используется не только сама соль, но и элементы, составляющие ее. В процессе электролиза ее раствора получают хлор, водород и едкий натр. Из раствора едкого натра получают твердую щелочь – каустик. Соединяя водород с хлором, получают соляную кислоту.

**Задание:** составьте уравнения, описанных в тексте реакций.

**Эталон ответа:**

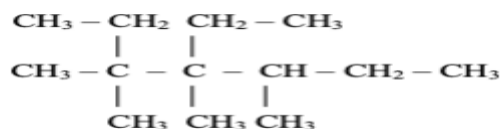
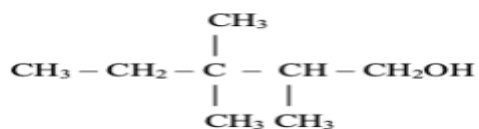
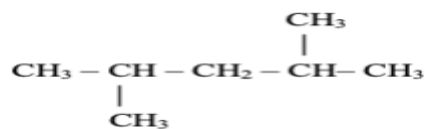


## Раздел 4

### Тема 4.1. Классификация, строение и номенклатура органических веществ

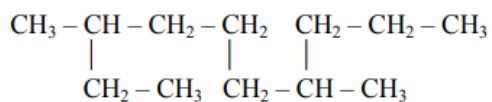
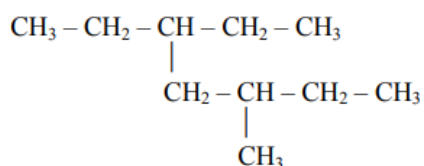
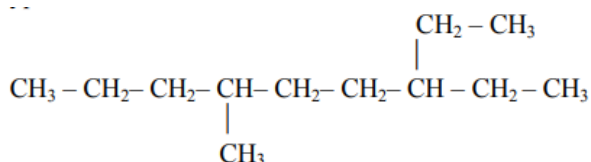
**1. Задания** на составление названий органических соединений по тривиальной или международной систематической номенклатуре

1. Назовите приведенные ниже углеводороды по международной номенклатуре ИУПАК:



**Эталон ответа:** 2,4-диметилпентан; 2,3,3-триметилпентан-1-ол; 3,4,5,5-тетраметил-4-этилгептан.

2. Назовите приведенные ниже углеводороды по международной номенклатуре ИУПАК:

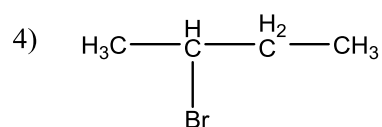
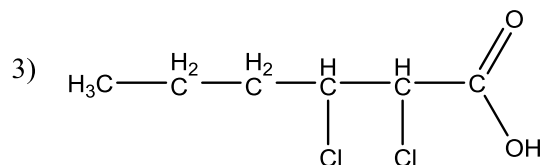
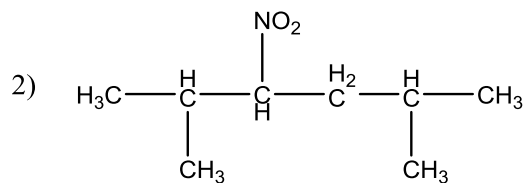
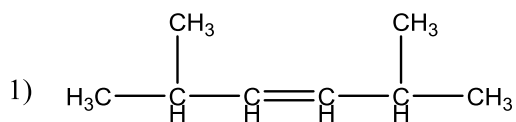


**Эталон ответа:** 6-метил-3-этилнонан; 3-метил-5-этилгептан; 6-метил-2-этилнонан.

3. Напишите структурные формулы соединений по их названиям:

- 1) 2,5-диметилгексен-3;
- 2) 2,5-диметил-3-нитрогексан;
- 3) 2,3-дихлоргексановая кислота;
- 4) 2-бромбутан.

**Эталон ответа:**

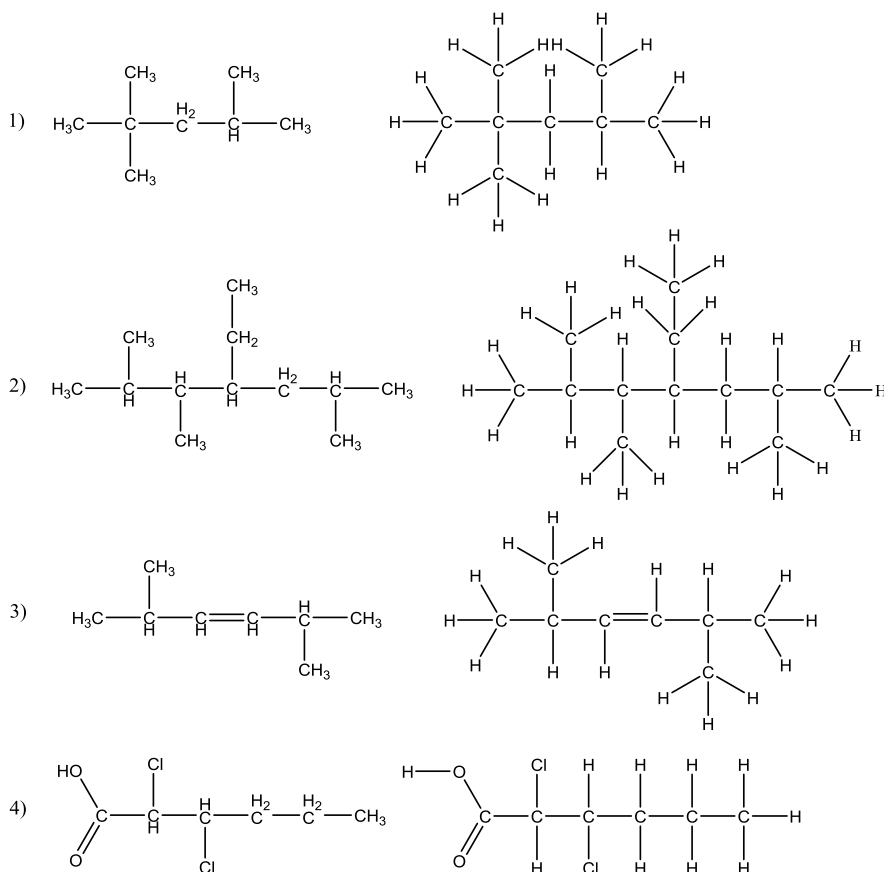


**2. Задания** на составление полных и сокращенных структурных формул органических веществ отдельных классов

Напишите полные и сокращенные структурные формулы:

- 1) 2,2,4-триметилпентан
- 2) 2,3,6-триметил-4-этилгептан
- 3) 2,5-диметилгексен-3
- 4) 2,3-дихлоргексановая кислота

**Эталон ответа:**



**3. Задачи** на определение простейшей формулы органической молекулы, исходя из элементного состава (в %)

1. Какова формула соединения, в котором массовая доля калия равна 0.565, углерода – 0.087, кислорода – 0.348?

**Эталон ответа:**  $K_2CO_3$

2. Выведите простейшую формулу соединения, если известен его элементный состав:

а) углерода 0.273 (27.3%) и кислорода 0.727 (72.7%)

б) кальция 0.811 (81.1%) и азота 0.189 (18.9%)

в) натрия 0.176 (17.6%), хрома 0.397 (39.7%) и кислорода 0.427 (42.7%)

**Эталон ответа:** а)  $CO_2$ ; б)  $Ca_3N_2$ ; в)  $Na_2Cr_2O_7$

3. Найдите молекулярную формулу соединения азота с водородом, если массовая доля водорода в нем равна 12.5%, а относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 16.

**Эталон ответа:**  $(NH_2)_2$  или  $N_2H_4$

4. При сгорании 3,636 г вещества образуется 8 г углекислого газа и 4,3632 г воды. Масса 1 моль данного вещества равна 60 г. Установить молекулярную формулу данного вещества.

**Эталон ответа:**  $C_3H_8O$  ( $C_3H_7OH$ )

5. Определите молекулярную формулу яда шпанской мушки кантаридина, если массовые доли элементов в нем составляют: 61,23% (C), 6,12% (H), 32,65% (O).

**Эталон ответа:**  $C_{10}H_{12}O_4$

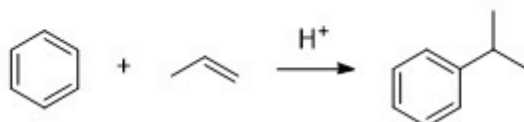
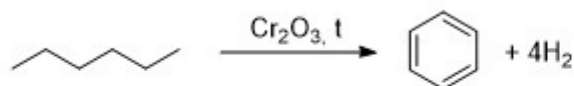
#### Тема 4.2. Свойства органических соединений

**1. Задания** на составление уравнений химических реакций с участием органических веществ на основании их состава и строения.

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

1,3-дихлорпропан  $\xrightarrow{Zn, t}$   $X_1 \xrightarrow{HBr}$   $X_2 \xrightarrow{Na, \text{эфир}}$   $X_3 \xrightarrow{Cr_2O_3, t}$   $X_4 \rightarrow C_6H_5CH(CH_3)_2$   
В уравнениях приведите структурные формулы органических веществ.

**Эталон ответа:**



**2. Задания** на составление уравнений химических реакций, иллюстрирующих химические свойства с учетом механизмов протекания данных реакций и генетической связи органических веществ разных классов

Установите соответствие между реагирующими веществами и углеродсодержащим продуктом, который образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) уксусная кислота и карбонат натрия;	1) пропионат натрия;
Б) муравьиная кислота и гидроксид натрия;	2) этилат натрия;
В) муравьиная кислота и гидроксид меди (II) (при нагревании);	3) формиат меди (II);
Г) этанол и натрий.	4) формиат натрия;
	5) ацетат меди (II);
	6) углекислый газ.

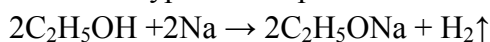
**Эталон ответа:** 6462

**3. Расчетные задачи** по уравнениям реакций с участием органических веществ.

1. Вычислите объем (н.у.) водорода, выделившегося при взаимодействии 46 г этанола с 46 г металлического натрия.

**Эталон ответа:** Объем водорода определим по формуле:  $V = V_m n$ .

Составим уравнение реакции:



1) Вычислим количество вещества спирта и натрия в исходных навесках по формуле:  $n = m / M$

$$n(C_2H_5OH) = 46 / 46 = 1 \text{ моль}; n(Na) = 46 / 23 = 2 \text{ моль}.$$

Из уравнения реакции следует, что спирт и натрий реагируют в молярном отношении 1:1, т.е.  $n(C_2H_5OH) = n(Na)$ .

Следовательно, натрий в избытке. Расчет ведем по спирту.

2) Из уравнения реакции следует:

$$n(H_2) = 0,5 n(C_2H_5OH); n(H_2) = 0,5 \text{ (моль)};$$

$$V(H_2) = 22,4 * 0,5 = 11,2 \text{ (л)}.$$

**4. Лабораторная работа №3 «Получение этилена и изучение его свойств»**

**Цель:** закрепление знаний о свойствах непредельных углеводородов: способности алкенов вступать в реакции присоединения, окисления, горения; изучение качественных реакций на непредельные углеводороды.

**Теория**

Этилен -  $C_2H_4$  является простейшим представителем непредельных углеводородов с одной двойной связью:  $CH_2=CH_2$ .

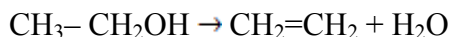
**Получение.**

1. В промышленности этилен выделяют из газов крекинга (расщепления) нефти. Важнейший способ получения этилена - дегидрирование этана над никелевым катализатором:



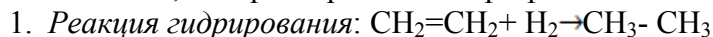
2. В лаборатории получают дегидратацией этилового спирта (отщепление воды). Воздействие водоотнимающих средств (конц.  $H_2SO_4$ ) на одноатомные спирты при

высокой температуре, приводит к отщеплению молекулы воды и образованию двойной связи:



В создании двойной связи между двумя атомами углерода участвуют две пары электронов, причем одна связь – прочная, а другая связь слабая, легко разрывается, что и объясняет ненасыщенный характер органических соединений с двойной связью и сказывается на их химических свойствах.

I. Так, для непредельных углеводородов ряда этилена характерны **реакции присоединения**, которые протекают с разрывом двойной связи.

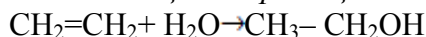


При взаимодействии с алкенами бромная вода обесцвечивается, поэтому реакция с бромной водой является **качественной** на непредельные углеводороды.



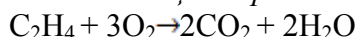
Присоединение галогеноводородов к алкенам происходит по **правилу Марковникова**: атом водорода присоединяется к более гидрированному атому углерода (при котором больше содержится атомов водорода), а галоген - к менее гидрированному атому углерода.

4. *Реакция гидратации:* этен, присоединяя воду, образует этиловый спирт.



## II. Реакции окисления

1. *Реакция горения:* алкены горят с образованием углекислого газа и воды.



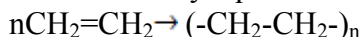
2. *Реакция окисления:* этилен окисляется водным раствором  $\text{KMnO}_4$  до этиленгликоля:



Реакция с  $\text{KMnO}_4$  является качественной реакцией на непредельные углеводороды, т.к. фиолетовый раствор перманганата калия в ходе реакции обесцвечивается.

## III. Реакции полимеризации.

7. *Реакция полимеризации* протекает за счет разрыва кратных связей, с образованием высокомолекулярного соединения (полимера).

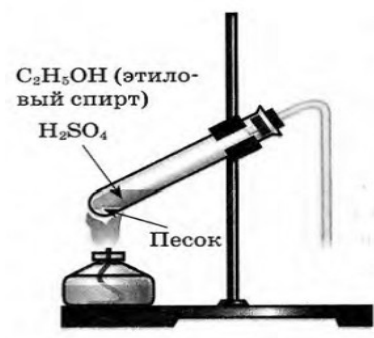


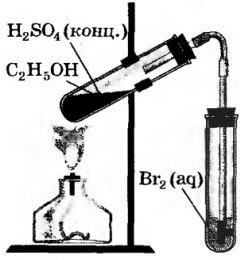
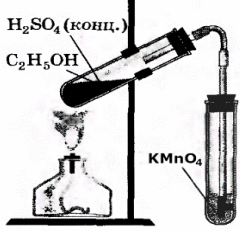
**Оборудование:** пробирки, пробка с газоотводной трубкой, штатив, спиртовая горелка, спички.

