

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.О.20**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая и неорганическая химия  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)  
Химическая технология органических и неорганических веществ

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 8 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр                                      | 1          | 2          | Итого      |
|--|------------|------------|------------|
| Форма контроля                               | зачет      | экзамен    |            |
| Вид занятий                                  |            |            |            |
| Лекции                                       | 32         | 24         | 56         |
| Лабораторные                                 | 32         | 32         | 64         |
| Практические                                 |            |            |            |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР |            |            |            |
| Промежуточная аттестация                     | 0,25       | 0,35       | 0,60       |
| Контактная работа                            | 64,25      | 56,35      | 120,60     |
| Самостоятельная работа                       | 79,75      | 52         | 131,75     |
| Контроль                                     | 0          | 35,65      | 35,65      |
| <b>Итого</b>                                 | <b>144</b> | <b>144</b> | <b>288</b> |

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.т.н. Трошина М.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

18.03.01 Химическая технология

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2026 г.**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Химическая технология и ресурсосбережение»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_ *(подпись)*

М.В. Кравцова  
*(И.О. Фамилия)*

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра медицинской химии

(протокол заседания №2 от «27» августа 2021 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у обучающихся базовых знаний, умений и навыков по общей и неорганической химии, знакомство с внутренней логикой химической науки, а также приобретение способности использовать полученные знания, умения и навыки при изучении последующих химических и специальных дисциплин и в сфере профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Введение в профессию», «Высшая математика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Органическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Аналитическая химия», «Аналитический контроль качества сырья и продукции», «Общая химическая технология» и другие химические дисциплины.

## 3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)   | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)  | Планируемые результаты обучения   |
|--|--|---|
| ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов | ОПК-1.1. Знает теоретические основы общей и неорганической химии и понимает принципы строения вещества и протекания химических процессов | Знать: правила поведения и технику безопасности в химической лаборатории; специальную химическую терминологию; основные понятия и законы химии, строение и свойства химических соединений, природу химической связи в различных классах веществ; основные закономерности, сопровождающие взаимодействия веществ |
|  |  | Уметь: пользоваться химической терминологией; анализировать полученные результаты; применять теоретические аспекты общей и неорганической химии для анализа свойств веществ и механизмов химических процессов   |
|  |  | Владеть: специальной химической терминологией; методами анализа химических процессов; методами определения свойств веществ и механизма их участия в процессах химического характера в профессиональной деятельности и окружающем мире   |
|  | ОПК-1.5. Умеет выполнять основные  | Знать: методы проведения экспериментальных исследований,  |

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование)  | Планируемые результаты обучения   |
|--|--|---|
|  | химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ | подготовки рабочего места; алгоритмы расчета термодинамических характеристик химических реакций и равновесных концентраций веществ  |
|  |  | Уметь: самостоятельно работать с методическими рекомендациями, справочными материалами, применять теоретические знания для проведения эксперимента и обработки его результатов; рассчитывать термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ |
|  |  | Владеть: методами организации самостоятельной работы, анализа полученной информации; методикой расчета термодинамических характеристик химических реакций и равновесных концентраций веществ  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел)                           | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы)  | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного)                          |
|---|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 1.<br>Строение и свойства вещества | Лек1               | Предмет и задачи общей и неорганической химии Основные понятия и законы химии  | 1       | 2         | -     | -              |  |
|   | Лаб1               | Вводное занятие. Техника безопасности. Знакомство с химической посудой и реактивами. Выполнение и защита лабораторной работы 1. Очистка поваренной соли методом осаждения примесей | 1       | 2         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №1. Вопросы для защиты лабораторной работы №1 |
|   | Лек2               | Химический эквивалент. Закон эквивалентов  | 1       | 2         | -     | -              |  |
|   | Лаб2               | Выполнение и защита лабораторной работы 2. Определение молярной массы эквивалента металла  | 1       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №2. Вопросы для защиты лабораторной работы №2 |
|   | Лек3               | Строение атомов. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева   | 1       | 2         | -     | -              |  |
|   | Лек4               | Химическая связь. Метод валентных связей   | 1       | 2         | -     | -              |  |

| Модуль (раздел)  | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы)  | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного)                          |
|--|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
|  | Лек5               | Химическая связь. Метод молекулярных орбиталей. Пространственное строение молекул и ионов. Метод Гиллеспи                  | 1       | 2         | -     | -              |  |
| Модуль 2.<br>Термодинамика и кинетика химических процессов | Лек6               | Термодинамика химических процессов. Функции состояния: внутренняя энергия, энтальпия. Закон Гесса                          | 1       | 2         | -     | -              |  |
|  | Лек7               | Функции состояния: энтропия, энергия Гиббса. Направление протекания химических реакций                                     | 1       | 2         | -     | -              |  |
|  | Лаб3               | Выполнение и защита лабораторной работы 3. Определение энтальпии реакции   | 1       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №3. Вопросы для защиты лабораторной работы №3 |
|  | Лек8               | Скорость химических реакций. Закон действующих масс. Влияние температуры на скорость химических реакций. Энергия активации |         |           |       |                |  |

| Модуль (раздел)                                    | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы)  | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного)                          |
|--|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
|  | Лаб4               | Выполнение и защита лабораторной работы 4. Скорость химических реакций. Химическое равновесие  | 1       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №4. Вопросы для защиты лабораторной работы №4 |
|  | Лек9               | Катализ. Химическое равновесие   | 1       | 2         | -     | -              |  |
| Модуль 3.<br>Растворы и электрохимические процессы | Лек10              | Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Термодинамика и механизм растворения   | 1       | 2         | -     | -              |  |
|  | Лаб5               | Выполнение и защита лабораторной работы 5. Приготовление растворов заданной концентрации   | 1       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №5. Вопросы для защиты лабораторной работы №5 |
|  | Лек11              | Растворы неэлектролитов. Коллигативные свойства растворов  | 1       | 2         | -     | -              |  |
|  | Лек12              | Растворы электролитов: степень диссоциации, константа диссоциации, изотонический коэффициент, законы Рауля и Вант-Гоффа для растворов электролитов | 1       | 2         | -     | -              |  |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы)  | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного)                          |
|-----------------|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
|                 | Лек13              | Ионное производство воды, производство растворимости, направление обменных процессов в растворах электролитов  | 1       | 2         | -     | -              |  |
|                 | Лаб6               | Выполнение и защита лабораторной работы 6. Растворы электролитов   | 1       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №6. Вопросы для защиты лабораторной работы №6 |
|                 | Лек14              | Окислительно-восстановительные реакции: ионно-электронный метод. Направление окислительно-восстановительных реакций                                      | 1       | 2         | -     | -              |  |
|                 | Лаб7               | Выполнение и защита лабораторной работы 7. Окислительно-восстановительные реакции  | 1       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №7. Вопросы для защиты лабораторной работы №7 |
|                 | Лек15              | Электрохимия. Возникновение электродного потенциала. Гальванические процессы. Электролиз расплавов и водных растворов. Количественные законы электролиза | 1       | 2         | -     | -              |  |



| Модуль (раздел) | Вид учебной работы                   | Наименование тем занятий (учебной работы)  | Семестр       | Объем, ч.  | Баллы      | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного)                          |
|-----------------|--------------------------------------|--|---------------|------------|------------|----------------|--|
|                 | Лек16                                | Коррозия. Виды и механизмы протекания коррозии. Способы защиты металлов от коррозии  | 1             | 2          | -          | -              |  |
|                 | Лаб8                                 | Выполнение и защита лабораторной работы 8. Электролиз водных растворов   | 1             | 4          | 10         | -              | Отчет по лабораторной работе №8. Вопросы для защиты лабораторной работы №8 |
|                 | Самостоятельная работа (Ср1)         | Изучение теоретического материала по курсу лекций, подготовка к защите лабораторных работ №1-8. Выполнение задач индивидуального варианта. | 1             | 79,75      | 10         | -              | ИДЗ по индивидуальному варианту  |
|                 | Псц                                  | Посещаемость   | 1             | -          | 10         | -              | Посещаемость на занятиях   |
|                 | Промежуточная аттестация (ПА)        | Промежуточная аттестация   | 1             | 0,25       | -          | -              | Тестовые задания №1-500  |
|                 | Итоговый тест по курсу через ЦТ (ТИ) | Итоговое тестирование  | 1             | 2          | 100        | -              | Вопросы к зачету №1-55   |
|                 |                                      |  | <b>Итого:</b> | <b>144</b> | <b>200</b> |                |  |

| Модуль (раздел)         | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы)   | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного)                          |
|-------------------------|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Модуль 1.<br>s-элементы | Лек1               | Координационные соединения: номенклатура, классификация. Строение и устойчивость координационных соединений | 2       | 2         | -     | -              |  |
|                         | Лаб1               | Выполнение и защита лабораторной работы 1. Координационные соединения                                       | 2       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №1. Вопросы для защиты лабораторной работы №1 |
|                         | Лек2               | Элементы 1, 2 групп Периодической системы   | 2       | 2         | -     | -              |  |
|                         | Лаб2               | Выполнение и защита лабораторной работы 2. Свойства s-элементов и их соединений                             | 2       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №2. Вопросы для защиты лабораторной работы №2 |
| Модуль 2.<br>p-элементы | Лек3               | Элементы 13 группы Периодической системы  | 2       | 2         | -     | -              |  |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы)   | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного)                          |
|-----------------|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
|                 | Лаб3               | Выполнение и защита лабораторной работы 3. Свойства элементов 13 группы и их соединений | 2       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №3. Вопросы для защиты лабораторной работы №3 |
|                 | Лек4               | Элементы 14 группы Периодической системы  | 2       | 2         | -     | -              |  |
|                 | Лек5               | Элементы 15 группы Периодической системы: азот и его соединения                         | 2       | 2         | -     | -              |  |
|                 | Лаб4               | Выполнение и защита лабораторной работы 4. Свойства элементов 14 группы и их соединений | 2       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №4. Вопросы для защиты лабораторной работы №4 |
|                 | Лек6               | Элементы 15 группы Периодической системы: фосфор и его соединения, подгруппа мышьяка    | 2       | 2         | -     | -              |  |