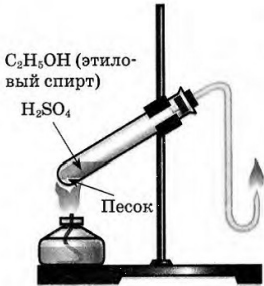
**Реактивы:**  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.), песок, бромная вода ( $\text{Br}_2$ ),  $\text{KMnO}_4$ .

### Ход работы

С правилами техники безопасности ознакомлен(а) и обязуюсь их выполнять.

№	Что делали?	Что наблюдали?	Уравнение реакции	Выводы
1	1. Получение этилена. В пробирку налили 1 мл этилового спирта и осторожно добавьте 6-9 мл концентрированной серной кислоты. Затем всыпали немного	 <p><math>\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}</math> (этиловый спирт) <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> Песок</p>	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ .	В ходе реакции концентрированная серная кислота забирает воду из спирта, в результате образуется этилен. Такую реакцию называют – реакция дегидратации.

	<p>прокаленного песка (чтобы предотвратить толчки жидкости при кипении). Закрыли пробирку пробкой с газоотводной трубкой, закрепили ее в штативе и осторожно нагрели содержимое пробирки.</p>	<p>В пробирке начинается выделяться газ - этилен.</p>		
2	<p>2.Изучение свойств этилена.</p> <p>В другую пробирку налили 2-3 мл бромной воды. Опустили газоотводную трубку первой пробирки до дна пробирки с бромной водой и пропускали через неё выделяющийся газ.</p>	 <p>При пропускании газа через бромную воду, происходит обесцвечивание бромной воды.</p>	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$	<p>В ходе реакции происходит окисление этилена бромной водой по двойной связи.</p> <p>Обесцвечивание водного раствора бромной воды – качественная реакция на алкены!</p>
3	<p>В третью пробирку налили 2-3 мл разбавленного раствора <math>\text{KMnO}_4</math>, подкисленного серной кислотой, и пропустили через него газ - этилен</p>	 <p>При пропускании газа через подкисленный раствор <math>\text{KMnO}_4</math>, происходит обесцвечивание раствора <math>\text{KMnO}_4</math>.</p>	$3\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = 3\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} + 2\text{KOH} + 2\text{MnO}_2$ <p>реакция Вагнера</p> <p>Жесткое окисление:</p> $5\text{C}_2\text{H}_4 + 12\text{KMnO}_4 + 18\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{CO}_2 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{MnSO}_4 + 28\text{H}_2\text{O}$	<p>В ходе реакции происходит окисление этилена подкисленным раствором перманганата калия.</p> <p>Обесцвечивание водного раствора перманганата – качественная реакция на алкены!</p>

4	Выделяющийся газ первой пробирки подожгли.	 <p>Этилен на воздухе горит ярким светящимся пламенем.</p>	$\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$	Этилен горит ярким светящимся пламенем, что доказывает наличие кратных связей.
---	--	---	--	--

**Общий вывод:** на данной лабораторной работе мы научились получать в лаборатории этилен реакцией дегидратации спиртов; изучили химические свойства этилена, а именно, действие этилена на бромную воду и подкисленный раствор перманганата калия.

#### Вопросы и задания

1. В чем различие между  $\sigma$ - и  $\pi$ - связями в молекуле этилена?
2. Почему этилен относится к непредельным углеводородам?
3. Какие реакции называются: а) гидрированием; б) дегидрированием; в) полимеризацией?
4. Какие реакции являются качественными реакциями на непредельные углеводороды?
5. Что общее и в чем отличие химических свойств метана (алкан) и этилена (алкен)?

### Тема 4.3. Органические вещества в жизнедеятельности человека.

#### Производство и применение органических веществ в промышленности

**Практико-ориентированные задания** по составлению химических реакций с участием органических веществ, используемых для их идентификации в быту и промышленности.

#### Молочная кислота

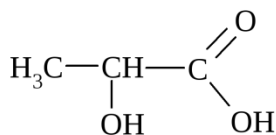
Промежуточным продуктом обмена у теплокровных животных является молочная кислота. Запах этой кислоты кровососущие насекомые улавливают на значительном расстоянии.

#### Задание

1. Почему насекомые (комары) быстро находят свою жертву?
2. Установите формулу молочной кислоты, которая помогает насекомым находить теплокровных животных, если массовые доли элементов в ней составляют: углерода – 40,00%, водорода – 6,67%, кислорода – 53,33%.
3. Составьте структурную формулу молочной кислоты. Назовите кислоту по номенклатуре ИЮПАК.
4. На основании строения молочной кислоты сделайте вывод о ее химических свойствах.

**Эталон ответа:** 1. Для комаров при выборе «жертвы» имеет значение запах человека и температура его тела. Молочная кислота – одно из самых привлекательных соединений из пота для комаров,

2.  $C_3H_6O_3$



3.

2-гидроксипропановая кислота

4. Проявляет свойства одноатомного спирта; карбоновых кислот.

### Ацетилен

Одним из самых распространенных способов сварки плавлением является газовая сварка, которая производится с образованием газового пламени в каналах сварочной горелки. Образование газосварочного пламени невозможно без газа ацетилена. Технический ацетилен получают из карбида кальция.

#### Задание

1. Объясните, какой физический показатель позволяет использовать ацетилен для сварочных работ;
2. Составьте уравнение реакции получения ацетилена;
3. Составьте уравнение реакции горения ацетилена;
4. Вычислите объём ацетилена полученного из карбида кальция массой 128 г, содержащего 5% примесей, если выход ацетилена составляет 80% от теоретически возможного.

**Эталон ответа:** 1. Она обладает двумя слабыми водородными связями и высокоэнергичной тройной связью между атомами углерода. Именно эти свойства позволили использовать газ при проведении сварочной технологии.

2.  $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$
3.  $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$
4. 34,05 л

### Бензойная кислота

Клюква и брусника могут очень долго храниться в свежем виде без сахара, так как этому способствует наличие в них прекрасного консерванта – бензойной кислоты.

**Задание:** Установите молекулярную формулу кислоты, если массовые доли элементов в ней составляют: углерода – 68,85%, водорода – 4,92%, кислорода – 26,23% ( $M = 122$  г/моль).

**Эталон ответа:**  $C_7H_6O_2$

## Раздел 5

### Тема 5.1. Кинетические закономерности протекания химических реакций

1. Лабораторная работа №4 на выбор:
  - «Определение зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ»;
  - «Определение зависимости скорости реакции от температуры».

Лабораторная работа №4

Тема: Скорость химической реакции

Определение зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ

Опыт 1. Зависимость скорости реакции от концентрации химических веществ.

Цель работы: На основании реакции взаимодействия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  с  $\text{H}_2\text{SO}_4$  исследовать влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции.



Реактивы и материалы: раствор тиосульфата натрия, вода, раствор серной кислоты.

Оборудование: три сухих колбы, секундомер.

Ход работы:

Приготовили три сухих пронумерованных колбы. В первую внесли 5 мл раствора тиосульфата натрия и 10 мл; во вторую – 10 мл тиосульфата натрия и 5 мл воды; в третью – 15 мл тиосульфата натрия.

Затем в колбу №1 вносили 5 мл 4 % - ного раствора серной кислоты, одновременно включали секундомер: встряхивая колбу, следили за появлением мути в колбе, держа ее на уровне глаз. При появлении малейшей мути останавливали секундомер, отмечали время. Провели еще ряд аналогичных опытов.

Результаты опытов занесли в таблицу 1.

Таблица №1.

№ пробирки	Количество раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (мл)	Количество $\text{H}_2\text{O}$ (мл)	Количество раствора $\text{H}_2\text{SO}_4$ (мл)	Время реакции t, с	Относительная скорость реакции $V = 1/t$ $\text{с}^{-1}$
1	5	10	5	160	
2	10	5	5	130	
3	15	-	5	20	

По полученным данным построим график 1 зависимости скорости реакции от повышения концентрации раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (мл).

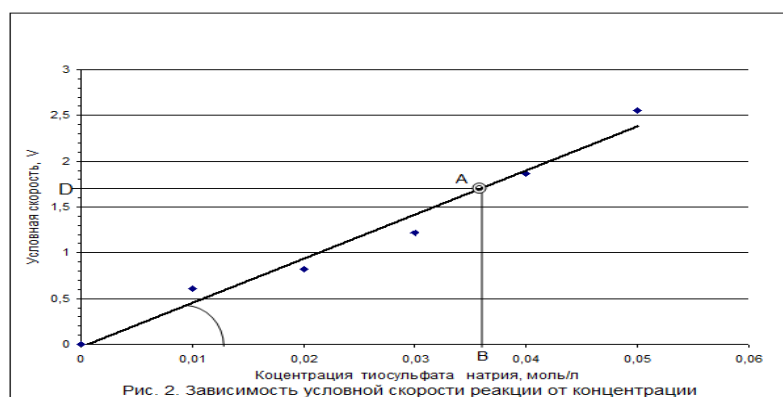


График 1

**Вывод:**

С увеличением концентрации раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и уменьшением  $\text{H}_2\text{O}$  относительная скорость реакции возрастает.

Опыт 2. Зависимость скорости реакции от температуры

Цель работы: Найти зависимость скорости реакции смеси растворов от температуры.

Реактивы и материалы: раствор тиосульфата натрия, раствор серной кислоты.

Оборудование: две большие пробирки, мерная колба, водяная баня, термометр, секундомер.

Ход работы:

Зависимость скорости реакции от температуры можно наблюдать на той же системе



Для опыта были взяты две большие пробирки. В одну из них мы налили 10 мл раствора тиосульфата натрия, в другую – 10 мл 4% - ного раствора серной кислоты.

Записали комнатную температуру. Слили содержимое пробирок в колбу, одновременно включив секундомер и остановив его при появлении слабой, едва заметной мути.

Повторили опыт дважды с тем же количеством тиосульфата натрия и серной кислоты, предварительно нагрев пробирку с раствором на водяной бане до температуры на 10 и 20 С выше комнатной. За температурой следили по термометру, опущенному в пробирку с раствором соли.

Результаты опытов записаны в таблице №2.

По полученным данным построен график 2 зависимости скорости реакции от температуры.

Таблица №2.

№ опыта	Температура опыта $t, C$	Количество раствора $Na_2S_2O_3$ (мл)	Количество раствора $H_2SO_4$ (мл)	Время помутнения раствора $t, c$	Относительная скорость реакции $V = 1/t$ $c^{-1}$	Температурный коэффициент $\gamma$
1		10	10	33	0,030	0,848
2		10	10	28	0,035	0,678
3		10	10	19	0,052	0,763

По полученным данным построен график 2 зависимости скорости реакции от температуры.



График 2

Вывод:

С увеличением температуры, скорость реакции увеличивается.

Опыт 3. Влияние поверхности раздела реагирующих веществ на скорость реакции в гетерогенной системе

Цель работы: Найти зависимость скорости реакции в гетерогенной системе под влиянием поверхности раздела реагирующих веществ.

Реактивы и материалы: мел, соляная кислота.

Оборудование: фильтровальная бумага, две пробирки, секундомер.

Ход работы:

Взяли два небольших одинаковых кусочка мела, приблизительно по 0,5 г. Один из них положили на кусочек фильтрованной бумаги и измельчили в порошок. В две пробирки налили по 5 мл разбавленной соляной кислоты и внесли в них одновременно навески мела: кусочек – в одну пробирку, порошок – в другую. Отметили время, которое потребовалось для полного растворения мела ( $t =$  , с).

Результат: В пробирке, куда положили не измельченный кусочек, реакция протекала гораздо медленнее чем в другой, куда поместили размельченный порошок. В первом случае соляной кислоте потребовалось больше времени, чтобы пропитать весь

мел. Реакция крайне нетребовательна. Идет при комнатной температуре. Необязательна сильная концентрация кислоты. Образуется соль и вода. Выделяется углекислый газ.

Уравнение реакции: мел -  $\text{CaCO}_3$  и соляная кислота –  $\text{HCl}$ .



Вывод:

Реакция в гетерогенной системе происходит тем быстрее, чем больше площадь соприкосновения реагирующих веществ.

Опыт 4. Влияние степени смешения реагирующих веществ на скорость гетерогенной химической реакции

Цель работы: Определить уровень влияния степени смешения реагирующих веществ на скорость гетерогенной химической реакции.

Реактивы и материалы: нитрат свинца(II), иодид калия.

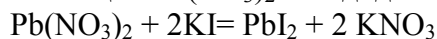
Оборудование: пестик, ступка, пипетка.

Ход работы:

В сухой ступке осторожно смешали, не растирая пестиком, несколько кристалликов нитрата свинца (II) и иодида калия. Окрас смеси не изменился. Затем энергично растерли кристаллы пестиком. Наблюдали изменение окраса на желтоватый оттенок. Добавили пипеткой к смеси несколько капель воды и еще раз растерли, смесь моментально окрасилась в ярко – желтый цвет.

Объяснение проведенному опыту в целом: На начало опыта в сухом и неизмельченном виде вещества плохо взаимодействовали, так как имели малую поверхность соприкосновения. Как только их начали толочь в одной ступке, реакция пошла немного лучше. После того, как добавили воду, растворенные вещества взаимодействовали полностью, в результате произошла полная реакция с образованием вещества с ярко-желтым цветом.

Уравнение реакции: нитрат свинца -  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и йодид калия -  $2\text{KI}$ .



Вывод: Реакция в гетерогенной системе происходит тем быстрее, чем больше смешение реагирующих веществ.

**2. Практико-ориентированные** теоретические задания на анализ факторов, влияющих на изменение скорости химической реакции

1. Предложите способы ускорения разложения бытовых отходов, используя изученные вами факторы, влияющие на скорость химической реакции. Ответ обоснуйте.

**Эталон ответа:** Сортировка (разные вещества разлагаются с различной скоростью);

Сжечь (влияние температуры), выделяющуюся при этом тепловую энергию используют, например для подогрева воды.

Измельчение (увеличение площади соприкосновения веществ).

2. Почему скорость реакции горения веществ в кислороде больше, чем в воздухе?

**Эталон ответа:** В воздухе кислорода всего 21%, соответственно в чистом  $\text{O}_2$  вещество сгорает быстрее.

3. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите все воздействия, которые приводят к уменьшению скорости реакции этилена с водородом.

1. Понижение температуры.

2. Увеличение концентрации этилена.

3. Использование катализатора.
4. Уменьшение концентрации водорода.
5. Повышение давления в системе.

**Эталон ответа:**14

4. Из предложенного перечня выберите все пары веществ, скорость реакции в каждой из которых не зависит от увеличения площади поверхности соприкосновения реагентов.

1. Фосфор и кислород.
2. Кислород и оксид азота (II).
3. Сера и водород.
4. Магний и азотная кислота.
5. Водород и кислород.

**Эталон ответа:**25

5. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите все воздействия, которые не влияют на скорость реакции цинка с соляной кислотой.

1. Изменение концентрации кислоты.
2. Изменение концентрации водорода.
3. Изменение температуры.
4. Изменение давления.
5. Изменение площади поверхности соприкосновения реагентов.

**Эталон ответа:**24

6. Из предложенного перечня внешних воздействий выберите все воздействия, которые приводят к увеличению скорости реакции гидролиза 1-бромпропана.

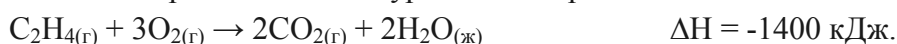
1. Добавление кислоты.
2. Понижение концентрации 1-бромпропана.
3. Повышение температуры.
4. Повышение концентрации 1-бромпропана.
5. Повышение концентрации пропанола.

**Эталон ответа:**34

### **Тема 5.2. Термодинамические закономерности протекания химических реакций. Равновесие химических реакций**

**1. Задачи** на расчеты тепловых эффектов химических реакций и определение типа реакции (по тепловому эффекту: экзо- и эндотермические).

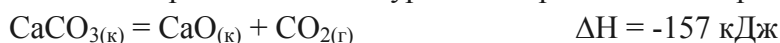
1. Термохимическое уравнение горения этена:



Сколько теплоты выделилось при горении, если в реакцию вступило 22,4 л кислорода?

**Эталон ответа:** 466,7 кДж

2. Термохимическое уравнение разложения карбоната кальция:



Сколько теплоты нужно затратить на разложение 1 кг карбоната кальция?

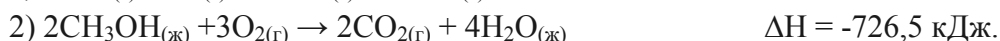
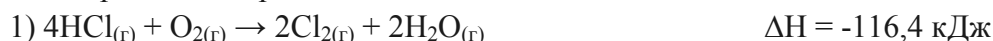
**Эталон ответа:** 1570 кДж

3. Укажите, какие из уравнений соответствуют экзотермическим, а какие – эндотермическим реакциям:



**Эталон ответа:** 1-экзотермическая; 2 – эндотермическая

4. Укажите, какие из уравнений соответствуют экзотермическим, а какие – эндотермическим реакциям:



**Эталон ответа:** 1 и 2 –экзотермические

5. Рассчитайте теплоту превращения 2 моль черного фосфора в белый (стандартные условия), если энтальпия сгорания белого фосфора – 760,1 кДж/моль, черного фосфора – 722,1 кДж/моль.

**Эталон ответа:** 76 кДж/моль

**2. Практико-ориентированные задания** на применение принципа Ле-Шателье для нахождения направления смещения равновесия химической реакции и анализ факторов, влияющих на смещение химического равновесия.

1) Установите соответствие между фактором и смещением равновесия для реакции, уравнение которой  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{г}) + \text{Q}$

Фактор	Положение равновесия
А) Повышение давления Б) Увеличение температуры В) Увеличение концентрации $\text{C}_2\text{H}_4$ Г) Уменьшение концентрации $\text{C}_2\text{H}_6$ Д) Применение катализатора	1) Сместится вправо 2) Сместится влево 3) Не изменится

**Эталон ответа:**

А	Б	В	Г	Д
1	2	1	1	3

1. Фактор, не влияющий на скорость химической реакции:

- 1) Давление
- 2) Катализатор
- 3) Концентрация
- 4) Форма сосуда, в котором протекает реакция

2. Фактор, влияющий на смещение химического равновесия:

- 1) Вид химической связи
- 2) Катализатор
- 3) Природа реагирующих веществ
- 4) Температура

3. С увеличением концентрации азота в 2 раза скорость прямой реакции, уравнение которой  $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NO}(\text{г})$

- 1) Не изменится
- 2) Увеличится в 2 раза
- 3) Увеличится в 4 раза
- 4) Уменьшится в 4 раза

4. С увеличением давления в 5 раз скорость прямой реакции, уравнение которой  $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$ , увеличится в:

- 1) 5 раз
- 2) 25 раз
- 3) 75 раз
- 4) 125 раз

5. При повышении температуры на  $10^\circ\text{C}$  (температурный коэффициент равен 2) скорость химической реакции увеличивается:

- 1) в 2 раза
- 2) в 4 раза
- 3) в 8 раз
- 4) в 16 раз

6. С увеличением давления равновесие обратимой реакции, уравнение которой  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г})$

- 1) Не изменится
- 2) Сместится в сторону продуктов реакции
- 3) Сместится в сторону исходных веществ

7. Для смещения химического равновесия обратимой реакции  $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{г}) + \text{Q}$  в сторону исходных веществ необходимо:

- 1) Увеличить давление
- 2) Повысить температуру
- 3) Понизить температуру
- 4) Ввести катализатор

8. Максимальная скорость химической реакции при взаимодействии веществ, формулы которых

- 1)  $\text{Zn}(\text{гранулы}) + \text{HCl}$
- 2)  $\text{Zn}(\text{пыль}) + \text{HCl}$
- 3)  $\text{Pb} + \text{HCl}$
- 4)  $\text{Fe} + \text{HCl}$

9. Повышение температуры смещает химическое равновесие вправо в обратимой реакции, уравнение которой:

- 1)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$
- 2)  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Q}$
- 3)  $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2 + \text{Q}$
- 4)  $\text{C}_4\text{H}_{10} \leftrightarrow \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2 - \text{Q}$

**Эталон ответа:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	4	2	4	1	2	2	2	4

### 3. Лабораторная работа №5. «Изучение влияния различных факторов на смещение химического равновесия»

**Цель работы:** изучение влияния различных факторов на химическое равновесие.

#### Теоретическое введение

Привести определение химического равновесия; признаки истинного химического равновесия; понятие константы химического равновесия ( $K_c$ ); примеры химического равновесия и константы химического равновесия; факторы, влияющие на величину константы равновесия; формулу, связывающую константу равновесия с изменением энергии Гиббса реакции; принцип Ле-Шателье и примеры смещения положения равновесия химической реакции при изменении температуры, давления, концентрации.

#### Экспериментальная часть

I. Влияние концентраций веществ на химическое равновесие.

**Опыт 1.** В обратимой реакции между хлоридом железа (III) и роданидом аммония  $FeCl_3 + 3KCNS \leftrightarrow Fe(CNS)_3 + 3KCl$

все вещества не окрашены за исключением роданида железа(III), имеющего красную окраску. По изменению интенсивности окраски можно судить об изменении концентрации  $Fe(CNS)_3$ , т.е. о смещении равновесия в ту или иную сторону.

В 4 пробирки, помещённые в штатив, внесите по 1 капле 0,005н раствора  $FeCl_3$  и по 5 капель 0,0025н раствора  $KCNS$ . Добавьте в каждую пробирку дистиллированной воды до половины объёма пробирки. При необходимости перемешайте содержимое пробирок встряхиванием.

В 1-ю пробирку добавьте 2 капли 0,5н раствора  $FeCl_3$ . Сравните с интенсивностью окраски раствора в 4-й пробирке и сделайте вывод о направлении смещения химического равновесия. При недостаточно выраженном изменении добавьте дополнительно несколько капель 0,5н раствора  $FeCl_3$ .

Во 2-ю пробирку добавьте 2 капли 0,5н раствора  $KCNS$ .

Сравните с интенсивностью окраски раствора: а) в 4-й пробирке и сделайте вывод о направлении смещения химического равновесия; б) в 1-й пробирке и сделайте вывод об относительном влиянии хлорида железа и роданида калия на направление смещение положения химического равновесия.

В 3-ю пробирку внесите микрошпатель кристаллов хлорида калия и встряхните пробирку. Сравните с интенсивностью окраски раствора в 4-й пробирке и сделайте вывод о направлении смещения химического равновесия. При недостаточно выраженном изменении добавьте дополнительно кристаллы хлорида калия. Результаты опыта занесите в таблицу 5.1

Таблица 1 Экспериментальные данные

Номер пробирки	Добавленный реагент	Изменение интенсивности окраски	Направление смещения равновесия
	$FeCl_3$		
	$KCNS$		
	$KCl$		
	—		

Запишите выражение константы равновесия реакции.

**Опыт 2.** В растворах, содержащих соединения шестивалентного хрома, существует равновесие реакции



хромат калия (желтый)      дихромат калия (оранжевый)

Хромат-ион окрашен в жёлтый цвет, а дихромат-ион – в оранжевый. Положение равновесия реакции зависит от кислотности среды, т.к. хромат калия устойчив в щёлочной среде, а дихромат калия – в кислой.

Внесите в пробирку 5 капель 10 % раствора дихромата калия. Затем добавляйте по каплям 20% раствор NaOH до изменения окраски раствора в пробирке. Происходит реакция



Затем к жёлтому раствору хроматов добавьте по каплям концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  до перехода окраски в оранжевую. Изменение окраски этого же раствора можно наблюдать несколько раз, добавляя последовательно щёлочь и кислоту. Результаты опыта занесите в табл. 5.2.

**Таблица 2 Экспериментальные данные**

Добавленный реагент	Окраска раствора	Направление смещения равновесия
NaOH		
$\text{H}_2\text{SO}_4$		

Запишите выражение константы равновесия.

II. Влияние температуры на химическое равновесие.

**Опыт 3.** Аммиак хорошо растворим в воде, при этом образуется молекулярное соединение  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , которое принято записывать в форме  $\text{NH}_4\text{OH}$ , диссоциирующее как слабое основание по уравнению



Процесс является экзотермическим, следовательно, при повышении температуры концентрация гидроксид-ионов в растворе будет уменьшаться, и, наоборот, при понижении температуры концентрация гидроксид-ионов будет расти.

В коническую колбу вместимостью 50 мл налейте ~10 мл дистиллированной воды, добавьте по 1 капле концентрированного раствора аммиака и раствора фенолфталеина. Отметьте окраску раствора. Нагрейте раствор в колбе на электрической плитке. Наблюдайте за изменением окраски раствора. Охладите раствор в колбе водой из-под крана. Как при этом меняется окраска раствора?

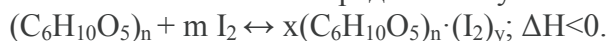
Данные опыта занесите в табл. 5.3

**Таблица 3 Экспериментальные данные**

Изменение температуры	Окраска раствора	Направление смещения равновесия
Нагрев		
Охлаждение		

Запишите выражение константы равновесия.

**Опыт 4.** При взаимодействии йода с крахмалом образуется соединение включения (клатратное соединение) переменного состава синего цвета – йодо-крахмал. Реакция обратима. Равновесие можно представить условной схемой



Прямая реакция является экзотермической, следовательно, при повышении температуры равновесие будет смещаться влево, концентрация йодо-крахмала уменьшаться и окраска будет ослабевать, а при охлаждении, напротив, усиливаться.

Возьмите две пробирки. В каждую пробирку внесите 2–5 мл дистиллированной воды, 1 каплю раствора крахмала и 1 каплю 0,1 н раствора йода. Как изменился цвет растворов в пробирках?

Одну из пробирок поставьте в штатив, оставив для сравнения. Другую пробирку закрепите в держателе и нагрейте на электрической плитке. Сравните окраски растворов в

обеих пробирках. Охладите раствор во 2-й пробирке водой из-под крана. Отметьте изменение окраски раствора.

Данные опыта занесите в табл. 5.4

**Таблица 4 Экспериментальные данные**

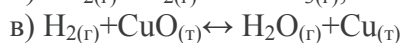
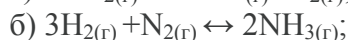
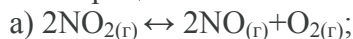
Изменение температуры	Окраска раствора	Направление смещения равновесия
Нагрев		
Охлаждение		

Запишите выражение константы равновесия реакции.

**Выводы.** Отметьте влияние изменения концентрации реагентов и температуры на направление смещения положения химического равновесия.

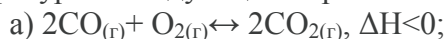
**Контрольные вопросы**

1. Напишите уравнение константы равновесия для каждого из следующих обратимых процессов:



Как сместится положение равновесие в каждом случае при увеличении давления?

2. В каком направлении сместится положение равновесия при повышении температуры в следующих обратимых реакциях:



3. Рассмотрите равновесную систему



Какое влияние на положение равновесия окажет:

а) добавление  $\text{CO}_{2(\text{г})}$ , б) добавление  $\text{C}_{(\text{т})}$ , в) подвод теплоты, г) сжатие системы, д) введение катализатора, е) удаление  $\text{CO}_{(\text{г})}$ ?

## Раздел 6

### Тема 6.1. Дисперсные системы и факторы их устойчивости

**1. Задачи** на приготовление растворов.

1. Сколько грамм сульфата натрия и воды нужно для приготовления 300 г 5% раствора?

**Эталон ответа:** 15г сульфата натрия и 285г воды

2. Какую массу хромата калия  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  нужно взять для приготовления 1,2 л 0,1 М раствора?

**Эталон ответа:** 23,28 г

3. Рассчитайте молярность и нормальность 70%-ного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,615 \text{ г/мл}$ ).

**Эталон ответа:**  $C_m = 11,53\text{М}$ ;  $C_n = 23,06\text{Н}$

4. Упарили 60 г 5%-ного раствора сульфата меди до 50 г. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

**Эталон ответа:** 6% или 0,06

5. Сколько граммов хлористого калия надо растворить в 90 г 8%-ного раствора этой соли, чтобы полученный раствор стал 10%-ным?

**Эталон ответа:** 2 г

6. Определите массу 3%-ного раствора пероксида водорода, который можно получить разбавлением водой 50 г его 30%-ного раствора.

**Эталон ответа:** 500 г

7. Определите, сколько граммов вещества нужно для приготовления 25 мл 10 М раствора гидроксида натрия.

**Эталон ответа:** 10 г

8. Определите, сколько г воды необходимо прибавить к 45 г раствора NaOH ( $\omega=6\%$ ), чтобы получить конечный раствор с массовой долей 1%.