| Модуль (раздел)      | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы)   | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного)                          |
|----------------------|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
|                      | Лаб5               | Выполнение и защита лабораторной работы 5. Свойства элементов 15 группы и их соединений | 2       | 6         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №5. Вопросы для защиты лабораторной работы №5 |
|                      | Лек7               | Элементы 16 группы Периодической системы: кислород, сера и их соединения                | 2       | 2         | -     | -              |  |
|                      | Лек8               | Элементы 16 группы Периодической системы: подгруппа селена                              | 2       | 2         | -     | -              |  |
|                      | Лаб6               | Выполнение и защита лабораторной работы 6. Свойства элементов 16 группы и их соединений | 2       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №6. Вопросы для защиты лабораторной работы №6 |
|                      | Лек9               | Элементы 17 группы Периодической системы  | 2       | 2         | -     | -              |  |
|                      | Лек10              | Химия элементов 18 группы Периодической системы   | 2       | 2         | -     | -              |  |
| Модуль 3. d-элементы | Лек11              | Элементы 3-7 групп Периодической системы  | 2       | 2         | -     | -              |  |
|                      | Лек12              | Элементы 8-12 групп Периодической системы   | 2       | 2         | -     | -              |  |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы              | Наименование тем занятий (учебной работы)  | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного)                            |
|-----------------|---------------------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
|                 | Лаб7                            | Выполнение и защита лабораторной работы 7. Свойства элементов 6, 7 групп и их соединений   | 2       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №10. Вопросы для защиты лабораторной работы №10 |
|                 | Лаб8                            | Выполнение и защита лабораторной работы 8. Свойства элементов 8-10 групп и их соединений   | 2       | 4         | 10    | -              | Отчет по лабораторной работе №8. Вопросы для защиты лабораторной работы №8   |
|                 | Самостоятельная работа (Ср1)    | Изучение теоретического материала по курсу лекций, подготовка к защите лабораторных работ №1-8. Выполнение задач индивидуального варианта. | 2       | 52        | 10    | -              | ИДЗ по индивидуальному варианту  |
|                 | Самостоятельная работа (Ср2)    | Подготовка к итоговому тестированию (экзамену)   | 2       | 35,65     | -     | -              |  |
|                 | Псц                             | Посещаемость   | 1       | -         | 10    | -              | Посещаемость на занятиях   |
|                 | Промежуточная аттестация (ПА)   | Промежуточная аттестация (экзамен)   | 2       | 0,35      | -     | -              | Тестовые задания №1-500  |
|                 | Итоговый тест по курсу через ЦТ | Итоговое тестирование  | 2       | 2         | 100   | -              | Вопросы к экзамену №1-52   |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного) |
|-----------------|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|---|
| Итого:          |                    |   |         | 144       | 200   |                |   |

**Схема расчета итогового балла**  $\langle (Сумма + T_{cp})/2 \rangle$  - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + среднее арифметическое по всем промежуточным тестам, проводимым через ОТ.

## **5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа. На лекциях используются наглядные и словесные методы обучения, на лабораторных занятиях – наглядные, словесные и практические методы. Оценивание знаний студентов производится по балльно-рейтинговой системе.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **Семестр 1. Курс «Общая и неорганическая химия 1»**

#### **Модуль 1. Строение и свойства вещества**

##### **Темы лекционных занятий:**

Предмет и задачи общей и неорганической химии Основные понятия и законы химии. Химический эквивалент. Закон эквивалентов.  
Строение атомов. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.  
Химическая связь. Метод валентных связей.  
Химическая связь. Метод молекулярных орбиталей. Пространственное строение молекул и ионов. Метод Гиллеспи.

##### **Темы лабораторных занятий:**

Вводное занятие. Техника безопасности. Знакомство с химической посудой и реактивами. Очистка поваренной соли методом осаждения примесей.  
Определение молярной массы эквивалента металла.

##### **Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление об основных понятиях и законах химии; классификации неорганических веществ; современной теории строения атома, квантовых числах, правилах и принципах заполнения атомных орбиталей многоэлектронных атомов; Периодической системе Д.И. Менделеева; химической связи, ее видах, характеристиках, гибридизации, методе валентных связей и методе молекулярных орбиталей, гибридизации, методе Гиллеспи.

##### **знать:**

- основные понятия химии (молекула, атом, химический элемент, моль, молярная масса);
- основные законы химии (сохранения массы, постоянства состава, объемных отношений, Авогадро, уравнение Менделеева-Клапейрона, объединенный газовый закон);
- химический эквивалент, закон эквивалентов;
- теории строения атома, современная теория строения атома;
- химическая связь: ковалентная, ионная, металлическая, водородная;
- зонная теория кристаллов;
- метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей;
- гибридизация, метод Гиллеспи;
- межмолекулярные взаимодействия.

##### **уметь:**

- проводить химический эксперимент и анализ полученных результатов;
- проводить количественные расчеты по уравнениям химических реакций;
- составлять электронную конфигурацию химических элементов;

- определять тип химической связи в веществе, его пространственное строение, магнитные свойства;
- составлять структурную формулу вещества.

### Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на: основных понятиях и законах химии; классификации веществ; общих химических свойствах веществ одного класса; функциях состояния, законе Гесса, гомо- и гетерогенных процессах, энергии активации, константах скорости реакции и химического равновесия;
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Что такое относительная атомная масса? Рассчитайте относительную атомную массу серы, если  $m(S)=5,3 \cdot 10^{-23}$  г, а  $m(C)=2,0 \cdot 10^{-23}$  г.
  2. Рассчитайте абсолютную массу молекулы серной кислоты, если ее относительная молекулярная масса равна 98.
  3. Относительная плотность газа по водороду, содержащего 27,27% углерода и 72,73% кислорода, равна 22. Определите относительную молекулярную массу газа и его химическую формулу.
  4. Относительные плотности газов по воздуху равны: а) 0,9; б) 3,17. Определите массу 1 л каждого газа.
  5. Определите, какой это металл, если 1,6 г кальция и 2,615 г двухвалентного металла вытесняют из кислоты одинаковый объем водорода при одних и тех же условиях.
  6. Хлорид металла содержит 69% хлора. Относительная атомная масса металла равна 47,9. Определите степень окисления металла в этом соединении.
  7. При температуре 100°C и давлении 50 атм. газ занимает объем 10 м<sup>3</sup>. Приведите объем этого газа к н.у.
  8. Чему равна масса 1 моль эквивалентов олова в реакциях его восстановления: а)  $\text{Sn}^{4+} + 2e = \text{Sn}^{2+}$ ; б)  $\text{Sn}^{4+} + 4e = \text{Sn}^0$
  9. Рассчитайте молярную массу эквивалента железа в соединениях его с кислородом, содержащих а) 70 и б) 77,8% железа.
  10. Определите эквивалент и молярную массу эквивалента ионов железа в приведенных реакциях: а)  $\text{Fe}^{3+} + 1e = \text{Fe}^{2+}$ ; б)  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3$
  11. Рассчитайте молярную массу эквивалента металла, если 0,029 г его вытесняют из кислоты 30 мл водорода (н.у.).
  12. Составьте электронную конфигурацию элемента с атомным номером 25.
  13. Определите набор квантовых чисел для всех электронов элемента с атомным номером 22.
  14. Определите тип химической связи в молекулах угарного газа, хлорида лития и рассмотрите образование химической связи по методу валентных связей.
  15. Определите пространственное строение пентахлорида брома, дифторида олова, пербромат-иона.
  16. По методу молекулярных орбиталей установите порядок связи и определите магнитные свойства в цианид-ионе и оксиде азота (II).

### Модуль 2. Термодинамика и кинетика химических процессов

#### Темы лекционных занятий:

Термодинамика и кинетика химических процессов.



Термодинамика химических процессов. Функции состояния: внутренняя энергия, энтальпия. Закон Гесса.

Функции состояния: энтропия, энергия Гиббса. Направление протекания химических реакций.

Скорость химических реакций. Закон действующих масс. Влияние температуры на скорость химических реакций. Энергия активации.

Катализ. Химическое равновесие.

### **Темы лабораторных занятий:**

Определение энтальпии реакции.

Скорость химических реакций. Химическое равновесие.

### **Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление об энергетических изменениях в системах, в которых происходит взаимодействие между веществами; скорости химических реакций и методах ее регулирования.

#### **знать:**

- термодинамические функции состояния, способ из расчета (закон Гесса и его следствие);
- влияние температуры на возможность протекания реакции в зависимости от численных значений энтальпии и энтропии реакции;
- влияние на скорость химической реакции концентрации (закон действующих масс);
- влияние на скорость реакции температуры (правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса);
- влияние на скорость реакции катализаторов;
- химическое равновесие и способы его смещения (принцип Ле Шателье).

#### **уметь:**

- определять возможность протекания реакции;
- регулировать скорость химической реакции.

### **Методические рекомендации по изучению модуля**

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на: строении атома и его характеристиках; химической связи, пространственном строении молекул и ионов;

- ответить на контрольные вопросы:

1. При соединении 3,2 г железа с кислородом выделилось 40 кДж тепла. Рассчитайте энтальпию образования оксида железа (II).

2. Рассчитайте теплотворную способность метана.

3. Рассчитайте количество тепла, которое выделится при сгорании 50 м<sup>3</sup> смеси, состоящей из 50% кислорода, 25% водорода и 25% углекислого газа.

4. Сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания реакции в стандартных условиях, если известно, что  $\Delta H_p^0 = -293$  кДж,  $\Delta S_p^0 = 27$  Дж/К.

5. Во сколько раз изменится скорость реакции при изменении температуры на 30<sup>0</sup>С, если  $\gamma = 3,0$ ?