**Эталон ответа:** 267,3 г

9. Определите массовую долю вещества в растворе, который был получен прибавлением 175 г KCl ( $\omega=20\%$ ) к 1000 г воды.

**Эталон ответа:** 46,7%

10. Определите массовую долю вещества в растворе, который был получен прибавлением 30 г Na<sub>2</sub>CO<sub>4</sub> к 1000 г воды.

**Эталон ответа:** 0,029 или 2,9%

**2. Практико-ориентированные** расчетные задания на дисперсные системы, используемые в бытовой и производственной деятельности человека.

### **Гипохлорит калия**

При стирке грязных вещей хозяйки пользуются хлорсодержащим отбеливателем.

#### **Задание:**

- 1) Что при этом происходит?
- 2) Какое вещество проявляет отбеливающие свойства?
- 3) Напишите реакцию разложения гипохлорита калия на воздухе при действии углекислого газа.
- 4) Напишите реакцию получения гипохлорита калия из хлора и гидроксида калия.

**Эталон ответа:** 1)  $2\text{KClO} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{O}_2\uparrow$

2) O<sub>2</sub>

3)  $2\text{KClO} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{O}_2\uparrow$

4)  $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$

1. В реанимацию попадают больные, потерявшие много крови. В этих случаях используют 0,85%-й раствор поваренной соли ( $\rho = 1$  г/мл), который называется физиологическим раствором.

**Задание:** Представьте, что вы медсестра реанимационного отделения и должны срочно приготовить 800 мл такого раствора. Как вы на месте медсестры приготовили бы такой раствор?

**Эталон ответа:** растворить 6,8 г соли в 793,2 мл воды.

2. Фармацевту необходимо приготовить 5%-ный раствор иода, который используют для обработки ран. Какой объем раствора он может приготовить из 10 г кристаллического иода, если плотность раствора должна быть 0,950г/мл?

#### **Вопросы:**

- 1) Какую формулу имеет кристаллический иод?
- 2) Что значит «приготовить раствор»?
- 3) Сделайте по условию задачи необходимые расчеты для приготовления раствора.

**Эталон ответа:** 1) I<sub>2</sub>

2) Определить процентное содержание по весу или объему раствора; Определить объем раствора; Определить массу вещества; Взвесить вещество; Растворить вещество в необходимом количестве жидкости.

3)  $m_{(р-ра)} = (10 \cdot 100) / 5 = 200$  г;

$$V_{(p-ра)} = m_{(p-ра)} / \rho = 200 / 0,950 = 210,5 \text{ мл.}$$

3. При ожогах кожи фосфором ее обильно смачивают 5%-м раствором сульфата меди (II). Представьте, что вы старший фармацевт и должны дать лаборанту задание приготовить 500 мл такого раствора. Составьте инструкцию приготовления раствора.

**Эталон ответа:** 25 г  $\text{CuSO}_4$  растворить в 475 мл воды.

4. В больнице для промывания горла пациенту назначили 0,5%-й раствор перманганата калия, а в наличии оказался только 6%-й раствор этого вещества. Сколько воды и 6%-го раствора потребуется, чтобы приготовить 1 кг 0,5%-го раствора перманганата калия?

**Эталон ответа:** 917 г воды и 83 г 6%-го раствора.

5. Представьте, что вы фармацевт и должны приготовить раствор Люголя, применяющийся в лор-практике для смазывания слизистой оболочки полости рта и горла. Массовые доли йода и йодида калия в растворе Люголя должны быть соответственно 0,05% и 0,1%. Сколько граммов йода и йодида калия надо взять, если объем воды 17 мл?

**Эталон ответа:** 0,01 г йода и 0,02 г йодида калия.

## Тема 6.2 Исследование свойств дисперсных систем

Лабораторная работа №6 (на выбор):

- Приготовление растворов;
- Исследование дисперсных систем.

Цель: научиться определять концентрацию раствора, исходя из количеств компонентов; готовить растворы заданной концентрации.

Обучающийся должен знать: - способы выражения концентрации растворов.

Обучающийся должен уметь: - проводить расчеты по нахождению определенной концентрации р-ра.

Оборудование: технические весы, стакан, стеклянная палочка, мерный цилиндр, мерная колба на 100 мл.

- Реактивы: соль хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ ), пищевая сода ( $\text{NaHCO}_3$ ), дистиллированная вода.

Теоретическое введение

Растворами называют гомогенные смеси, состоящие из двух или более компонентов.

Растворитель – это компонент раствора, агрегатное состояние которого не изменяется при образовании раствора, или содержимое которого преобладает над содержанием других компонентов. Компонентами раствора являются: растворитель и растворенное вещество.

Однако иногда трудно сказать, вещество является растворителем или растворенным веществом, особенно когда оба вещества взаимно растворяются друг в друге в неограниченном количестве (как спирт и вода). В таких случаях растворителем называют то вещество, которого в растворе больше.

Раствор, в котором данное вещество при данной температуре больше не растворяется, называют насыщенным.

Понятно, что раствор, в котором содержится меньше растворенного вещества, чем в насыщенном, называют ненасыщенным. Некоторые вещества способны образовывать пересыщенные растворы. Однако это довольно нестабильные жидкости: если их встряхнуть или потереть стеклянной палочкой о внутреннюю стенку сосуда, избыток растворенного вещества выпадает в осадок.

Содержание вещества в насыщенном растворе может служить мерой его растворимости. Как правило, растворимость (или коэффициент растворимости) выражают в граммах вещества в 100 г растворителя (например, воды). Если растворимость превышает 1 г в 100 г воды, вещество считается растворимым, от 0,1 до 1,0 г – малорастворимым. Вещества растворимостью менее 0,1 г в 100 г воды условно называют нерастворимыми.

По отношению к растворам часто употребляют термины «концентрированный» и «разбавленный». Понятия эти весьма относительные. Если раствор содержит большое количество растворенного вещества, его называют концентрированным. Раствор с небольшим содержанием растворенного вещества называют разбавленным. Как правило, концентрированными или разбавленными называют растворы хорошо растворимых в растворителе веществ.

Твердые вещества, которые в своем составе содержат молекулы воды, называют кристаллогидратами. Например,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

Содержание растворенного вещества в растворе называют концентрацией.

Массовой долей растворенного вещества ( $\omega_B$ ) называют отношение массы

$$\omega_B = \frac{m_B}{m_{p-ра}} \cdot 100\% \quad (1)$$

растворенного вещества ( $\omega_B$ ) к массе раствора ( $m_{p-ра}$ ):

Это понятие аналогично массовой доле вещества в любой смеси, как гетерогенной, так и гомогенной. Массовую долю растворенного вещества выражают в процентах (от 0 до 100 %) или долях единицы (от 0 до 1).

Очевидно, что масса раствора  $m_{p-ра}$  складывается из массы растворителя  $m_{p-ля}$  и массы растворенного вещества  $m_B$ :

$$m_{p-ра} = m_B + m_{p-ля} \quad (2)$$

Отмерять жидкости взвешиванием не очень удобно, гораздо проще отмерять нужный объем. Чтобы рассчитать массу известного объема  $V$  раствора, необходимо знать его плотность  $\rho$ :

$$m_{p-ра} = V \cdot \rho \quad (3)$$

Как правило, плотность раствора измеряют в граммах на миллилитр (г/мл) или граммах на кубический сантиметр (г/см<sup>3</sup>), причем численно эти значения равны, поскольку 1 мл – это объем, равный 1 см<sup>3</sup>. Необходимо помнить, что плотность чистой воды равна 1 г/мл.

Другим вариантом оценки концентрации раствора является молярная концентрация.

Молярная концентрация – количество растворённого вещества (число молей) в единице объёма раствора. Молярная концентрация в системе СИ измеряется в моль/м<sup>3</sup>, однако на практике её гораздо чаще выражают в моль/л или ммоль/л. Также распространено выражение в «молярности». Возможно другое обозначение молярной концентрации  $C_M$ , которое принято обозначать  $M$ . Так, раствор с концентрацией 0,5 моль/л называют 0,5-молярным (0,5M).

$$C_M = \frac{\nu}{V_{p-ра}} \quad (4)$$

Расчет молярной концентрации осуществляют по формуле:

где  $\nu$  – количество растворенного вещества, моль;

$V$  – общий объём раствора, л.

### Вопросы для закрепления теоретического материала к лабораторной работе

1. Что называется раствором?
2. Что называется растворителем?
3. Что такое концентрированный раствор? Что такое насыщенный раствор?

### Задания для лабораторного занятия:

1. Выполнить предложенные задания.
2. Результаты расчета при приготовлении растворов записать в таблицу 1.
3. Ответить на вопросы для контроля.

4. Отчитаться о выполненной работе преподавателю.

### Задание 1

Вариант 1	Вариант 2
Приготовить 80 г 10% раствора поваренной соли.	Приготовить 40 г 5% раствора поваренной соли.

#### Порядок выполнения задания

1. Рассчитайте массу растворенного вещества и растворителя.
  1. На весах взвесьте нужное количество растворенного вещества.
  2. Мерным цилиндром отмерьте нужный объем воды, считая, что плотность воды равна 1 г/мл.
  3. Пересыпьте растворяемое вещество в стакан, прилейте воду, размешайте до полного растворения вещества.
  4. Записываем результаты расчета для приготовления раствора в таблицу 1.

### Задание 2

Вариант 1	Вариант 2
Приготовить раствор объемом 100 мл пищевой соды, если молярная концентрация равна 0,1 моль/л.	Приготовить раствор объемом 100 мл пищевой соды, если молярная концентрация раствора 0,2 моль/л.

#### Порядок выполнения задания

1. Рассчитайте массу растворенного вещества.
  1. На весах взвесьте нужное количество растворенного вещества.
  2. В мерную колбу на 100 мл всыпаем расчетное количество вещества.
  3. Доводим дистиллированной водой до 100 мл.
  4. Перемешиваем до полного растворения вещества.
  5. Записываем результаты расчета для приготовления раствора в таблицу 1.
  6. Отчитаться о выполненной работе преподавателю.

Таблица 1

Расчет растворенного вещества и растворителя для приготовления раствора заданной концентрации

№ задания	Дано	Расчет по формуле		
Вариант				
1	$\omega (\%) =$ $\rho_{р-ля} = 1 \text{ г/см}^3$	$m_B =$		$m_B = \frac{\omega_B \cdot m_{р-ра}}{100}$
		$m_{р-ля} =$		$m_{р-ля} = m_{р-ра} - m_B$
		$V_{р-ля} =$		$V_{р-ля} = \frac{m_{р-ля}}{\rho_{р-ля}}$
2	$C_M =$ $V_{р-ра} = 100 \text{ мл}$	$m_B =$		$v = C_M \cdot V_{р-ра}$ $m_B = v M,$ где M – молярная масса вещества

#### Вопросы для контроля

1. Что такое растворимость?
2. Что такое концентрация растворов?
3. Что такое массовая доля растворенного вещества?
4. Что такое молярная концентрация?

Где можно применить полученные знания?

Например:

1. Приготовить физиологический раствор

Физиологический раствор – это водный раствор хлорида натрия с массовой долей ( $\omega$ ) NaCl  $\approx 0,9 \%$ . Называется данный раствор физиологическим потому, что по составу он почти соответствует плазме крови человека. Его применяют для промывания носа при

простудных заболеваниях, промывания контактных линз, ингаляций при заболевании органов дыхания.

2. Приготовить раствор пищевой соды ( $\text{NaHCO}_3$ ) 0,5 – 2 % раствор пищевой соды применяется при ринитах, стоматитах, конъюнктивитах, лорингитах.

Решите задачи:

Вариант 1. Рассчитайте массу поваренной соли ( $\text{NaCl}$ ) и массу воды, которые необходимо взять для приготовления 500 г. физиологического раствора ( $\omega(\text{NaCl}) = 0,9 \%$ ). Какая среда водного раствора?

Вариант 2. Рассчитайте массу пищевой соды ( $\text{NaHCO}_3$ ) и массу воды, которые необходимо взять для приготовления 250 г. 2 % раствора. Какая среда водного раствора?

### Дисперсные системы

**Цель:** получить дисперсные системы и исследовать их свойства, научиться готовить суспензию и эмульсию; решать задачи на определение массовой доли компонентов смеси и примесей.

**Оборудование:** карбонат кальция, масло, вода, химический стакан, стеклянные палочки, мука, желатин, фонарик.

### Теоретические сведения

Чистые вещества в природе встречаются очень редко, чаще всего встречаются смеси. Смеси разных веществ в различных агрегатных состояниях могут образовывать гомогенные (растворы) и гетерогенные (дисперсные) системы.

Дисперсными называют гетерогенные системы, в которых одно вещество - дисперсная фаза (их может быть несколько) в виде очень мелких частиц равномерно распределено в объеме другого - дисперсионной среде.

Среда и фазы находятся в разных агрегатных состояниях – твердом, жидком и газообразном. По величине частиц веществ, составляющих дисперсную фазу, дисперсные системы делятся 2 группы:

- грубодисперсные (взвеси) с размерами частиц более 100 нм. Это непрозрачные системы, в которых фаза и среда легко разделяются отстаиванием или фильтрованием. Это эмульсии, суспензии, аэрозоли.
- тонкодисперсные - с размерами частиц от 100 до 1 нм. Фаза и среда в таких системах отстаиванием разделяются с трудом. Это золи (коллоидные растворы «клееподобные») и гели (студни).

Коллоидные системы прозрачны и внешне похожи на истинные растворы, но отличаются от последних по образующейся «светящейся дорожке» – конусу при пропускании через них луча света. Это явление называют эффектом Тиндаля.

При определенных условиях в коллоидном растворе может начаться процесс коагуляции. Коагуляция – явление слипания коллоидных частиц и выпадения их в осадок. При этом коллоидный раствор превращается в суспензию или гель.

Гели или студни представляют собой студенистые осадки, образующиеся при коагуляции зелей. Со временем структура гелей нарушается (отслаивается) – из них выделяется вода. Это явление синерезиса. Посмотрите учебный фильм «Дисперсные системы» используя ссылку <https://youtu.be/LVFLbTowgsY> или qr-код

### Ход работы

Начертите таблицу для оформления опытов.



Название опыта	Наблюдения	Выводы

**Задание 1. Приготовление суспензии карбоната кальция в воде и изучение ее свойств.**

В стеклянную пробирку влить 4-5 мл воды и всыпать 1-2 ложечки карбоната кальция. Пробирку закрыть резиновой пробкой и встряхнуть пробирку несколько раз. В наблюдениях отметьте внешний вид и видимость частиц, способность осаждаться и способность к коагуляции.

Ссылка и qr-код для просмотра видеоопыта <https://youtu.be/8n7UFzWQ-wI>



### **Задание 2. Приготовление эмульсии масла в воде и изучение ее свойств.**

В стеклянную пробирку влить 4-5 мл воды и 1-2 мл масла, закрыть резиновой пробкой и встряхнуть пробирку несколько раз. В наблюдениях отметьте внешний вид и видимость частиц, способность осаждаться и способность к коагуляции.

Ссылка и qr-код для просмотра видеоопыта <https://youtu.be/8n7UFzWQ-wI>



### **Задание 3. Приготовление коллоидного раствора и изучение его свойств.**

В стеклянный стакан с горячей водой внести 1-2 ложечки муки (или желатина), тщательно перемешать. Пропустить через раствор луч света фонарика на фоне темной бумаги. В наблюдениях отметьте внешний вид и видимость частиц, способность осаждаться и способность к коагуляции. Наблюдается ли эффект Тиндаля?

Ссылка и qr-код для просмотра видеоопыта <https://youtu.be/pCrD2Zs9Ipg>



### **Общий вывод:**

#### **Контрольные задания**

Решите тест

1. Дисперсная система это:

а) гомогенная система б) гетерогенная система в) верно а и б

2. Туману соответствует дисперсная система: а) ж/г б) ж/ж в) г/ж

3. Нефти соответствует дисперсная система: а) ж/г б) ж/ж в) г/ж

4. Зубной пасте соответствует дисперсная система: а) т/г б) т/т в) т/ж

5. Сплавам соответствует дисперсная система: а) ж/г б) т/т в) г/ж

6. Из перечня выберите лишнее слово и подчеркните его: гель, суспензия, золь

7. Из перечня выберите лишнее слово и подчеркните его: золь, суспензия, аэрозоль

8. Что объединяет данные слова: мармелад, зефир, холодец

Ответ запишите в виде одного слова \_\_\_\_\_

9. Что объединяет данные слова: молоко, нефть, подсолнечное масло в воде.

Ответ запишите в виде одного слова \_\_\_\_\_

10. Что объединяет данные слова: лак для волос, дезодорант, пылевое облако.

Ответ запишите в виде одного слова \_\_\_\_\_

## **Раздел 7.**

### **Тема 7.1. Обнаружение неорганических катионов и анионов**

1. Лабораторная работа №7 (на выбор):

– Аналитические реакции катионов I–VI групп;

– Аналитические реакции анионов.

#### **Лабораторная работа №8**

**Обнаружение неорганических веществ – катионов I - VI групп с использованием качественных аналитических реакций**

**ЗАПОМНИТЕ:** Катионы по кислотно-основному методу делятся на 6 групп:

Группа	Катионы	Групповой реагент
I	$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$	Нет
II	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}^{2+}$	HCl
III	$\text{Ba}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ca}^{2+}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$
IV	$\text{Al}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{As (III)}, \text{As (V)}$	Избыток конц. NaOH
V	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Bi}^{3+}$	NaOH
VI	$\text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$	Водный раствор аммиака

### Характеристика I аналитической группы:

Катионы  $\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$  бесцветны.

Гидроксиды натрия и калия хорошо растворимы в воде, сильные основания.

Гидроксид аммония  $\text{NH}_4\text{OH}$  – слабое основание.

Катионы I аналитической группы открывают с помощью дробных реакций, так как эта группа не имеет группового реактива.

#### Применение в медицине

$\text{NaHCO}_3$  используется для повышенной кислотности

Сульфат натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (соль) применяется как

$\text{NaNO}_2$  применяют как сосудорасширяющее средство при мигрени или подкожно. Для инъекций используется обычно в 1-2 % раствор

1—2 % раствор для полоскания горла, в мазях и  $\text{NaCl}$  – входит в состав растворов и кровозаменителей.

$\text{KI}$  - при лечении щитовидной железы, при аритмии происхождения (связанными в электролитическими нарушениями относительной гипокалиемией)

Поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$  содержится в золе растений и используется для производства жидкого мыла Марганцовокислый калий  $\text{KMnO}_4$  как дезинфицирующее средство.

10 %-ный  $\text{NH}_4\text{OH}$  (нашатырный спирт) применяется для выведения больного из обморока, для мытья рук в хирургической практике

Хлорид аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$  как диуретическое и отхаркивающее средство.

Аммиачный линимент - при хронических артритах и невралгиях в качестве отвлекающего средства. Это однородная густоватая жидкость желтовато-белого цвета с запахом Аммиака. Получают взбалтыванием смеси подсолнечного масла (74 части) и олеиновой кислоты (1 часть) с раствором Аммиака (25 частей).

Реакция окрашивания пламени (реакция фармакопейная): летучие соли калия окрашивают бесцветное пламя в фиолетовый цвет.



нейтрализации желудочного сока.  $\text{H}_2\text{O}$  (глауберова слабительное.

стенокардии, подкожных ампулах в виде 1%-

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  для присыпках.

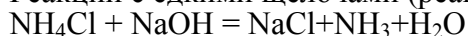
физиологических

заболеваний сердца различного основном с и абсолютной или

Реакция окрашивания пламени (реакция фармакопейная): соли натрия окрашивают несветящееся пламя в желтый цвет



Реакции с едкими щелочами (реакция фармакопейная)



<https://rutube.ru/video/e166e06ef4a1aad7c1caf7b433bba51/?r=plwd>

### **Характеристика II аналитической группы:**

Катионы  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  бесцветны.

Соли этих катионов почти все плохо растворяются в воде, кроме нитратов.

Соли катионов группы подвергаются гидролизу и их растворы имеют кислую реакцию.

Ионы  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  способны образовывать комплексные соединения.

Гидроксид свинца  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  является труднорастворимым слабым электролитом, обладает амфотерными свойствами.

Групповым реактивом для катионов второй аналитической группы является разбавленная хлороводородная кислота и ее растворимые в воде соли.

#### **Применение в медицине**

Соединения свинца также ядовиты. К наиболее токсичным относятся нитрат, ацетат и гидроксохлорид свинца, а так же тетраэтилсвинец.

Загрязнение воздуха, почвы и воды соединениями свинца происходит в результате выброса их промышленными предприятиями, выхлопными газами автотранспорта. В соответствии с санитарными нормами содержание свинца в 1 л воды не должно превышать 0,1 мг.

Ацетат свинца (II) применяется для примочек и компрессов,

оксид свинца (II)  $\text{PbO}$  – для изготовления свинцового пластыря

Нитрат серебра используется при лечении глазных заболеваний.

Колларгол (коллоидное серебро) применяется при промывании гнойных ран, мочевого пузыря и при гнойных конъюнктивитах.

Протаргол – препарат серебра- применяется как вяжущее средство для смазывания слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Ионы серебра в очень низкой концентрации стерилизуют воду и подавляют развитие бактерий.

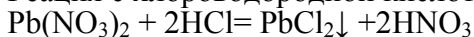
Хлорид ртути (I) или каломель ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) не ядовита и используется в медицине и ветеринарии как слабительное, антисептическое и мочегонное средство, а также в виде мазей применяют при заболеваниях глаз

Аналитические реакции II аналитической группы:

Реакции катионов свинца

[https://vk.com/video-40390886\\_456239580](https://vk.com/video-40390886_456239580)

Реакция с хлороводородной кислотой



$\text{PbCl}_2$  – белый творожистый осадок

Реакция с щелочью.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} = \text{Pb}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{KNO}_3$

$\text{Pb}(\text{OH})_2$  – осадок белого цвета

Реакция с иодидом калия  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} = \text{PbI}_2 \downarrow + 2\text{KNO}_3$

$\text{PbI}_2$  – осадок желтого цвета

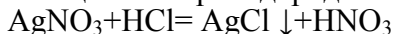
<https://youtu.be/0bTSfwhp9eA>

Реакция с хроматом калия  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = \text{PbCrO}_4 \downarrow + 2\text{KNO}_3$

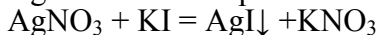
$\text{PbCrO}_4$  – осадок желтого цвета

Реакции катиона серебра

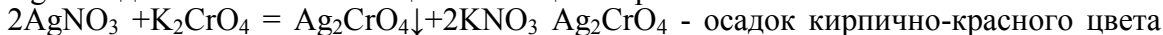
Реакция с хлороводородной кислотой (реакция фармакопейная)



$\text{AgCl}$  – белый творожистый осадок Реакция с иодидом калия.



$\text{AgI}$  – осадок светло-желтого цвета Реакция с хроматом калия.

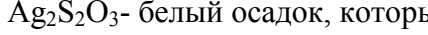


$\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  – осадок кирпично-красного цвета

Реакция с щелочью.  $\text{AgNO}_3 + 2\text{KOH} = \text{Ag}_2\text{O} \downarrow + 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{Ag}_2\text{O}$  – грязно-коричневый осадок Реакция с тиосульфатом натрия (реакция

фармакопейная).  $2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$



$\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$  – белый осадок, который быстро желтеет, затем бурет и переходит в  $\text{Ag}_2\text{S}$  – осадок черного цвета.

### Характеристика III аналитической группы:

Катионы  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  бесцветны.

алогениды, нитраты и ацетаты этих катионов хорошо растворяются в воде.

Гидроксиды катионов этой группы являются сильными электролитами и растворимость их уменьшается в ряду  $\text{Ba}(\text{OH})_2$   $\text{Sr}(\text{OH})_2$   $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Групповым реактивом катионов этой группы является серная кислота.

Применение в медицине и значение для организма катионов III аналитической группы:

$\text{Ba}^{2+}$  несмотря на высокую токсичность,  $\text{Ba}$  в незначительных количествах содержится во всех органах и тканях живого организма. Небольшая концентрация его обнаружена в пигментной оболочке глаза.

Соединения бария в малых дозах стимулируют деятельность костного мозга, но в больших дозах ионы  $\text{Ba}^{2+}$  токсичны.

При заболеваниях пищеварительной системы, некоторых сердечно-сосудистых заболеваниях количество бария в организме человека уменьшается.

Установлено также, что даже в ничтожно малых количествах он заметно влияет на состояние гладкой мускулатуры – не зря при отравлениях барием отмечаются мышечные спазмы и сильная мышечная слабость.

Бария сульфат – из солей бария в медицине применяется бария сульфат, который практически нерастворим ни в воде, ни в кислотах, ни в органических растворителях, а поэтому не ядовит. Применение  $\text{BaSO}_4$  в медицине основано на его непроницаемости для рентгеновских лучей, что используется в рентгенологии для получения контрастных рентгеновских снимков и при рентгеноскопическом исследовании пищеварительного тракта. Принимают в виде смешанного с водой — бариевой кашицы. Этой массой заполняют желудок для задержки рентгеновских лучей. Через определенное время она полностью выводится из организма.

Реакции катионов бария

<https://youtu.be/KVYM7VFY0s8>

Реакция с хроматом калия  $K_2CrO_4$   
 $BaCl_2 + K_2CrO_4 = BaCrO_4 \downarrow + 2KCl$   
 $BaCrO_4$  - осадок желтого цвета.

Реакция с серной кислотой и растворимыми сульфатами (реакция фармакопейная).  
 $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 \downarrow + 2HCl$   
 $BaSO_4$  - осадок белого цвета.

Реакция окрашивания пламени (реакция фармакопейная: соли бария окрашивают несветящееся пламя в желто-зеленый цвет.

<https://youtu.be/6-wfmVlq5JQ>

#### Характеристика IV аналитической группы:

К четвертой аналитической группе относятся  $Al^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ , As (III), As (V).

Ионы  $Al^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$  бесцветны, соединения  $Cr^{3+}$  окрашены в зеленый или фиолетовый цвет.

Хорошо растворимы в воде сульфаты, нитраты, хлориды, бромиды, иодиды алюминия, цинка и хрома (III).

Гидроксиды катионов этой группы труднорастворимы и являются слабыми электролитами. Кроме того они обладают амфотерными свойствами

Групповым реактивом является NaOH в избытке.

Ионы  $Al^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  обладают способностью к комплексообразованию.

$Al^{3+}$  алюминий относят к незаменимым микроэлементам. Он поступает в организм с продуктами питания и частично с водой, суточная потребность в нем составляет 45-50 мг. Алюминий накапливается в костях, печени, легких, почках, головном мозге. Алюминий участвует в процессах регенерации костной, соединительной и эпителиальной ткани, влияет на пищеварительные ферменты, на функцию околотитовидных желез, однако его избыток может привести к возникновению серьезных нейродегенеративных заболеваний: болезни Паркинсона и старческого слабоумия – болезни Альцгеймера.

Гидроксид алюминия  $Al(OH)_3$  применяется внутрь при гиперацидных гастритах, язве желудка и двенадцатиперстной кишки как антацидное средство как в чистом виде, так и в смеси с магнезиевым оксидом  $MgO$  (альмагель) или с  $Mg(OH)_2$  (маалокс).

$Al(OH)_3$  используют при отравлениях как адсорбирующее средство, а также как наружное средство в присыпках, обладающее адсорбирующими и обволакивающими свойствами. Силикат алюминия входит в состав белой глины – присыпки, мази, пасты.

Квасцы  $KAl(SO_4)_2$  - наружно как вяжущее антисептическое средство, в виде карандашей как кровоостанавливающее средство и для прижигания.

Реакции катионов алюминия

Реакция с щелочью.  $AlCl_3 + 3KOH = Al(OH)_3 \downarrow + 3KCl$

$Al(OH)_3$  - осадок белого цвета

[https://youtu.be/29m\\_aaPGyPQ](https://youtu.be/29m_aaPGyPQ)

Реакция с сухим хлоридом аммония.

$K_3[Al(OH)_6] + NH_4Cl = Al(OH)_3 \downarrow + 3KCl + NH_3 \uparrow + H_2O$

#### Характеристика катионов V аналитической группы:

К пятой аналитической группе относятся  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Bi^{3+}$ .

Ионы  $Mg^{2+}$  и  $Mn^{2+}$  бесцветные ионы, ионы  $Fe^{2+}$  - бледно-зеленые, а  $Fe^{3+}$  - желтые.

Нитраты, сульфаты и хлориды этих катионов хорошо растворяются в воде.

Гидроксиды катионов этой группы - слабые трудно растворимые электролиты.

Групповым реактивом является NaOH.

Все соли катионов пятой группы подвергаются гидролизу, особенно соли железа (III) и  $Bi^{3+}$ .