6. Как изменится  $v_{пр}$  газофазной реакции  $2A + 3B = 2C$  при увеличении давления в 2 раза?

7. Почему  $v_{пр}$  реакции  $Na + H_2O \rightarrow$  отличается от  $v_{пр}$  реакции  $Ca + H_2O \rightarrow$ ?

8. Изменение каких факторов вызовет смещение равновесия обратимой реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$ ;  $\Delta H_p^0 = -92$  кДж в сторону прямой реакции?

9. Вычислите исходные концентрации веществ, если равновесные концентрации известны:  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow 2\text{NOCl}$ ,  $[\text{NO}]=1,5$  моль/л,  $[\text{Cl}_2]=1$  моль/л,  $[\text{NOCl}]=0,5$  моль/л.

10. Определите энергию активации реакции, если константа скорости реакции при 283 К составляет 0,4, а при 303 К – 1,8.

### **Модуль 3. Растворы и электрохимические процессы**

#### **Темы лекционных занятий:**

Растворы и электрохимические процессы.

Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Термодинамика и механизм растворения.

Растворы неэлектролитов. Коллигативные свойства растворов.

Растворы электролитов: степень диссоциации, константа диссоциации, изотонический коэффициент, законы Рауля и Вант-Гоффа для растворов электролитов.

Ионное произведение воды, произведение растворимости, направление обменных процессов в растворах электролитов.

Окислительно-восстановительные реакции: ионно-электронный метод. Направление окислительно-восстановительных реакций.

Электрохимия. Возникновение электродного потенциала. Гальванические процессы. Электролиз расплавов и водных растворов. Количественные законы электролиза.

Коррозия. Виды и механизмы протекания коррозии. Способы защиты металлов от коррозии.

#### **Темы лабораторных занятий:**

Приготовление растворов заданной концентрации.

Растворы электролитов.

Окислительно-восстановительные реакции.

Электролиз водных растворов.

#### **Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление об истинных растворах; свойствах растворов; способах выражения концентрации растворов; об окислительно-восстановительных реакциях; электродном потенциале; электрохимических процессах: гальванических, электролиза, коррозии, симметрии молекул.

#### **знать:**

- составные части растворов; количественное выражение состава растворов;
- свойства растворов неэлектролитов и электролитов;
- направление обменных процессов в растворах электролитов;
- методы уравнивания окислительно-восстановительных реакций (метод электронного баланса и полуреакций);
- диаграммы Латимера и Фроста;
- гальванические процессы и работу гальванических элементов;
- электролиз расплавов и водных растворов электролитов;
- законы электролиза;
- виды коррозии и механизмы их протекания;
- способы защиты металлов от коррозии;
- симметрию молекул

**уметь:**

- проводить химический эксперимент и анализ полученных результатов;
- готовить растворы заданной концентрации
- определять концентрацию растворов;
- определять свойства растворов;
- расставлять коэффициенты в окислительно-восстановительных реакциях;
- анализировать диаграммы Латимера и Фроста;
- составлять гальванические процессы, определять электродвижущую силу гальванических элементов;
- составлять процессы электролиза расплавов и водных растворов электролитов;
- определять количества образующихся на электродах веществ при электролизе;
- составлять процессы химической и электрохимической коррозии;
- подбирать способы защиты металлов от коррозии.

**Методические рекомендации по изучению модуля**

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на: составе растворов; способах выражения концентрации растворов; электролитах и неэлектролитах; свойствах неэлектролитов и электролитов; методах электронного баланса и полуреакций; анализе диаграмм Латимера и Фроста; гальванических процессах; работе гальванических элементов; расчете ЭДС; анодных и катодных реакциях при электролизе; законах Фарадея; типах и механизмах различных видов коррозии; способах защиты металлов от коррозии.
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Каков тип химической связи в электролитах? Какие электролиты называют потенциальными? Истинными?
  2. Напишите диссоциацию а) сульфита натрия и б) гидрофосфата калия по первой и второй ступеням.
  3. Выразите константу диссоциации ортофосфорной кислоты по первой ступени.
  4. Определите степень диссоциации 0,01 М раствора уксусной кислоты, если  $K_d = 1,74 \cdot 10^{-5}$ .
  5. Что показывает изотонический коэффициент? Какая связь существует между степенью диссоциации электролита и изотоническим коэффициентом?
  6. Определите температуры кипения и замерзания 0,01 м раствора сульфата натрия, если степень диссоциации составляет 54%.
  7. Что называют ионным произведением воды? Чему оно равно?
  8. Определите pH а) 0,1 М раствора KOH и б) 0,1 М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  ( $K_d = 1,74 \cdot 10^{-5}$ ).
  9. Определите растворимость гидроксида алюминия, если его  $\text{PP} = 5,7 \cdot 10^{-32}$ .
  10. Рассчитайте осмотическое давление 0,002 М раствора бензола при температуре 17°C.
  11. Напишите гидролиз следующих солей и определите среду их водных растворов:  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ .
  12. Уравняйте химические реакции методом полуреакций: а) перманганат калия + нитрит натрия + серная кислота; б) перманганат калия + нитрит натрия + гидроксид калия; в) перманганат калия + нитрит натрия + вода.
  13. Определите по диаграмме Латимера для марганца при pH=0 и pH=14 устойчивые формы и формы, склонные к диспропорционированию.
  14. Постройте диаграммы Фроста для азота при pH=0 и pH=14 и проанализируйте их.

15. Составьте схему двух гальванических элементов, в одном из которых кобальт служил бы катодом, а в другом – анодом. Напишите уравнения реакций, происходящих при работе этих элементов.
16. Гальванический элемент состоит из хромового электрода, погруженного в 0,01 М раствор  $\text{CrSO}_4$ , и стандартного водородного электрода. Напишите уравнения электродных процессов. Чему равна его э.д.с.?
17. Каким уравнением количественно описывается электролиз?
18. Что рассчитывают с помощью уравнения Нернста?
19. Составьте схему электролиза водного раствора хлорида никеля на инертных электродах.
20. Составьте схемы электролиза водного раствора хлорида железа (II), если: а) анод железный; б) анод угольный.
21. Раствор содержит ионы  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  в одинаковой концентрации. В какой последовательности эти металлы будут выделяться при электролизе, если напряжение достаточно для выделения любого металла?
22. Вычислите массу никеля, выделившегося на катоде при пропускании тока силой 20 А через раствор нитрата никеля в течение 22 часов.
23. При электролизе раствора соли олова (II) масса катода увеличилась на 4 г. Что произошло при этом на оловянном аноде?
24. Рассчитайте объем кислорода, который может быть получен при электролизе током 5 А в течение 2 часов, если выход по току составляет 85%.
25. При прохождении через раствор соли трехвалентного металла тока силой 1,5 А в течение 30 мин на катоде выделилось 0,18 г металла. Вычислите молярную массу металла и расход электроэнергии, если известно, что напряжение в сети равно 6 В, а выход по току 72%.
26. Какой контакт является наиболее коррозионноопасным для железа: Fe/Cu, Fe/Sn, Fe/Ag?
27. В контакте с каким из металлов медь является анодом: хром, золото, никель.
28. Напишите электрохимические процессы (анодный и катодный), протекающие в контакте Al/Cu в растворе хлорида натрия.

## **Семестр 2. Курс «Общая и неорганическая химия 2»**

### **Модуль 1. s-элементы**

#### **Темы лекционных занятий:**

Координационные соединения: номенклатура, классификация. Строение и устойчивость координационных соединений.

Элементы 1, 2 групп Периодической системы.

#### **Темы лабораторных занятий:**

Координационные соединения.

Свойства s-элементов и их соединений.

#### **Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление о комплексных соединениях, номенклатуре комплексных соединений, устойчивости комплексов; структуре, свойствах, методах получения простых веществ; двух- и трехэлементных соединениях; твердых растворах, эвтектики, нестехиометрических соединениях; основных физических и химических свойствах s-элементов, способах их получения и применении; жесткости воды и методах ее умягчения.

#### **знать:**

- номенклатуру комплексных соединений, их свойства;
- структуру, свойства и способы получения простых веществ;

- свойства двух- и трёхэлементных соединений;
- особенности нестехиометрических соединений;
- свойства s-элементов, способы их получения и применения;
- жесткость воды и способы ее устранения.

**уметь:**

- проводить химический эксперимент и анализ полученных результатов;
- определять структуру, свойства и способы получения простых веществ;
- характеризовать двух- и трёхэлементные соединения;
- определять физические и химические свойства s-элементов;
- составлять уравнения химических реакций с участием s-элементов;
- определять жесткость воды;
- устранять жесткость воды.

**Методические рекомендации по изучению модуля**

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на: номенклатуре комплексов; структуре, свойствах простых, бинарных и трехэлементных веществ; характеристиках и свойствах s-элементов; жесткости воды и способах ее устранения;

- ответить на контрольные вопросы:

1. Назвать указанные комплексные соединения, определите состав внешней и внутренней сфер, комплексобразователь, лиганды, координационное число, заряд комплексобразователя, напишите первичную и вторичную диссоциации комплексов и выразить для них константу нестойкости:  $[\text{Rh}(\text{N}_2)_2\text{Cl}_2]\text{CN}$ ,  $\text{K}_3[\text{Ir}(\text{C}_2\text{O}_4)_2\text{Cl}_2]$ .

2. Составить химические формулы следующих комплексных соединений: диацетатодибромocupрат (II) калия; йододиазотсеребро (I).

3. Составить и назвать 4 комплексных соединения из указанных ионов и молекул:  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{S}^{2-}$ .

4. Составить уравнения реакций:



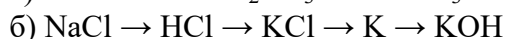
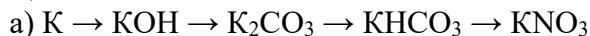
5. Написать процессы получения лития, натрия, калия электролизом расплавов их солей с угольными электродами.

6. Сравнить химическую активность s-элементов в группах с увеличением порядкового номера элемента.