Ионы  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  легко образуют комплексные соединения.

Элементы пятой аналитической группы имеют переменную степень окисления (кроме Mg) и поэтому для них характерны окислительно-восстановительные реакции.

Свежеосажденные сульфиды и гидроксида элементов пятой аналитической группы амфотерны и способны легко переходить в коллоидное состояние.

Применение в медицине  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$

Железо, магний и марганец имеют особенно большое значение для жизнедеятельности организма человека и животных. Общее содержание Ферума (железа) в организме составляет 4-5 г, причем 60—70 % общей массы этого элемента содержится в гемоглобине эритроцитов и нервных клетках. Гемоглобин входит в состав эритроцитов крови и обеспечивает связывание кислорода из воздуха и перенесения его от легких к тканям всех органов.

Учитывая большое значение ионов Fe(II) и Fe(III) для организма человека, суточная потребность в нем составляет 10-15 мг.

В медицине лекарственные препараты железа (восстановленное железо, лактат железа, глицерофосфат железа, сульфат 2-валентного железа, таблетки Бло, раствор яблочнокислого железа, ферамид, гемостимулин и др.) используют при лечении заболеваний, сопровождающихся недостатком железа в организме (железодефицитная анемия), а также как общеукрепляющие средства (после перенесённых инфекционных заболеваний и др.).

Изотопы железа применяют как индикаторы при медико-биологических исследованиях и диагностике заболеваний крови.

Mg<sup>2+</sup> – компонент ферментов, в организме человека содержится в костях, зубах, является регулятором работы нервной системы. Соединения Магния содержатся во внутриклеточных жидкостях, костях скелета и эмали зубов. В зависимости от концентрации в организме Магний может ускорять или тормозить процесс передачи импульсов по нервным волокнам. Он также влияет на дыхательные и другие мозговые центры и действует успокоительно на нервную систему в целом; входит в состав некоторых ферментов из группы трансфераз, влияет на углеводный и фосфорный обмен, способствует выделению желчи, стимулирует перистальтику кишечника.

Магния окисл MgO используют в медицине для нейтрализации повышенной кислотности желудочного сока, входит в состав мазей для лечения кожных болезней.

Магния сульфат MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O применяют как слабительное средство при желудочных заболеваниях. Сульфат магния (английскую соль) применяют в качестве слабительного, желчегонного (введение через дуоденальный зонд) и болеутоляющего средства при спазмах желчного пузыря. При парентеральном применении магния сульфат оказывает успокаивающее действие на ЦНС. При концентрации препарата в крови 9—10 % наступает снотворный эффект, при 15—18 % мг — наркотическое состояние. Большие концентрации могут вызвать угнетение дыхания.

В медицине карбонат магния, окись магния применяют в качестве средств, нейтрализующих соляную кислоту желудка, а также как легкие слабительные.

Перекись магния назначают в качестве дезинфицирующего средства при диспепсии, брожении в желудке и при поносах.

Аспарагинат, цитрат и другие органические соли магния используют при изготовлении БАДов и лекарственных препаратов с широким спектром лечебно-профилактического действия (хронический стресс, заболевания сердечно-сосудистой системы, мочекаменная болезнь и др.)

### Аналитические реакции V аналитической группы

Реакции катионов железа (II) - Fe<sup>2+</sup>

Реакция с групповым реактивом. FeSO<sub>4</sub> + 2KOH = Fe(OH)<sub>2</sub>↓ + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Осадок на воздухе быстро бурет вследствие окисления 4Fe(OH)<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O = 4Fe(OH)<sub>3</sub>↓

Fe(OH)<sub>2</sub> – бледно-зеленый осадок

Реакция с гексоцианоферратом (III) калия красной кровяной солью K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] (реакция фармакопейная)

3FeSO<sub>4</sub> + 2K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] → Fe<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] + 3K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Fe<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] - темно-синий осадок (турнбулеву ю синь)

<https://youtu.be/63pnr2OlpBw>

Реакции катионов железа (III) – Fe<sup>3+</sup>

Реакция с гексацианоферратом (III) калия (желтой кровяной солью)

K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] + 4FeCl<sub>3</sub> + 3K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] → Fe<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>3</sub>↓ + 12 KCl.

Fe<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>3</sub>- осадок интенсивного синего цвета – берлинская лазурь

Реакция с роданидом калия.  $\text{FeCl}_3 + 3\text{KSCN} \rightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{KCl}$   
 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  - комплексное соединение интенсивного кроваво-красного цвета.  
<https://youtu.be/cwWKChDQa0M>

Реакции катионов магния (II) Реакция с групповым реактивом.  
 $\text{MgCl}_2 + 2\text{KOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{KCl}$   
 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{OH}$   
 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ - белый студенистый осадок  
Реакция с гидрофосфатом натрия  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . (реакция фармакопейная)  
 $\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4\text{OH} + \text{HPO}_4^{2-} \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  - белый мелкокристаллический осадок

### Характеристика катионов VI аналитической группы:

К шестой аналитической группе относятся: растворы солей меди (II) окрашены в голубой цвет, кобальта (II) - в розовый, **никеля – в зеленый**.

Хлориды, сульфаты и нитраты этих катионов хорошо растворимы в воде.

Гидроксиды катионов этой группы - слабые трудно растворимые электролиты. Гидроксид  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  неустойчив и при нагревании разлагается на соответствующий оксид и воду.

Для катионов шестой группы характерны реакции комплексообразования.

Групповым реактивом является раствор аммиака. Растворы аммиака осаждают Co, Ni, Cd, Cu в виде гидроксидов.

Медь, ртуть и кобальт имеют переменную степень окисления, поэтому для них характерны окислительно-восстановительные реакции.

Применение в медицине и значение для организма никеля  $\text{Ni}^{2+}$

Считается, что биологическая роль никеля заключается в участии в структурной организации и функционировании основных клеточных компонентов – ДНК, РНК и белка.

Никель играет определенную роль и в гормональной регуляции организма. Никель угнетает действие адреналина, снижает артериальное давление, оказывает успокаивающее действие на центральную нервную систему.

Применяется при изготовлении брекетсистем, протезировании.

Аналитические реакции VI аналитической группы:

Реакции катионов меди (II)

Реакция с щелочью .  $\text{CuSO}_4 + 2\text{KOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$

$\text{Cu}(\text{OH})_2$  – голубой осадок Осадок растворим при действии концентрированного раствора аммиака:  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{OH}_2$

Реакция с групповым реактивом  $\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  - комплексное соединение синего цвета.

Реакции катионов ртути (II)

Реакция с щелочью (реакция фармакопейная).  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KOH} = \text{HgO} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3$

$\text{HgO}$  – осадок желтого цвета

Реакция с иодидом калия.  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} = \text{HgI}_2 \downarrow + \text{KNO}_3$

$\text{HgI}_2$ - осадок красного цвета. Осадок легко растворим в избытке реактива с образованием бесцветной комплексной соли:  $\text{HgI}_2 + \text{KI} = \text{K}_2[\text{HgI}_4]$

**2. Практические задания** на составление уравнений реакций обнаружения катионов I–VI групп и анионов, в т.ч. в молекулярной и ионной формах.

**Йод**

На белую салфетку пролили йод, попытались вывести его с помощью отбеливателя «Персоль», затем хлорная известь, но пятно не исчезло.

1) Чтобы удалить пятно, какое средство надо использоваться с окислительными или восстановительными свойствами?

2) Напишите качественную реакцию на определение йода?

3) Напишите применение йода в быту.

**Эталон ответа:**

1) С восстановительными свойствами

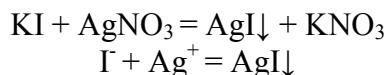
2) 1. Качественная реакция. 0,2 г субстанции нагревают в пробирке, образуются фиолетовые пары, йод конденсируется на стенках.

2. Качественная реакция. 0,5 г субстанции энергично взбалтывают в течение 1 мин со 100 мл воды. Полученный раствор должен окрашиваться в синий цвет при прибавлении одной капли раствора крахмала. При кипячении окраска исчезает и вновь появляется при охлаждении.

3. Йодистый циан. 0,75 г субстанции растирают с 30 мл воды и фильтруют. 10 мл фильтрата обесцвечивают раствором сернистой кислоты, прибавляют 1 каплю раствора железа(II) сульфата в серной кислоте, 1 каплю 3% раствора железа(III) хлорида и 0,5 мл 10% раствора натрия гидроксида. Смесь нагревают и подкисляют хлористоводородной кислотой разведенной 8,3%, не должно появляться синее окрашивание.

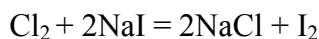
Качественная реакция на иодид-ион:

1) нитрат серебра выделяет из иодидов светло-желтый творожистый осадок серебра:

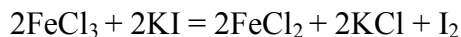


Осадок не растворяется в азотной кислоте и растворе аммиака и плохо растворяется в растворе тиосульфата натрия.

2) Хлорная вода выделяет из растворов иодидов свободный йод, который окрашивает сероуглерод или хлороформ в красновато-фиолетовый цвет, а раствор крахмала – в синий.



3) Хлорид железа (III), конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и некоторые другие окислители окисляют ион I до свободного йода; например:



4) На йод молекулярный → действие крахмала → синее окрашивание.

3) Для дезинфекции, для обнаружения крахмала в продуктах питания, ингаляции с йодом при болезнях верхних дыхательных путей, для полоскания при заболеваниях горла и полости рта.

Почему в Китае больных зубом издавна лечат золой морских губок?

Информация-подсказка. Ежедневный прием небольших доз соединений йода помогает избавиться от зоба. Морские губки, морская капуста богаты йодом. Поэтому в Китае и Японии больных зубом издавна лечат золой морских губок.

**Задание.** Вычислите, сколько граммов морской капусты необходимо съесть ежедневно для того, чтобы восполнить суточную потребность (800 мг) организма в йоде. В 100 г морской капусты содержание йода составляет 250 мг.

**Эталон ответа:**

100 г – 250 мг

X г – 800 мг

$$X = 320 \text{ г}$$

### Соединения серы

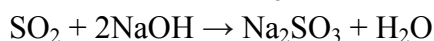
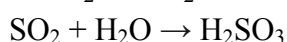
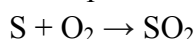
На занятиях химического кружка учащиеся исследовали простое вещество желтого цвета, нерастворимое в воде. При сжигании этого вещества в кислороде образовался газ с резким запахом. Когда газ растворяли в воде, получался раствор, в котором окраска лакмуса становилась красной. Если же в колбу с газом наливали раствор гидроксида натрия, то запах газа быстро исчезал.

Определите состав исследуемого вещества и запишите его название.

Составьте 3 уравнения реакций, которые были проведены учащимися в процессе его распознавания

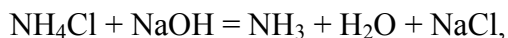
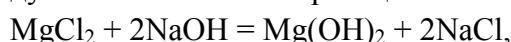
**Эталон ответа:**

S – сера



1. Начинаящий лаборант биохимической лаборатории приготовил для проведения анализов растворы хлоридов натрия, магния и аммония, но забыл приклеить этикетки на склянки с растворами. Как определить, какое вещество находится в каждой из склянок?

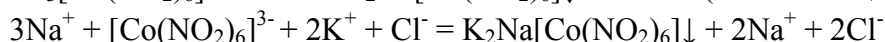
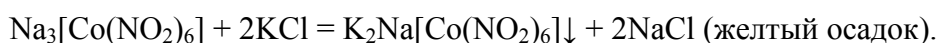
**Эталон ответа:** Следует воспользоваться реакциями на катионы:



раствор NaCl окрашивает пламя в желтый цвет.

2. На какой из ионов первой аналитической группы действует  $Na_3[Co(NO_2)_6]$ ?  
Напишите уравнение в молекулярной, ионной форме.

**Эталон ответа:**

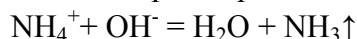


3. Укажите характерные реакции на ион  $NH_4^+$ . Составьте уравнения этих реакций.

**Эталон ответа:**

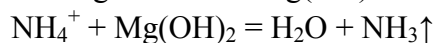
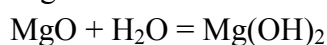
1. Действие щелочей

ионы аммония реагируют с NaOH и KOH при нагревании с выделением аммиака:

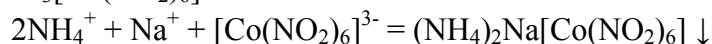


Аммиак определяется по запаху или по окрашиванию влажной лакмусовой бумаги.

2. Действие магния оксида MgO

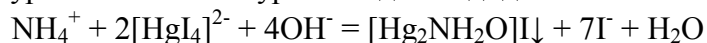


MgO выделяет аммиак из солей, как и щелочи, но не разлагает летучие основания. Затем добавляют раствор  $Na_3[Co(NO_2)_6]$ .



образуется желтый осадок.

3. Действие реактива Несслера  $K_2[HgI_4] + KOH$  образует красно-бурый или желто-бурый осадок йодида:



4. Реакция солей аммония при нагревании

Соли летучих кислот разлагаются полностью:



Соли нелетучих кислот разлагаются частично:



## Тема 7.2. Обнаружение органических веществ отдельных классов с использованием качественных реакций

### 1. Лабораторная работа №9 (на выбор):

- Качественные реакции на отдельные классы органических веществ;
- Качественный анализ органических соединений по функциональным группам.