7. Какие металлы называются щелочными и почему? Что общего в строении внешних электронных оболочек имеют атомы щелочных металлов?

8. Написать уравнения гидролиза: а) карбоната натрия; б) фосфата калия.

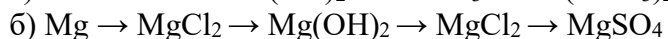
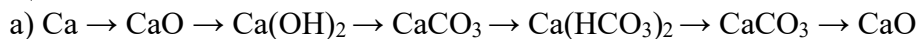
9. Написать уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:



10. Какие вещества в технике называют: кальцинированной содой, кристаллической содой, пищевой содой, каустической содой?

11. Что общее имеют в строении внешних электронных оболочек атомы металлов ПА-группы?

12. Написать уравнения реакций при помощи которых можно осуществить превращения:



13. Почему при изучении свойств элементов ПА-группы выделяют бериллий, магний и остальные элементы, называемые щелочно-земельными?

14. Составить схему электролиза: а) раствора  $\text{CaCl}_2$ ; б) расплава  $\text{MgCl}_2$ .

## **Модуль 2. р-элементы**

### **Темы лекционных занятий:**

Элементы 13 группы Периодической системы.

Элементы 14 группы Периодической системы.

Элементы 15 группы Периодической системы: азот и его соединения.

Элементы 15 группы Периодической системы: фосфор и его соединения, подгруппа мышьяка.

Элементы 16 группы Периодической системы: кислород, сера и их соединения.

Элементы 16 группы Периодической системы: подгруппа селена.

Элементы 17 группы Периодической системы.

Химия элементов 18 группы Периодической системы.

### **Темы лабораторных занятий:**

Свойства элементов 13 группы и их соединений.

Свойства элементов 14 группы и их соединений.

Свойства элементов 15 группы и их соединений.

Свойства элементов 16 группы и их соединений.

### **Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление о основных физических и химических свойствах р-элементов, способах их получения и применении.

#### **знать:**

- основные физические свойства р-элементов;
- химические свойства р-элементов;
- способы получения р-элементов и их соединений;
- применение р-элементов и их соединений.

#### **уметь:**

- проводить химический эксперимент и анализ полученных результатов;
- составлять электронную конфигурацию р-элементов;
- определять физические и химические свойства р-элементов;
- составлять уравнения химических реакций с участием р-элементов.

### **Методические рекомендации по изучению модуля**

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на: свойствах р-элементов; способах получения р-элементов и их соединений; применении р-элементов и их соединений;
- ответить на контрольные вопросы:

29. Чему равна валентность бора: а) в нормальном и б) в возбужденном состоянии?

30. Какие соединения можно получить, имея бор, магний, соляную кислоту?

31. В каких реакциях выделяется водород? а)  $\text{Al} + \text{NaOH} \rightarrow$ ; б)  $\text{Al} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ; в)  $\text{Al} + \text{HNO}_3(\text{разб}) \rightarrow$ ; г)  $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб}) \rightarrow$

32. Какие вещества образуются в результате гидролиза: а) сульфида алюминия; б) сульфата алюминия?

33. Каким образом можно получить  $\text{CO}_2$  в лабораторных условиях?

34. Что такое «растворимое стекло»? Где оно применяется?

35. Произойдет ли реакции между  $\text{SnCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{FeCl}_2$ ?

8. Почему при растворении солей олова в воде раствор получается мутным?
9. Чем объясняется химическая пассивность свободного азота?
10. В какие вещества превращаются неметаллы при действии на них концентрированной азотной кислоты? Какие металлы растворяются в ней?
11. Написать химические формулы кислот – ортофосфорной, дифосфорной, фосфористой и фосфорноватистой, учитывая, что третья двухосновная, а четвертая одноосновна. Какова степень окисления фосфора в них?
12. Сравнить кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов, гидроксидов, солей мышьяка, сурьмы и висмута. Написать соответствующие уравнения реакций.
13. Привести механизм образования иона гидроксония.
14. Какие из приведенных соединений являются производными пероксида водорода:  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{BaO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CaO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$ .
15. Написать уравнения ступенчатой диссоциации сероводородной кислоты. Как будут смещаться равновесия при прибавлении: а) серной кислоты; б) нитрата свинца; в) щелочи?
16. Что будет происходить при действии концентрированной серной кислоты на: а) бромид натрия; б) углерод; в) серу? Составить уравнения реакций, протекающих при нагревании.
17. Сколько молекул и атомов содержится в 5,6 л водорода при н.у.?
18. Сколько граммов цинка надо взять, чтобы при взаимодействии с серной кислотой получить 5,6 л водорода при н.у.?
19. Объяснить закономерность изменения окислительных свойств галогенов на основании строения электронных оболочек их атомов.
20. Объяснить, могут ли в растворе совместно существовать следующие вещества: а) бромная вода и сероводород; б) хлорная вода и хлороводород; в) хлорная вода и бромоводород; г) хлорная вода и иодид калия; хлорид железа (III) и иодид калия.

### **Модуль 3. d-элементы**

#### **Темы лекционных занятий:**

Элементы 3-7 групп Периодической системы.

Элементы 8-12 групп Периодической системы.

#### **Темы лабораторных занятий:**

Свойства элементов 6, 7 групп и их соединений.

Свойства элементов 8-10 групп и их соединений.

#### **Изучив данный модуль, студент должен:**

иметь представление о основных физических и химических свойствах d-элементов, способах их получения и применении; жесткости воды и методах ее умягчения.

##### **знать:**

- основные физические свойства d-элементов;
- химические свойства d-элементов;
- способы получения d-элементов и их соединений;
- применение d-элементов и их соединений.

##### **уметь:**

- проводить химический эксперимент и анализ полученных результатов;
- составлять электронную конфигурацию d-элементов;
- определять физические и химические свойства d-элементов;
- составлять уравнения химических реакций с участием d-элементов.

## Методические рекомендации по изучению модуля

При освоении модуля необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующему модулю дисциплины, используя лекционный материал и литературу по данной тематике;
- акцентировать внимание на: свойствах d-элементов; способах получения d-элементов и их соединений; применении d-элементов и их соединений;
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Написать электронные формулы меди, серебра, золота.
  2. В чем можно растворить элементы подгруппы меди? Написать соответствующие уравнения реакций.
  3. Составить схему электролиза сульфата меди (II) на серебряных электродах.
  4. На каких реакциях основано применение солей серебра в фотографии?
  5. Указать среди перечисленных реакций те, в которых выделяется водород: а) цинк + гидроксид калия; б) ртуть + соляная кислота; в) цинк + серная кислота (разб.); г) кадмий + азотная кислота (разб.). Составить уравнения реакций.
  6. В чем можно растворить гидроксид цинка?
  7. Какое вещество можно использовать для следующих превращений: а) цинк → цинкат натрия; б) нитрат ртути (II) → оксид ртути (II). Составить уравнения реакций.
  8. Какие соединения образуются при растворении гидроксидов цинка и кадмия в растворе аммиака? Составить уравнения реакций.
  9. Какие вещества образуются при гидролизе хлоридов элементов подгруппы титана?
  10. Возможно ли существование в водных растворах ионов  $Ti^{4+}$ ,  $Zr^{4+}$ ,  $Hf^{4+}$ .
  11. Как можно перевести в растворимое состояние  $TiO_2$  и  $ZrO_2$ ?
  12. Дописать уравнения реакций: а)  $TiCl_2 + HCl \rightarrow$ ; б)  $TiO_2 + BaCO_3 \rightarrow$ ; в)  $TiCl_4 + H_2O \rightarrow$ .
  13. Какие простые и сложные ионы образует ванадий? Привести их состав и заряд.
  14. Привести структуру атома ванадия в нейтральном состоянии и в степени окисления, в которой ванадий является гомологом фосфора.
  15. Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов ванадия в следующем ряду:  $VO$ ,  $V_2O_3$ ,  $VO_2$ ,  $V_2O_5$ ?
  16. Закончить уравнения окислительно-восстановительных реакций:  
а)  $KVO_3 + H_2SO_4 + H_2S \rightarrow$ ; б)  $K_2Cr_2O_7 + H_2O + VOSO_4 \rightarrow$ .
  17. Дихроматы устойчивы в кислой среде, хроматы – в щелочной. При изменении реакции среды происходит взаимное превращение хроматов и дихроматов. Составить в ионной форме уравнения реакций взаимодействия: дихромата калия и гидроксида калия; хромата калия и серной кислоты.
  18. Составить уравнение реакции разложения при нагревании дихромата аммония. К какому типу реакций относится этот процесс?
  19. Как изменяется устойчивость соединений хрома, молибдена и вольфрама в высшей степени окисления? Привести примеры окислительно-восстановительных реакций, в которые вступают эти соединения.
  20. Какой продукт получается при подкислении раствора молибдата аммония?
  21. Написать электронные и электронно-графические формулы  $Mn^0$ ,  $Mn^{+4}$ ,  $Mn^{+7}$ .
  22. Привести уравнения реакций, показывающие отношение металлов VIIВ-группы к растворам серной и азотной кислот различной концентрации.
  23. Используя таблицу стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, доказать возможность протекания реакции между растворами  $KMnO_4$  и  $HCl$ . Определить окислитель, восстановитель, среду.
  24. Сопоставить свойства оксидов и гидроксидов марганца (VII) и хлора (VII).



25. Написать уравнения реакций диссоциации по первой ступени следующих солей:  
а)  $(\text{CoOH})_2\text{SO}_4$ ; б)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; в)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

26. Дописать уравнение реакции и подобрать коэффициенты:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH}$   
 $\xrightarrow{t}$ .

27. Уравнениями реакций доказать двойственный характер окислительно-восстановительных свойств ионов:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ .

28. Привести уравнения реакций, показывающие отношение металлов VIIIВ-группы к растворам серной и азотной кислот различной концентрации.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства  |
|---------|---|---|
| 1       | ОПК-1   | Отчеты по лабораторным работам №1-8<br>Вопросы для защиты лабораторных работ №1-8<br>ИДЗ по индивидуальному варианту<br>Тестовые задания № 1-500<br>Вопросы к зачету № 1-55   |
| 2       | ОПК-1   | Отчеты по лабораторным работам №1-8<br>Вопросы для защиты лабораторных работ №1-8<br>ИДЗ по индивидуальному варианту<br>Тестовые задания № 1-500<br>Вопросы к экзамену № 1-52 |

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Отчет по лабораторной работе

##### Семестр 1. Курс «Общая и неорганическая химия 1»

#### Лабораторная работа №1 «Очистка поваренной соли методом осаждения примесей»

**Цель:** ознакомиться с методами очистки твердых веществ на примере очистки поваренной соли.

##### **Порядок выполнения работы:**

1. 25 г технического хлорида натрия растворите в 100 мл воды. Раствор прокипятите 1-2 минуты, дайте отстояться и декантируйте через складчатый фильтр, чтобы очистить от механических примесей.

2. Прозрачный фильтрат подкислите соляной кислотой до слабокислой реакции (по лакмусу), нагрейте и добавьте 10 мл 0,5 н.  $\text{BaCl}_2$  для осаждения иона  $\text{SO}_4^{2-}$ . Полученную смесь кипятите 20-30 минут, дайте отстояться и отфильтруйте через плотный фильтр.

3. Для осаждения ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и избытка ионов  $\text{Ba}^{2+}$  прибавьте 1 мл 10%-ного раствора  $\text{NaOH}$  и 5 мл 10%-ного раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Смесь прокипятите 1-2 минуты, дайте отстояться, проверьте полноту осаждения ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  и отфильтруйте.

4. Фильтрат нейтрализуйте раствором соляной кислоты (по лакмусу) и упарьте до появления кристаллов.

5. Кристаллы отфильтруйте под вакуумом. Для этого приготовьте прибор для вакуумного фильтрования: вырежьте из фильтровальной бумаги круг с диаметром меньше диаметра воронки Бюхнера, но закрывающий все отверстия в дне воронки, положите его на дно воронки, смочите несколькими каплями дистиллированной воды и слегка прижмите пальцами к фарфоровому дну воронки. Плавно включите водоструйный насос. Убедитесь, что фильтр плотно присосался к дну воронки и нигде не прорвался. Если произойдет прорыв фильтра над одним из отверстий в дне воронки или обнаружится подсос воздуха с какого-либо

края фильтра, следует закрыть водоструйный насос и заменить круг фильтровальной бумаги новым. Убедившись, что фильтрование идет нормально, не выключая водоструйного насоса, сливайте в воронку раствор с кристаллами. По окончании фильтрования отсоедините колбу Бунзена от насоса, сняв каучук с отростка колбы Бунзена, после чего выключите насос.

6. Отфильтрованные кристаллы промойте очень малым количеством воды и высушите при 70-100°C до постоянной массы.

7. Из маточного раствора при упаривании получите еще некоторое количество кристаллов.

8. Рассчитайте степень чистоты технического хлорида натрия.

9. Сделайте вывод к работе.

## Лабораторная работа №2 «Определение молярной массы эквивалента металла»

**Цель:** определение молярной массы эквивалента металла экспериментальным путем.

**Опыт. Определение молярной массы эквивалента металла по объёму водорода, вытесненного из раствора кислоты.**

Определение производится с помощью прибора (рис.1), состоящего из измерительной бюретки (1) на 25...50 мл, двухколенной пробирки Оствальда (2) и уравнивающей склянки или бюретки (3).

1. В одно из колен пробирки Оствальда (2) поместите навеску металла, полученную у лаборанта.

2. В другое колено на 1/4 часть его объёма налейте раствор соляной кислоты.

3. Плотно закройте пробирку Оствальда (2) пробкой и закрепите её в штативе.

4. Проверьте прибор на герметичность, для чего уравнительный сосуд (3) поднимите на 10...15 см и закрепите в этом положении. Если прибор герметичен, то уровень жидкости в нём остается постоянным. Если прибор не герметичен, проверьте, плотно ли закрыта пробирка Оствальда (2) пробкой.

5. Установите бюретку (1) и сосуд (3) таким образом, чтобы жидкость в них находилась на одном уровне. Отметьте положение уровня жидкости (мениска) в бюретке (1) –  $V_1$ .

6. Осторожно поверните пробирку (2) так, чтобы кислота перелилась в колено, где находится металл.

7. После полного растворения металла приведите положение жидкости в бюретке (1) и сосуде (3) к одному уровню.

8. Точно отметьте положение мениска жидкости в бюретке (1) –  $V_2$ . Определите объём выделившегося водорода.

9. Отметьте показания термометра и барометра.

10. Результаты замеров занесите в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты эксперимента

| Наименование                       | Обозначение           | Значение | Ед. измерения |
|------------------------------------|-----------------------|----------|---------------|
| Навеска металла                    | $m$                   |          | г             |
| Уровень в бюретке до опыта         | $V_1$                 |          | мл            |
| Уровень в бюретке после опыта      | $V_2$                 |          | мл            |
| Объем выделившегося водорода       | $V_{H_2} = V_2 - V_1$ |          | мл            |
| Температура опыта                  | $t$                   |          | °C            |
| Температура опыта                  | $T = t + 273$         |          | К             |
| Давление насыщенного водяного пара | $h$                   |          | мм рт. ст.    |
| Атмосферное давление               | $P$                   |          | мм рт. ст.    |
| Давление водорода                  | $P_{H_2} = P - h$     |          | мм рт. ст.    |

11. Давление насыщенного водяного пара выпишите из таблицы 2 при температуре опыта.

12. Приведите объём выделившегося водорода к нормальным условиям (н.у. –  $P^o = 760$  мм. рт. ст.,  $T^o = 273$  K):

$$\frac{P_{H_2}^o V_{H_2}^o}{T^o} = \frac{P_{H_2} V_{H_2}}{T}; \quad V_{H_2}^o = \frac{P_{H_2} V_{H_2} T^o}{T P_{H_2}^o}$$

13. Рассчитайте молярную массу эквивалента металла:

$$\frac{m_{Me}}{m_{\mathcal{E}_{Me}}} = \frac{V_{H_2}^o}{V_{\mathcal{E}_{H_2}}^o}; \quad m_{\mathcal{E}_{Me}} = \frac{m_{Me} V_{\mathcal{E}_{H_2}}^o}{V_{H_2}^o}$$

где  $V_{\mathcal{E}_{H_2}}^o = 11200$  мл/моль – молярный объём эквивалента водорода (н.у.).

Бюретки укрепляются в штативе и заполняются водой. В исходном состоянии жидкость в сосудах 1 и 3 должна находиться на одном уровне.

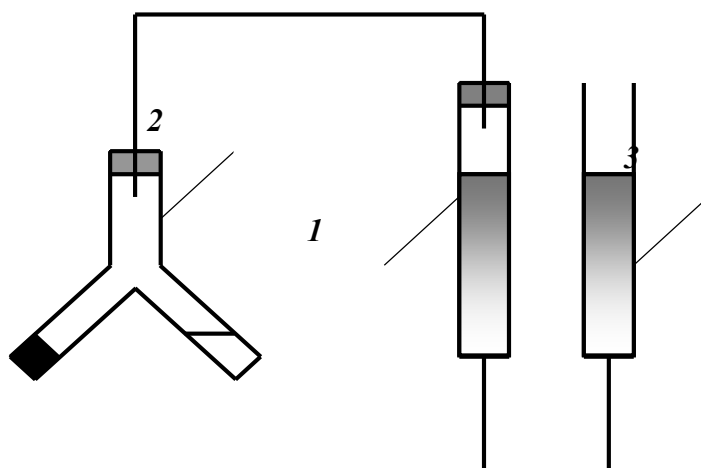


Рисунок 1. Схема прибора для определения молярной массы эквивалента металла: 1 – измерительная бюретка, 2 – двухколенная пробирка Оствальда, 3 – уравнивающая бюретка

Таблица 2

Давление насыщенного водяного пара

| Температура,<br>°C | Давление<br>насыщенного<br>водяного пара, мм<br>рт. ст. | Температура,<br>°C | Давление<br>насыщенного<br>водяного пара, мм рт.<br>ст. |
|--------------------|---|--------------------|---|
| 14                 | 11,99   | 21                 | 18,63   |
| 15                 | 12,79   | 22                 | 19,80   |
| 16                 | 13,63   | 23                 | 21,03   |
| 17                 | 14,52   | 24                 | 22,33   |
| 18                 | 15,47   | 25                 | 23,71   |
| 19                 | 16,47   | 26                 | 25,16   |
| 20                 | 17,52   | 27                 | 26,68   |

14. По молярной массе эквивалента металла методом подбора валентностей, определите, какой металл был использован в опыте.

15. Рассчитайте относительную ошибку эксперимента:

$$\Delta = \pm \frac{m_{\mathcal{E}_{теор}} - m_{\mathcal{E}_{эксп}}}{m_{\mathcal{E}_{теор}}} \cdot 100\%$$

16. Сделайте вывод к работе.

### Лабораторная работа №3 «Определение энтальпии реакции»

**Цель:** определение теплового эффекта системы, в которой происходит химическая реакция, и энтальпии реакции в нестандартных условиях.

#### Опыт 1. Нейтрализация серной кислоты гидроксидом натрия в одну стадию

Для нейтрализации серной кислоты гидроксидом натрия в одну стадию смешивают эквивалентные количества кислоты и щелочи до образования сульфата натрия:



1. Отмерьте цилиндром заданный преподавателем объем раствора кислоты, вылейте его в термостатированный стакан. Опустите в стакан термометр, замерьте и запишите в таблицу 1 температуру раствора. Термометр не вынимайте из стакана до окончания опыта.

2. Отмерьте другим цилиндром такой же объем раствора щелочи и осторожно, но быстро вылейте в стакан с раствором кислоты. Осторожно перемешайте, отметьте наибольшее изменение температуры при образовании сульфата натрия.