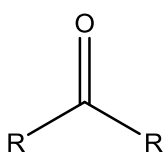
### Лабораторная работа №9

#### «Идентификация органических соединений отдельных классов»

**Цель:** закрепление знаний о методах идентификации органических соединений.

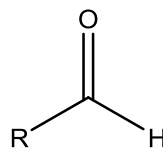
#### Краткая теория:

**I:** Альдегиды и кетоны – класс органических соединений содержащих альдегидную и кетонную группу соответственно.



Кетонная группа

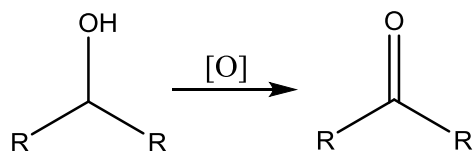
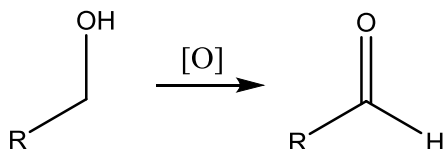
R – алкильная группа



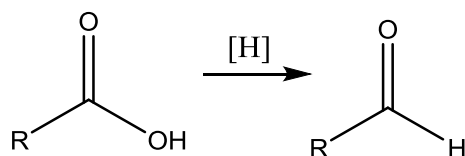
Альдегидная группа

#### Получение:

1. Окисление спиртов:



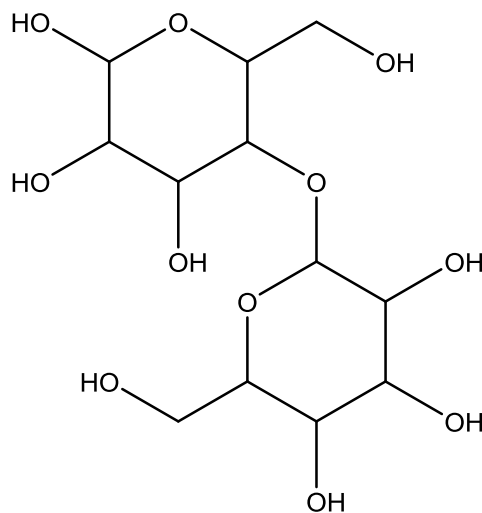
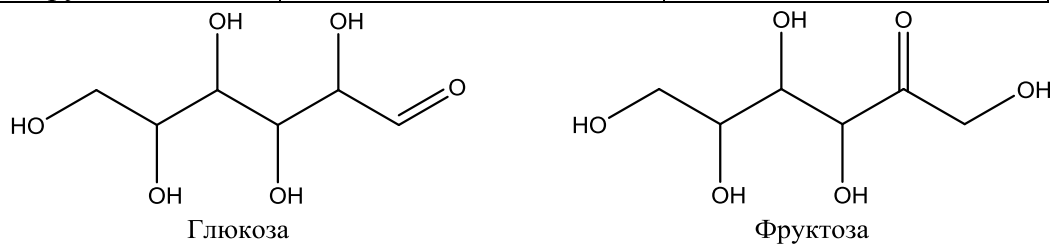
2. Восстановление кислот:



**II:** Углеводы – класс органических соединений. карбонильную группу и несколько гидроксильных групп. Название этого класса соединений происходит от слов «гидраты углерода».

**Методы получения:** из природных источников: сахарная свекла, сахарный тростник.

Классификация углеводов		
Моносахариды	Дисахариды	Полисахариды
Глюкоза	Сахараза	Крахмал
Фруктоза	Лактоза	Целлюлоза

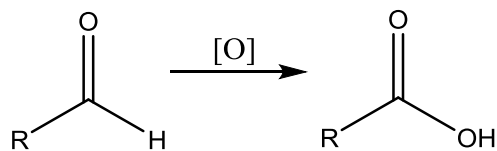


Лактоза

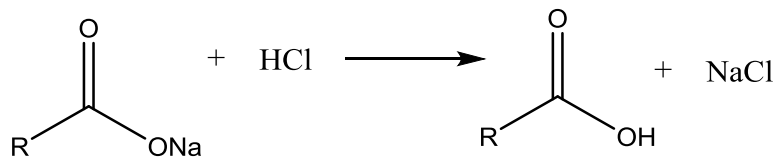
**III:** Карбоновые кислоты - класс органических соединений, молекулы которых содержат одну или несколько функциональных карбоксильных групп - COOH.

**Получение:**

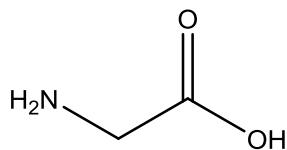
1. Окисление альдегидов:



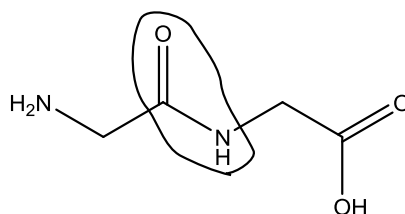
2. Гидролиз солей карбоновых кислот:



**IV:** Белки - высокомолекулярные органические вещества, состоящие из альфа-аминокислот, соединённых в цепочку пептидной связью.



Аминоуксусная кислота  
(Глицин)



Пептидная связь

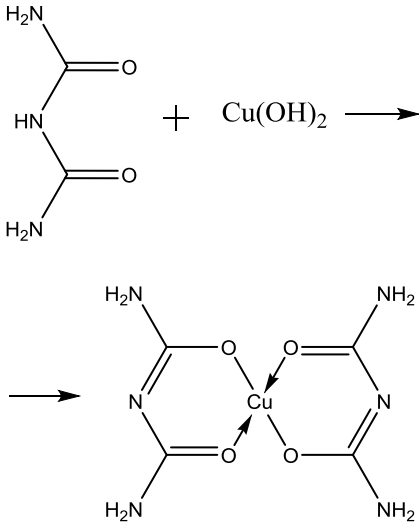
**Оборудование:** пробирки, пипетки одноразовые, электрическая плитка.

**Реактивы:** уксусный альдегид, нитрат серебра, аммиачная вода уксусная кислота, водный раствор крахмала, спиртовой раствор йода, раствор гидроксида натрия, раствор сульфата меди.

**Ход работы:**

**Табл. 2.**

№	Что делали?	Что наблюдали?	Уравнение реакции	Выводы
1	<p>1. Качественная реакция на альдегиды</p> <p>В пробирку налили 2 мл 1% раствора нитрата серебра <math>\text{AgNO}_3</math> и небольшими порциями добавили 10% аммиачную воду <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> до полного растворения образующегося осадка оксида серебра. К полученному раствору прилили 1мл. уксусного альдегида Нагрели содержимое, вращая пробирку вокруг пламени нагревая не дно, а стенки.</p>	<p>Выпадает осадок серебра на стенках пробирки.</p>	$\text{CH}_3\text{COH} + \text{Ag}_2[\text{NH}_3]_2\text{O} = \text{Ag} + \text{CH}_3\text{COOH}$	<p>В ходе реакции на стенке пробирки выпадает осадок серебра в виде зеркала.</p>
2	<p>2. Качественная реакция на крахмал</p> <p>В водный раствор крахмала добавили спиртовой раствор йода.</p>	<p>Раствор окрашивается в синий цвет.</p>		<p>В ходе реакции крахмала с йодом образуется комплекс синего цвета.</p>

3	<p>3. Качественная реакция на уксусную кислоту.</p> <p>К натриевой соли уксусной кислоты (ацетат натрия), добавили концентрированную серную кислоту.</p>	<p>Появляется резкий запах уксусной кислоты.</p>	$2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$	<p>В ходе реакции гидролиза соли уксусной кислоты. Выделяется летучая уксусная кислота. Появляется резкий раздражающий запах.</p>
4	<p>4. Биуретова реакция (Качественная реакция на белки).</p> <p>К 1 мл исследуемого раствора белка доливают 1 мл 10 % раствора <u>гидроксида натрия</u> (NaOH) и 2-3 капли 1 % раствора <u>сульфата меди</u> (CuSO<sub>4</sub>).</p>	<p>Раствор окрашивается в фиолетовый цвет.</p>		<p>В ходе реакции денатурации белка в присутствии меди раствор окрашивается в фиолетовый цвет.</p>

**Общий вывод:** в данной лабораторной работе мы научились качественно определить различные типы органических соединений с помощью качественных реакций.

**Вопросы и задания:**

1. Нарисуйте первичную, вторичную, третичную структуры белка.
2. Что такое биуретова реакция?
3. В чём отличие кетонов от альдегидов.

**2. Практические задания** на составление качественных реакций обнаружения органических соединений

1. Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

1)

Реагирующие вещества	Признак реакции
А) этиленгликоль и натрий	1) появление фиолетового окрашивания
Б) бензальдегид и гидроксид меди (II)	2) образование ярко-синего раствора
В) бутин-1 и аммиачный раствор оксида серебра	3) образование белого осадка
Г) этиленгликоль и гидроксид меди (II)	4) выделение бесцветного газа
	5) образование кирпично-красного осадка

2)

Реагирующие вещества	Признак реакции
А) этиленгликоль и $\text{Cu}(\text{OH})_2$ Б) пентен-2 и $\text{KMnO}_4 (\text{H}^+)$ В) этаналь и $\text{Cu}(\text{OH})_2$ Г) пропен и $\text{Br}_2(\text{водн})$	1) обесцвечивание раствора 2) растворение осадка с образованием синего раствора 3) образование белого осадка 4) выделение газа 5) образование кирпично-красного осадка

3)

Реагирующие вещества	Признак реакции
А) уксусная кислота и $\text{Zn}$ Б) хлорид метиламмония и $\text{AgNO}_3(\text{p-p})$ В) пропановая кислота (p-p) и $\text{KOH}(\text{p-p})$ Г) бутандиол-1,2 и $\text{Cu}(\text{OH})_2$	1) растворение желтого осадка 2) выделение бесцветного газа 3) растворение осадка и появление синей окраски раствора 4) видимые признаки реакции отсутствуют 5) образование белого осадка

**Эталон ответа:**

1) –

А	Б	В	Г
4	5	3	2

2) –

А	Б	В	Г
2	1	5	1

3) -

А	Б	В	Г
2	5	4	3

2. В неподписанных пробирках находятся: ацетальдегид, гексан, водные растворы глюкозы и сорбита. Как с помощью одного реактива распознать эти вещества?

**Эталон ответа:** аммиачный раствор  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$

## Раздел 8

### Химия в быту и производственной деятельности человека

Кейс (с учетом будущей профессиональной деятельности) на анализ информации о производственной деятельности человека, связанной с переработкой и получением веществ, а также с экологической безопасностью.

### Раздел 9.1. Исследование и химический анализ объектов биосферы

#### Тема 9.1.1. Основы лабораторной практики в профессиональных лабораториях

1. Лабораторная работа «Основы лабораторной практики».
2. Типовые расчеты по тематике эксперимента.
3. Задачи на вычисление среднего значения экспериментальных данных, погрешности.
4. Представление результатов эксперимента в различной форме (таблица, график, отчет, доклад, презентация).

## Тема 9.1.2. Химический анализ проб воды

### 1. Тест «Свойства и состав воды».

1. Самое распространенное вещество на Земле:

- а) песок
- б) глина
- в) вода
- г) кислород

2. Формула воды:

- а) NO
- б) H<sub>2</sub>O
- в) H<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- г) HO<sub>2</sub>

3. Молярная масса одной молекулы воды:

- а) 18
- б) 18 г/моль
- в) 18 г
- г) 32

4. Химическая связь в молекуле воды:

- а) ионная
- б) ковалентная полярная
- в) ковалентная неполярная
- г) водородная

5. Температура кипения воды:

- а) 0 °С
- б) 4 °С
- в) 100 °С
- г) 200 °С

6. Каковы основные свойства у воды:

- а) прозрачность, соленость
- б) непостоянство формы, текучесть;
- в) бесцветность; мутность.

7. Что происходит с водой при температуре ниже 0°С?

- а) закипает
- б) остается в жидком состоянии
- в) замерзает

8. Что происходит с водой при замерзании?

- а) расширяется
- б) сжимается
- в) остается без изменений

9. По какой причине лед не тонет?

- а) тонкий
- б) легче воды
- в) прозрачный
- г) красивый

10. Содержание водорода в воде:

- а) 89%

- б) 2%
- в) 11%
- г) 20%

11. В процессе взаимодействия двух веществ образовались гидроксид калия и водород. Какие вещества вступили в реакцию?

- а) калий и вода;
- б) оксид калия и вода;
- в) калий и соляная кислота;
- г) оксид калия и соляная кислота.

12. Выберите вещества, с которыми вступает в реакцию вода:

- а)  $\text{SO}_3$
- б)  $\text{Cu}$
- в)  $\text{Na}$
- г)  $\text{C}$
- д)  $\text{SiO}_2$
- е)  $\text{CuO}$

**Эталон ответа:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
в	б	б	б	в	б	в	а	б	в	а	ав

**2. Задание «Химический состав воды, тип воды и способы ее применения» (с использованием нормативных документов).**

**1.** Вода централизованной системы водоснабжения имеет следующие показатели:

привкус - 2,5 балла;

мутность - 1,7 мг/л;

запах - 3 балла.

Дайте гигиеническую оценку органолептическим свойствам воды

**Эталон ответа:** Органолептические свойства воды не соответствуют гигиеническим нормам

**2.** Вода из артезианской скважины имеет следующие показатели:

сухой остаток - 1100 мг/л;

хлориды - 250 мг/л;

сульфаты - 420 мг/л;

фтор - 1,3 мг/л;

нитраты - 13 мг/л;

железо - 0,3 мг/л;

жесткость - 7,8 ммоль/л.

Дайте гигиеническую оценку химическому составу воды

**Эталон ответа:** Химические свойства воды не соответствуют гигиеническим нормам

**3.** Вода из водопроводной сети имеет следующие показатели:

общее микробное число - 50 в 1 мл;

запах - 2 балла;

остаточный хлор - 0,4 мг/л.

Дайте заключение о возможности использования воды для питьевых целей.

**Эталон ответа:** Воду можно использовать для питьевых целей

**4. Вода централизованного водоснабжения имеет:**

общее микробное число - 86 в 1 мл;

остаточный хлор - 0,1 мг/л.

Дайте гигиеническую оценку воды в эпидемиологическом отношении

**Эталон ответа:** Вода в эпидемиологическом отношении не соответствует гигиеническим нормам

**3. Практико-ориентированные теоретические задания** на состав воды и способы выражения концентраций, и пересчет концентраций (с использованием нормативных документов).

Задание 1. Контроль качества питьевой воды

**Эталон ответа:**

Контроль качества воды проводится начиная с источника водоснабжения, затем на водопроводных сооружениях и заканчивается точками водоразбора т.е. водопроводными кранами холодной и горячей водой в жилых домах, кафе, больницах, детских садах, школах и т.д.

Питьевая вода, получаемая населением должна:

- иметь благоприятные органолептические свойства
- быть безвредной по химическому составу
- быть безопасной по микробиологическому составу
- не содержать радиоактивных веществ.

Задание 2. Как оцениваются органолептические свойства воды

**Эталон ответа:**

Органолептические свойства воды оцениваются по наличию в воде вкуса (привкуса), цвета, запаха и степени прозрачности или мутности.

**4. Лабораторная работа** на выбор:

- Очистка воды от загрязнений;
- Определение pH воды и ее кислотности;
- Определение жесткости воды и способы ее устранения

### **Тема 9.1.3. Химический контроль качества продуктов питания**

**1. Тест «Органические и неорганические вещества, входящие в состав продуктов питания».**

1. Витамин «B2» отсутствует в продуктах:

- А. молоке
- Б. яблоках
- В. кефире
- Г. сыре

2. Пищевым источником витамина «B6» является:

- А. рыба
- Б. мясо
- В. печень
- Г. подсолнечное масло

3. Суточная потребность здорового человека в жидкости составляет (в литрах):

- А. 1
- Б. 1,5-2
- В. 2,5
- Г. 3

4. Для профилактики гиповитаминозов в зимне-весенний период проводят искусственную витаминизацию напитков чаще витамином:

- А. А
- Б. В
- В. С
- Г. Д

5. Основными источниками кальция в питании человека являются:

- А. молоко
- Б. кефир
- В. рыба
- Г. творог

6. Основными источниками витамина Р являются:

- А. черная смородина
- Б. мясо
- В. цитрусовые
- Г. бананы

7. Основным источником витамина А - ретинола является:

- А. рыбий жир
- Б. масло сливочное
- В. яйца
- Г. морковь
- Д. перец сладкий красный

8. Продукты являющиеся источником витамина С:

- А. черная смородина, цитрусовые
- Б. пшеничный хлеб
- В. печень
- Г. крупы

9. Продукты, богатые углеводами:

- А. сыр и сметана
- Б. морковь и тыква
- В. мясо и орехи
- Г. грибы и фасоль

10. Какие вещества НЕ входят в состав пищи?

- А. витамины
- Б. белки
- В. желтки
- Г. углеводы

11. Какие вещества придают сладкий вкус продуктам?

- А. белки
- Б. жиры
- В. углеводы
- Г. витамины

12. Основные пищевые вещества – это

- А. белки, микроэлементы, витамины

- Б. белки, жиры, овощи
- В. белки, жиры, углеводы
- Г. рыба, фрукты и овощи

13. Какое значение для организма имеет железо?

- А. участвует в образовании костной ткани;
- Б. необходимо для деятельности нервной системы;
- В. участвует в образовании гемоглобина крови;
- Г. участвует в регулировании водного баланса.

14. Какие продукты богаты кальцием?

- А. молочные
- Б. мясные
- В. хлебобулочные

**Эталон ответов:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Б	В	В	В	А	В	Д	А	Б	В	В	В	В	А

**2. Практико-ориентированные задания по кулинарной тематике.**

1. Чтобы приготовить молочный коктейль, в миксер положили 250 г мороженого жирностью 10% и добавили 350 г молока жирностью 6%. Определить процент жирности в полученном коктейле.

**Эталон ответа:** 7,67%

2. Бензоат натрия – натриевая соль бензойной кислоты – используется как консервант в производстве газированных напитков. Определите массу бензойной кислоты, которая прореагирует с 100 граммами 10%-го раствора гидроксида натрия с образованием бензоата натрия.

**Эталон ответа:** 30,5 г

3. При выпечке изделий из теста питьевую соду «гасят» уксусом. Рассчитайте, какая масса 9%-ного раствора уксусной кислоты потребуется для «гашения» питьевой соды массой 10 г.

**Эталон ответа:** 79 г

4. В промышленности при спиртовом брожении 360 кг глюкозы получают пищевой этиловый спирт. Рассчитайте массу образующегося продукта.

**Эталон ответа:** 184кг

5. В виноделии используется спиртовое брожение глюкозы. Сколько этанола (в г) получится, если на реакцию затрачено 360 г глюкозы, а выход продукта составляет 80%.

**Эталон ответа:** 147,2 г

6. Ананасовую эссенцию получают из эфира, содержащего одноосновную карбоновую кислоту, на нейтрализацию 0,37 г которой требуется 10г 2%-ного раствора гидроксида натрия. Определите формулу карбоновой кислоты.

**Эталон ответа:** C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOH

7. Почему растительные масла главным образом используются для приготовления холодных закусок (салатов, винегретов, овощной икры)?

**Эталон ответа:** В рецептуру многих холодных блюд входит растительное масло

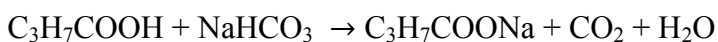
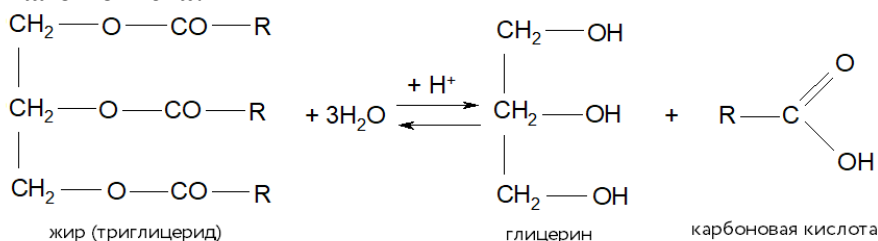
Такие блюда являются источником непредельных жирных кислот. При этом особое значение имеет то обстоятельство, что растительное масло в этом случае не подвергается тепловой обработке и не теряет свою биологическую активность.

8. Для обжаривания рыбы применяют подсолнечное или оливковое масло. Почему для этой цели не используют твёрдые животные жиры?

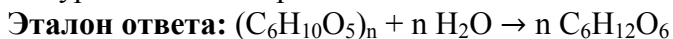
**Эталон ответа:** В составе твердых животных жиров насыщенные жирные кислоты, которые придают жирам свойство тугоплавкости.

9. Причина прогорклости сливочного масла - появление в нём свободной масляной и других низкомолекулярных кислот. Для устранения прогорклости масло промывают раствором пищевой соды. Составьте уравнение происходящей при этом реакции и объясните причину устранения горького вкуса.

**Эталон ответа:**



10. При варке киселей из фруктов происходит кислотный гидролиз крахмала. Составьте уравнение этой реакции.

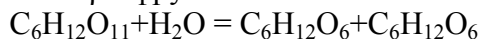


Ступенчатый ферментативный гидролиз крахмала:

Крахмал → декстрины → мальтоза → глюкоза

11. Сахар - прекрасное средство для быстрого восстановления сил. Уже через полчаса после приёма в пищу начинается поступление в кровь продуктов гидролиза сахара. Дайте химическое название сахара. Составьте уравнение гидролиза и назовите продукты реакции.

**Эталон ответа:** Сахар. Сахароза (сукроза, тростниковый сахар)  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , в быту просто сахар, — дисахарид из группы олигосахаридов, состоящий из двух моносахаридов:  $\alpha$  - глюкозы и  $\beta$  - фруктозы.



12. В производстве пива и спирта, а также в хлебопечении используется особое свойство углеводов. Какое это свойство? Составьте уравнение происходящей реакции.



13. Соление огурцов и квашение капусты невозможно без этого вида брожения. Назовите его, составьте уравнение происходящей реакции. Дайте название продуктам реакции.

**Эталон ответа:** Молочнокислородное брожение



Глюкоза      молочная кислота

14. Почему варенье слаще сахара, хотя и варится на сахаре?

**Эталон ответа:**  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (глюкоза) +  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (фруктоза)

Образующаяся фруктоза в 1,5 раза слаще сахара

15. Почему происходит поднятие теста при добавлении дрожжей?

**Эталон ответа:** Клетки дрожжей превращают крахмал теста в сахар, который они потом переваривают. В ходе этого процесса вырабатываются двуокись углерода как продукт отхода. Этот газ выделяется в тесто, и образуется большое количество пузырьков, что заставляет тесто подниматься.

### 3. Лабораторная работа (на выбор):

- Обнаружение нитратов в продуктах питания;
- Исследование продуктов питания на наличие углеводов (мука, творог, молоко, йогурт)

на наличие углеводов (крахмал, глюкоза, сахароза).

#### Тема 9.1.4. Химический анализ проб почвы

##### 1. Тест по теме «Химический состав неорганических и органических удобрений».

1. Что является сырьем для производства азотных удобрений?
  - А) апатиты
  - Б) известняк
  - В) природный газ
  - Г) каучук
2. Что является сырьем для производства фосфорных удобрений?
  - А) известняк
  - Б) железная руда
  - В) нефть
  - Г) апатиты
3. Какие из минеральных удобрений являются труднорастворимыми в воде?
  - А) азотные
  - Б) калийные
  - В) фосфорные
  - Г) комплексные
4. К калийным удобрениям относятся...
  - А) хлористый калий
  - Б) сульфат калия
  - В) суперкалий
5. К фосфорным удобрениям относятся...
  - А) суперфосфат
  - Б) сульфат фосфора
  - В) аммофос
6. В какой из пар представлены удобрения, содержащие минимальное и максимальное содержание азота?
  - А)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
  - Б)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$
  - В)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
  - Г)  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
7. Укажите калийное удобрение с наибольшим содержанием калия
  - А)  $\text{KNO}_3$
  - Б)  $\text{K}_2\text{SO}_4$
  - В)  $\text{KCl}$
  - Г)  $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$
8. Какое из перечисленных удобрений является физиологически щелочным?
  - А)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
  - Б)  $\text{NaNO}_3$
  - В)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
  - Г)  $\text{KCl}$
9. Какое из перечисленных удобрений является физиологически кислым?
  - А)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
  - Б)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
  - В)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
  - Г)  $\text{KNO}_3$
10. Укажите, какое из приведенных удобрений является амидным?
  - А)  $\text{NH}_3$

- Б)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
- В)  $\text{NH}_4\text{CO}_3$
- Г)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}$

11. Почва с рН КСl 5.75 имеет степень кислотности ...

- А) сильнокислая
- Б) среднекислая
- В) слабокислая
- Г) близкая к нейтральной
- Д) нейтральная

**Эталон ответа:**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
В	Г	В	АБ	А	Г	В	Б	В	Г	В

**2. Задание «Взаимосвязь состава почвы, тип почвы и ее назначения».**

**3. Лабораторная работа (на выбор):**

- Обнаружение неорганических примесей в пробах почвы;
- Определение рН водной вытяжки почвы, ее кислотности и щелочности.

**Тема 9.1.5. Исследование объектов биосферы**

Учебно-исследовательский проект в области исследования объектов биосферы.

Возможные темы проектов:

1. Исследование состава минеральной воды и рекомендации по ее использованию.
2. Исследование разрушающего действия природной воды на строительные материалы.
3. Составление проекта цветника/огорода/сада в зависимости от состава проанализированных почв.
4. Составление сбалансированного меню на день (неделю) в зависимости от содержания химических макро и микроэлементов в продуктах питания.
5. Исследование качества питьевой воды.
6. Исследование проб водопроводной воды на предмет устранения жесткости.
7. Устранение жесткости воды в сельскохозяйственной деятельности
8. Очистка воды от загрязнений
9. Определение рН воды и ее кислотности
10. Определение жесткости воды и способы ее устранения
11. Обнаружение нитратов в продуктах питания
12. Исследование продуктов питания на наличие углеводов (мука, творог, молоко, йогурт) на наличие углеводов (крахмал, глюкоза, сахара)
13. Обнаружение неорганических примесей в пробах почвы
14. Определение рН водной вытяжки почвы, ее кислотности и щелочности
15. Потепление климата и высвобождение газовых гидратов со дна океана.
16. Будущие материалы для авиа-, машино- и приборостроения.
17. Новые материалы для солнечных батарей.
18. Лекарства на основе растительных препаратов
19. Контроль качества технической воды разных видов в соответствии с методиками по ГОСТ.
20. Создание декоративной штукатурки.
21. Пигменты в изделиях из стекла.

22. Оценка состояния воздуха рабочей зоны специалиста (технолога, строителя и т.п., с учетом области профессиональной деятельности) в соответствии с нормативными документами
23. Хлор в жизни человека
24. Йод в жизни человека
25. Водородомобили – шаг в будущее

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

### 3.1. Критерии оценки умений выполнения *практических работ*:

Критерий	Оценка в журнал
Верное решение 51-100 %	зачтено
Правильное решение 0- 50 %	незачтено

### 3.2. Критерии оценки результатов *тестирования*:

Критерий	Оценка в журнал
Не менее 90% правильных ответов	5
70-89% правильных ответов	4
50-69% правильных ответов	3

### 3.3 Критерии оценки знаний путем *устного и фронтального опроса*:

Оценка **5 (отлично)** выставляется студентам, освоившим все предусмотренные профессиональные и общие компетенции, обнаружившим всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой, продемонстрировавшим умение применять теоретические знания для решения практических задач, умеющим находить необходимую информацию и использовать ее, а также усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценка **4 (хорошо)** выставляется студентам, овладевшим общими и профессиональными компетенциями, продемонстрировавшим хорошее знание учебно-программного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную в программе, а также показавшим систематический характер знаний по дисциплине, способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценка **3 (удовлетворительно)** выставляется студентам, обнаружившим знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомым с основной литературой, рекомендованной программой, допустившим погрешности в устном ответе и при выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Общие и профессиональные компетенции у таких студентов сформированы либо сформированы частично и находятся на стадии формирования, но под руководством преподавателя будут полностью сформированы.

Оценка **2 (неудовлетворительно)** выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, если общие и профессиональные компетенции не сформированы, виды профессиональной деятельности не освоены, если не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании техникума без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### 3.4 Критерии оценки знаний путем *письменного опроса*:

Оценка **5 (отлично)** выставляется студентам, освоившим все предусмотренные профессиональные и общие компетенции, обнаружившим всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной

литературой, рекомендованной программой, продемонстрировавшим умение применять теоретические знания для решения практических задач, умеющим находить необходимую информацию и использовать ее, а также усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценка **4 (хорошо)** выставляется студентам, овладевшим общими и профессиональными компетенциями, продемонстрировавшим хорошее знание учебно-программного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную в программе, а также показавшим систематический характер знаний по дисциплине, способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценка **3 (удовлетворительно)** выставляется студентам, обнаружившим знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющемся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомым с основной литературой, рекомендованной программой, допустившим погрешности в устном ответе и при выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Общие и профессиональные компетенции у таких студентов сформированы либо сформированы частично и находятся на стадии формирования, но под руководством преподавателя будут полностью сформированы.

Оценка **2 (неудовлетворительно)** выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, если общие и профессиональные компетенции не сформированы, виды профессиональной деятельности не освоены, если не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании техникума без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **3.5 Критерии оценивания лабораторных работ**

**Оценка «5»** ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

**Оценка «4»** ставится, если выполнены требования к оценке «5», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочёта.

**Оценка «3»** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

**Оценка «2»** ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.