3. Выньте термометр, вылейте раствор из термостатированного стакана, фильтровальной бумагой тщательно высушите стенки и дно стакана, поместите в него термометр и дайте остыть до прежней температуры.

4. Заполните таблицу 1 (величины теплоемкостей и плотности растворов выпишите из таблицы 3). Выполните расчеты.

Таблица 1

Результаты опыта 1

| Вещество                        | $V$ ,<br>мл | $t$ ,<br>°C | $\rho$ ,<br>г/см <sup>3</sup> | $C$ ,<br>Дж/г·°C | $n$ ,<br>моль | $Q$ ,<br>Дж/п моль | $\Delta H$ ,<br>кДж/моль |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------|------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  |             |             |                               |                  |               |                    |                          |
| NaOH                            |             |             |                               |                  |               |                    |                          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |             |             |                               |                  |               |                    |                          |

#### Опыт 2. Нейтрализация серной кислоты гидроксидом натрия в две стадии

При нейтрализации серной кислоты гидроксидом натрия в две стадии эквивалентный объем щелочи вносят в два приема:



1. Отмерьте цилиндром заданный в опыте 1 объем раствора кислоты, вылейте в термостатированный стакан, измерьте температуру раствора. Температуры растворов серной кислоты в опытах 1 и 2 должны быть одинаковы.

2. Измерьте другим цилиндром половину эквивалентного объема раствора щелочи и осторожно, но быстро вылейте в стакан с раствором кислоты. Отметьте температуру образования раствора гидросульфата натрия.

3. Отмерьте цилиндром еще такой же объем раствора щелочи и вылейте его в стакан. Перемешайте полученный раствор сульфата натрия и запишите его температуру.

4. Выньте термометр и вылейте содержимое стакана, фильтровальной бумагой высушите стенки и дно стакана. Заполните таблицу 2. Сделайте расчеты.

Таблица 2.

Результаты опыта 2

| Вещество                        | $V$ ,<br>мл | $t$ ,<br>°C | $\rho$ ,<br>г/см <sup>3</sup> | $C$ ,<br>Дж/г·°C | $n$ ,<br>моль | $Q$ ,<br>Дж/п моль | $\Delta H$ ,<br>кДж/моль |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------|------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  |             |             |                               |                  |               |                    |                          |
| NaOH                            |             |             |                               |                  |               |                    |                          |
| NaHSO <sub>4</sub>              |             |             |                               |                  |               |                    |                          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |             |             |                               |                  |               |                    |                          |

Таблица 3

Теплоемкость и плотность растворов

| Раствор                               | $t$ , °C | $\rho$ , г/см <sup>3</sup> | $C$ , Дж/г·°C |
|---------------------------------------|----------|----------------------------|---------------|
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 1 M  | 12       | 1,061                      | 2,75          |
|                                       | 14       | 1,060                      | 2,81          |
|                                       | 16       | 1,060                      | 2,87          |
|                                       | 18       | 1,059                      | 2,93          |
|                                       | 20       | 1,059                      | 2,99          |
|                                       | 22       | 1,059                      | 3,04          |
|                                       | 24       | 1,058                      | 3,10          |
|                                       | 26       | 1,058                      | 3,15          |
| NaOH, 2 M                             | 12       | 1,079                      | 3,41          |
|                                       | 14       | 1,078                      | 3,44          |
|                                       | 16       | 1,077                      | 3,47          |
|                                       | 18       | 1,076                      | 3,50          |
|                                       | 20       | 1,075                      | 3,53          |
|                                       | 22       | 1,074                      | 3,56          |
|                                       | 24       | 1,073                      | 3,59          |
|                                       | 26       | 1,072                      | 3,62          |
| NaHSO <sub>4</sub> , 1 M              | 20       | 1,050                      | 3,73          |
|                                       | 22       | 1,046                      | 3,74          |
|                                       | 24       | 1,042                      | 3,75          |
|                                       | 26       | 1,038                      | 3,76          |
|                                       | 28       | 1,034                      | 3,77          |
|                                       | 30       | 1,030                      | 3,78          |
|                                       | 32       | 1,026                      | 3,79          |
|                                       | 34       | 1,022                      | 3,80          |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 1 M | 24       | 1,074                      | 3,74          |
|                                       | 26       | 1,066                      | 3,76          |
|                                       | 28       | 1,058                      | 3,78          |
|                                       | 30       | 1,050                      | 3,80          |
|                                       | 32       | 1,042                      | 3,82          |
|                                       | 34       | 1,034                      | 3,84          |
|                                       | 36       | 1,026                      | 3,86          |
|                                       | 38       | 1,018                      | 3,88          |

#### Лабораторная работа №4 «Скорость химических реакций. Химическое равновесие»

**Цель:** изучение влияния различных факторов на скорость химических реакций и состояние химического равновесия в гомогенных системах.

### Опыт 1. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химических реакций

Реакция щавелевой кислоты с перманганатом калия протекает по уравнению:



Кинетическое уравнение реакции:

$$\mathcal{V} = \kappa C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}^4 C_{\text{KMnO}_4}^2$$

За ходом реакции следят по изменению окраски раствора перманганата калия.

1. В пять пробирок внесите по 10 капель растворов щавелевой кислоты различной концентрации (0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 М).

2. Последовательно во все пробирки с интервалом 1-2 секунды добавьте по 1 капле раствора перманганата калия и включите секундомер.

3. Не выключая секундомера, отметьте время изменения окраски перманганата калия в каждой пробирке.

4. Результаты опыта занесите в таблицу 1.

5. Определите условную скорость реакции как величину, обратную времени протекания реакции.

6. Постройте график зависимости скорости реакции от концентрации щавелевой кислоты, проанализируйте полученную зависимость. Запишите наблюдения и сделайте вывод.

Таблица 1.

Результаты опыта 1

| № пробирки | Концентрация кислоты, $C$ , моль/л | Время, $\tau$ , с | Скорость реакции в условных единицах, $v = 100/\tau$ , с <sup>-1</sup> |
|------------|------------------------------------|-------------------|--|
| 1          | 0,2                                |                   |  |
| 2          | 0,3                                |                   |  |
| 3          | 0,4                                |                   |  |
| 4          | 0,5                                |                   |  |
| 5          | 0,6                                |                   |  |

### Опыт 2. Влияние температуры на скорость химических реакций

Для опыта необходим стакан–термостат, наполненный водой и закрытый крышкой с отверстиями для пробирок и термометра.

1. В три пробирки, вставленные в крышку термостата, налейте по 10 капель 0,5 М раствора щавелевой кислоты. В четвертую пробирку на 2/3 её объема влейте раствор перманганата калия (пипетку оставьте в пробирке).

2. Запишите температуру. В одну из пробирок добавьте 1 каплю перманганата калия и включите секундомер.

3. Измерьте время от момента добавления перманганата калия до изменения окраски раствора.

4. Нагрейте воду в стакане на 10° выше предыдущей температуры. Снимите стакан с плитки и повторите опыт в другой пробирке.

5. Проведите опыты при 4 температурах, отличающихся на 10°.

6. Полученные данные занесите в таблицу 2.

7. Рассчитайте шесть значений температурного коэффициента ( $\gamma$ ). Найдите среднее значение  $\gamma$ .

8. Сделайте вывод о зависимости скорости данной химической реакции от температуры.

Таблица 2.

Результаты опыта 2

| № пробирки | Температура опыта, $t, ^\circ\text{C}$ | Время, $\tau, \text{с}$ | Константа скорости $k$ в условных единицах, $k = 100/\tau, \text{с}^{-1}$ | Температурный коэффициент $\gamma$ |                      |
|------------|--|-------------------------|---|------------------------------------|----------------------|
|            |  |                         |   | $\gamma$                           | $\gamma_{\text{ср}}$ |
| 1          |  |                         |   |                                    |                      |
| 2          |  |                         |   |                                    |                      |
| 3          |  |                         |   |                                    |                      |
| 4          |  |                         |   |                                    |                      |
|            |  |                         |   |                                    |                      |
|            |  |                         |   |                                    |                      |

9. Используя уравнение Аррениуса и величины констант скорости при различных температурах, определите энергию активации данной реакции. Уравнение Аррениуса в логарифмическом виде:  $\ln k = \ln k_0 - E_a/RT$  можно рассматривать как линейное уравнение  $y = b - ax$  ( $y = \ln k$ ,  $b = \ln k_0$ ,  $a = E_a/R$ ,  $x = 1/T$ ). Графически такое уравнение описывается прямой в координатах  $\ln k - 1/T$ . Тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс равен величине  $E_a/R$ .

10. Для построения графика  $\ln k = f(1000/T)$  заполните таблицу 3.

Таблица 3.

Данные для графического определения энергии активации

| № п/п | $\ln k$ | $1000/T$ |
|-------|---------|----------|
| 1     |         |          |
| 2     |         |          |
| 3     |         |          |
| 4     |         |          |

11. Постройте график в координатах  $\ln k - 1000/T$ .

12. Определите тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс.

13. Вычислите энергию активации реакции:

$E_a = \text{tg}\alpha \cdot R$ , где  $R = 8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$

### Опыт 3. Влияние изменения концентрации реагирующих веществ на равновесие химической реакции

Реакция между хлоридом железа (III) и роданидом аммония описывается уравнением:  
 $\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{CNS} \leftrightarrow \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$

1. Внесите в пробирку на 1/3 ее объема дистиллированной воды, добавьте по 2 капли растворов хлорида железа (III) и роданида аммония. Разделите полученный раствор на три пробирки.

2. Одну пробирку сохраните для сравнения результатов опыта (эталон). В другую добавьте 4-5 капель раствора  $\text{FeCl}_3$ , в третью – несколько кристалликов  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и встряхните её.

3. Как изменилась интенсивность окраски раствора и в каком направлении сместилось равновесие данной системы при добавлении  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ? Объясните сдвиг равновесия.

4. Напишите выражение константы равновесия изучаемой обратимой реакции.

### Лабораторная работа №5 «Приготовление растворов заданной концентрации»

**Цель:** научиться готовить раствор с заданной концентрацией. Овладеть методикой денсиметрии и кислотно-основного титрования.

#### Задание:

1) приготовить раствор массовой концентрации разбавлением лабораторного раствора неизвестной концентрации;



- 2) приготовить раствор из навески соли;
- 3) приготовить раствор HCl (или H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) заданной концентрации и проверить концентрацию полученного раствора методом кислотно-основного титрования.

**Опыт 1. Приготовление раствора заданной концентрации из лабораторного раствора неизвестной концентрации разбавлением водой**

Получите задание у преподавателя: из более концентрированного исходного раствора соли приготовить V мл раствора соли с процентной концентрацией W.

1. Определите концентрацию исходного раствора по его относительной плотности. Для этого в цилиндр на 50 мл налейте исходный раствор. Аккуратно опустите ареометр и измерьте относительную плотность (с точностью до  $\pm 0,003$ ).

2. Произведите расчеты определения процентной концентрации исходного раствора по примеру.

Пример: показание ареометра соответствует относительной плотности водного раствора нитрата натрия 1,072 г/см<sup>3</sup>.

В таблице приложения П1 для раствора NaNO<sub>3</sub> относительная плотность 1,072 г/см<sup>3</sup> отсутствует, но указаны величины: меньшая 1,0674 г/см<sup>3</sup> при концентрации раствора NaNO<sub>3</sub>, равной 10%, и большая 1,0819 г/см<sup>3</sup> при концентрации раствора NaNO<sub>3</sub>, равной 12%. Применяя метод интерполяции, производят дальнейшие расчеты:

– находят разность величин относительных плотностей и соответствующих им концентраций растворов по табличным данным

$$\rho_{12\%} - \rho_{10\%} = 1,0819 - 1,0674 = 0,0145 \text{ г/см}^3;$$

$$\Delta W = 12 - 10 = 2 \text{ \%};$$

– находят разность между величиной относительной плотности, определенной ареометром, и меньшей табличной;

$$\rho_{x\%} - \rho_{10\%} = 1,072 - 1,0674 = 0,0046 \text{ г/см}^3;$$

– составляют пропорцию:

$$0,0145 \text{ г/см}^3 - 2 \text{ \%}$$

$$0,0046 \text{ г/см}^3 - x \text{ \%}$$

$$x = \frac{0,0046 \cdot 2}{0,0145} = 0,63 \text{ \%};$$

– найденное число прибавляют к меньшей величине концентрации, взятой из таблицы: 10 + 0,63 = 10,63 % – это отвечает концентрации исходного раствора.

3. Определите относительную плотность заданного раствора методом интерполяции, затем содержание вещества в заданном растворе, массу исходного раствора и его объем. Проверьте правильность расчета у преподавателя.

4. Отмерьте мерным цилиндром рассчитанный согласно задания объем исходного раствора, прилейте к нему дистиллированную воду до требуемого объема, перелейте в стакан и тщательно перемешайте стеклянной палочкой.

5. В цилиндр на 50 мл налейте приготовленный раствор, опустите ареометр и определите относительную плотность раствора.

6. Рассчитайте ошибку эксперимента.

**Опыт 2. Приготовление раствора из твердого вещества и воды**

Получите задание у преподавателя: из кристаллогидрата приготовить V мл раствора с процентной концентрацией W.

1. Определите методом интерполяции, используя таблицу приложения П1, относительную плотность заданного раствора.

2. По найденному значению относительной плотности рассчитайте массу безводного вещества, содержащуюся в заданном объеме раствора V мл. Затем определите массу кристаллогидрата. Выполненный расчет проверьте у преподавателя.

3. Взвесьте рассчитанную массу кристаллогидрата, поместите в стакан и прилейте немного дистиллированной воды, перемешивая раствор до растворения кристаллов. Раствор

перелейте в цилиндр, сполосните стакан небольшим количеством воды, выливая её также в цилиндр, и доведите объем раствора до заданного значения.

4. Перелейте приготовленный раствор в стакан и тщательно перемешайте стеклянной палочкой.

5. В цилиндр на 50 мл налейте приготовленный раствор, опустите ареометр и определите относительную плотность раствора.

6. Рассчитайте ошибку эксперимента

### **Опыт 3. Приготовление раствора кислоты с заданной нормальной концентрации из лабораторного раствора.**

1. Получить у преподавателя задание на выполнение опыта.

2. Рассчитать объем концентрированного раствора HCl (или H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), необходимый для приготовления разбавленного раствора HCl (или H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) заданной концентрации.

3. Необходимый объем концентрированного раствора отбирают пипеткой на 2 мл с помощью резиновой груши и качественного переносят в мерную колбу на 100 мл через воронку. Воронку ополаскивают дистиллированной водой, затем раствор доводят до метки. Колбу закрывают резиновой пробкой и перемешивают полученный раствор.

3. С помощью пипетки на 10 мл отбирают пробы (аликвотные доли) в три конические колбы для титрования (по 10 мл приготовленного раствора в каждую колбу). В каждую колбу добавляют индикатор, несколько капель фенолфталеина. Аликвотные доли титруют раствором NaOH из бюретки. Для этого бюретку заполняют 0,1 Н раствором NaOH (титрантом) до нулевой отметки перед каждым титрованием. Концентрацию приготовленного раствора кислоты находят, используя закон эквивалентов.

### **Лабораторная работа №6 «Растворы электролитов»**

**Цель:** изучение некоторых свойств водных растворов электролитов.

#### **Опыт 1. Электропроводность водных растворов**

Изучение электропроводности проводят с помощью прибора, состоящего из лампы накаливания, стакана с раствором, графитовых электродов. Об электропроводности судят по наличию и интенсивности свечения лампы накаливания.

1. Стакан ёмкостью 50 мл наполните на 1/2 его объёма дистиллированной водой.

2. Включите прибор в сеть. Запишите наблюдения. Обладает дистиллированная вода электропроводностью?

3. Отключите прибор. Приподняв крышку с электродами, внесите в стакан с водой 1-2 шпателя измельченного сахара и перемешайте.

4. Опустите электроды в раствор. Включите прибор. Запишите наблюдения. Является раствор сахара проводником?

5. Отключите прибор. В стакан ёмкостью 50 мл налейте на 1/2 его объема безводной уксусной кислоты.

6. Опустите электроды, включите прибор. Запишите наблюдения.

7. Отключите прибор. Отлейте из стакана примерно 1/4 объема уксусной кислоты, добавьте дистиллированной воды до прежнего объёма, размешайте раствор.

8. Опустите электроды. Включите прибор. Наблюдайте изменение электропроводности раствора.

9. Повторите разбавление раствора и определение электропроводимости ещё раз. В какую сторону смещается равновесие диссоциации уксусной кислоты при разбавлении? Как зависит степень диссоциации уксусной кислоты от разбавления раствора?

10. Отключите прибор. В стакане емкостью 50 мл приготовьте раствор поваренной соли, размешав в 25 мл дистиллированной воды 1-2 шпателя хлорида натрия.

11. Опустите электроды в раствор. Включите прибор. Проводит ли раствор поваренной соли электрический ток?

12. Сделайте вывод к опыту (обратите внимание на типы химической связи в веществах, электропроводность водных растворов которых изучали в данном опыте).

## **Опыт 2. Смещение равновесия диссоциации слабого электролита**

1. Налейте в две пробирки по 5-7 капель 0,1 н. раствора уксусной кислоты.
2. В каждую пробирку добавьте по одной капле метилового оранжевого. Как окрасился индикатор под влиянием ионов  $H^+$ ?
3. Одну пробирку оставьте в качестве контрольной, в другую прибавьте 1 шпатель ацетата натрия  $CH_3COONa$ .
4. Перемешайте раствор и сравните цвет полученного раствора с цветом в контрольной пробирке.
5. Напишите уравнение диссоциации уксусной кислоты и выражение константы её диссоциации.
6. Объясните, как смещается равновесие диссоциации слабого электролита при увеличении концентрации одного из видов ионов этого электролита? Как меняется при этом его степень диссоциации?

## **Опыт 3. Направление обменных ионных процессов в растворах электролитов**

### **а) в сторону образования слабого электролита**

1. Налейте в две пробирки по 5-7 капель 2 н. раствора гидроксида натрия.
2. В каждую добавьте по одной капле фенолфталеина. Под влиянием каких ионов фенолфталеин окрасился в малиновый цвет?
3. В одну пробирку добавляйте по каплям 2 н. раствора соляной кислоты, во вторую – 2 н. раствора уксусной кислоты до обесцвечивания раствора (количество израсходованных капель кислот отсчитать!).
4. Чем объясняется исчезновение окраски? В каком случае обесцвечивание раствора наступило быстрее? Почему равновесие ионного процесса смещается в сторону образования воды при наличии в левой части равенства малодиссоциированных молекул уксусной кислоты?

### **б) в сторону образования малорастворимого вещества**

1. В одну пробирку внесите 10 капель раствора хлорида кальция, в другую 10 капель хлорида стронция.
2. Добавьте по 5-6 капель раствора серной кислоты. В обеих ли пробирках выпал осадок? Объясните различия, пользуясь величинами  $PP$  для сульфатов кальция и стронция.
3. Добавьте в пробирку с раствором соли кальция 3-4 капли концентрированной серной кислоты. Наблюдайте образование осадка и объясните причину его выпадения.
4. Вычислите концентрации ионов  $SO_4^{2-}$ , необходимые для осаждения ионов  $Ca^{2+}$  и  $Sr^{2+}$  из растворов равной (1 М) концентрации, если  $PP_{CaSO_4} = 6,1 \cdot 10^{-5}$ ,  $PP_{SrSO_4} = 2,8 \cdot 10^{-7}$ .

## **Опыт 4. Гидролиз солей**

### **а) Определение pH растворов солей**

1. Нанесите каплю раствора  $NaNO_3$  на полоску универсальной индикаторной бумаги.
2. Сравните окраску с эталоном. Запишите величину pH раствора.
3. Проведите аналогичные опыты с растворами  $Na_2CO_3$ ,  $NaHCO_3$ ,  $Al(NO_3)_3$ .
4. Какая среда в каждом из взятых растворов? Почему?

### **б) Влияние температуры на степень гидролиза соли**

1. Налейте в пробирку 15-20 капель дистиллированной воды.
2. Внесите в неё 1-2 шпателя ацетата натрия и встряхните пробирку.
3. Добавьте 1-2 капли фенолфталеина. Обратите внимание на окраску индикатора.
4. Нагрейте содержимое пробирки в пламени спиртовки. Дайте объяснение наблюдаемому явлению. Напишите уравнение реакции.
5. Охладите пробирку в холодной воде. Происходит ли снова смещение равновесия?
6. Сделайте вывод о влиянии температуры на степень гидролиза.

### **в) Влияние изменения pH среды на степень гидролиза соли**

1. Внесите в пробирку 10 капель дистиллированной воды.

2. Добавьте 1-2 кристалла хлорида олова (II) и встряхните пробирку. Образующийся белый осадок представляет собой основную соль олова (II)  $\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}$ .
3. Напишите ионное уравнение соответствующей реакции гидролиза.
4. Добавьте 5-10 капель раствора соляной кислоты, увеличив этим концентрацию ионов водорода. Растворился ли осадок? Как повлияло уменьшение pH раствора на степень гидролиза соли?

#### г) Необратимый гидролиз солей

1. В пробирку налейте 6-8 капель раствора нитрата алюминия.
2. Добавьте такой же объем раствора карбоната натрия.
3. Отметьте образование осадка гидроксида алюминия и выделение пузырьков оксида углерода (IV).
4. Напишите уравнения реакций. Сделайте вывод.

### Лабораторная работа №7 «Окислительно-восстановительные реакции»

**Цель:** проведение окислительно-восстановительных реакций и составление их уравнений.

#### Опыт 1. Реакции диспропорционирования

##### а) Реакция диспропорционирования сульфита натрия

1. В одну пробирку поместите 1-2 кристаллика сульфита натрия.
2. Во вторую пробирку поместите 1-2 кристаллика прокаленного сульфита натрия.
3. В обе пробирки внесите по 5-6 капель дистиллированной воды.
4. Растворите соли, находящиеся в пробирках.
5. Добавьте в каждую пробирку по 2-3 капли раствора сульфата меди (II).
6. Отметьте окраску осадков в обеих пробирках (черный осадок представляет собой сульфид меди (II)).
7. Объясните различные окраски осадков.
8. Напишите уравнение реакции разложения сульфита натрия, учитывая, что одним из продуктов прокаливания является сульфат натрия.
9. Составьте ионные и молекулярные уравнения реакций обмена.

##### б) Реакция диспропорционирования хлорида олова (II)

1. В пробирку налейте 6-8 капель раствора хлорида олова (II).
2. Добавьте по каплям раствор щелочи до появления осадка и дальнейшего его растворения.
3. Прилейте к раствору 10-12 капель дистиллированной воды.
4. Нагрейте раствор до появления черного осадка металлического олова.
5. Напишите уравнения реакций образования: гидроксида олова (II); тетрагидроксоостанната (II) натрия; олова и гексагидроксоостанната (IV) натрия.

#### Опыт 2. Внутримолекулярные окислительно-восстановительные реакции

1. В пробирку поместите 2-3 кристаллика бихромата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .
2. Содержимое пробирки нагрейте над пламенем спиртовки до тех пор, пока не произойдет бурное разложение соли.
3. Напишите уравнение реакции, учитывая, что зеленая окраска принадлежит оксиду хрома (III). Кроме того, в реакции образуются азот и пары воды.

#### Опыт 3. Влияние среды на протекание окислительно-восстановительных реакций

##### а) Влияние pH среды на характер восстановления перманганата калия

1. В три пробирки внесите по 2 капли раствора перманганата калия.
2. В одну пробирку добавьте 2-3 капли 2 н. раствора серной кислоты
3. Во вторую пробирку внесите 2-3 капли воды.
4. В третью пробирку прилейте 2-3 капли раствора щелочи.
5. Во все три пробирки внесите по 2 микрошпателя сульфита натрия и перемешайте растворы до полного растворения кристаллов.
6. Наблюдайте за изменением окраски растворов во всех трех случаях.

7. Напишите уравнения реакций восстановления перманганата калия сульфитом натрия в разных средах, учитывая, что в соединения марганца в различных степенях его окисления имеют характерные окраски: ион  $\text{MnO}_4^-$  - фиолетовый, ион  $\text{MnO}_4^{2-}$  - зеленый,  $\text{Mn}^{2+}$  - бесцветный, а оксид и гидроксид  $\text{Mn}^{4+}$  - малорастворимые вещества коричневого цвета.

8. К какому типу окислительно-восстановительных реакций относятся проведенные в опыте 3а реакции?

**б) Влияние pH среды на смещение равновесия в окислительно-восстановительных реакциях**

1. Поместите в пробирку небольшой кристаллик йода.  
2. Добавьте 8-10 капель раствора щелочи.  
3. Перемешайте содержимое пробирки до полного растворения йода.  
4. К образовавшемуся бесцветному раствору прибавьте 10-14 капель раствора серной кислоты до появления бурой окраски раствора.

5. Пользуясь раствором крахмала, докажите, что бурая окраска вызвана обратным процессом образования свободного йода.

6. Напишите уравнения реакций, учитывая, что при растворении йода в растворе щелочи образуются соли йодоводородной HJ и йодноватистой HJO кислот.

**Опыт 4. Окислительно-восстановительная двойственность элементов, входящих в соединения в промежуточной степени окисления**

**а) Взаимодействие пероксида водорода с перманганатом калия**

1. К 1-2 каплям раствора перманганата калия добавьте 2-3 капли раствора серной кислоты.  
2. Добавьте к полученному раствору 2-3 капли 3%-ного раствора пероксида водорода.  
3. Как изменилась окраска раствора? Какой газ выделяется?  
4. Напишите уравнение реакции. Какие свойства проявляет в ней пероксид водорода?

**б) Взаимодействие пероксида водорода с иодидом калия**

1. К 3-4 каплям раствора иодида калия прилейте 3-4 капли раствора серной кислоты.  
2. Прибавьте к полученному раствору 1-2 капли 3%-ного раствора пероксида водорода.  
3. Для какого вещества характерна появившаяся окраска раствора? Пользуясь раствором крахмала, докажите, что бурая окраска вызвана образованием свободного йода.  
4. Напишите уравнение реакции. Какие свойства проявляет в ней пероксид водорода?

**Опыт 5. Органические вещества в качестве восстановителей**

**а) Восстановление бихромата калия**

1. В пробирку поместите 5-6 капель раствора бихромата натрия.  
2. Внесите в нее 2-3 капли концентрированной серной кислоты.  
3. Добавьте 4-5 капель этилового спирта  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .  
4. Отметьте изменение цвета раствора и появление специфического «яблочного» запаха, присущего уксусному альдегиду  $\text{CH}_3\text{CHO}$ .  
5. Напишите уравнение реакции, учитывая, образуется соль хрома (III).

**б) Восстановление перманганата калия**

1. Внесите в пробирку по 5-6 капель растворов щавелевой кислоты и 2 н. раствора серной кислоты.  
2. Добавьте 2-3 капли перманганата калия и наблюдайте через некоторое время за обесцвечиванием перманганата калия.  
3. Составьте уравнение реакции, учитывая, что перманганат-ион восстанавливается до иона марганца (II). В реакции также выделяется оксид углерода (IV), до которого окисляется щавелевая кислота.

## **Лабораторная работа №8 «Электролиз водных растворов»**

**Цель:** практическое изучение процесса электролиза водных растворов некоторых солей.

### **Опыт 1. Электролиз раствора иодида калия**

1. Заполните электролизер раствором иодида калия.
2. Опустите в раствор угольные электроды, включите ток.
3. Выключите ток, как только на аноде выделится  $I_2$ , выньте электроды, опустите их в стаканчик с водой.
4. Добавьте 2-3 капли крахмала в анодное пространство, в катодное – 2-3 капли фенолфталеина.
5. Отметьте и объясните изменение цвета раствора.
6. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, пользуясь величинами электродных потенциалов.

### **Опыт 2. Электролиз раствора сульфата натрия**

1. Заполните электролизер раствором сульфата натрия.
2. Добавьте в оба колена трубки по 2 капли раствора нейтрального лакмуса.
3. Опустите в раствор угольные электроды, включите ток и наблюдайте явления, происходящие на электродах.
4. Напишите уравнения соответствующих процессов, объясните их, пользуясь величинами электродных потенциалов.

### **Опыт 3. Электролиз раствора сульфата меди с графитным анодом**

1. Налейте в электролизер раствор сульфата меди.
2. Опустите в него угольные электроды, включите ток.
3. Заметив красный налёт меди на катоде, выключите ток.
4. Оставьте раствор для опыта 4.
5. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, объясните их, пользуясь величинами электродных потенциалов.

### **Опыт 4. Электролиз раствора сульфата меди с растворимым анодом**

1. Для опыта используйте раствор сульфата меди из опыта 3.
2. Поменяйте на переключателе полюса, переключив клеммы: катод сделайте анодом, а анод – катодом.
3. Пропустите электрический ток. Наблюдайте, что происходит с анодом. Что наблюдается на катоде?
4. Составьте и объясните схему электролиза раствора сульфата меди с медным анодом, пользуясь величинами электродных потенциалов.

## **Семестр 2. Курс «Общая и неорганическая химия 2»**

### **Лабораторная работа №1 «Координационные соединения»**

**Цель:** получение комплексных соединений и изучение их свойств.

#### **Опыт 1. Анионные комплексы**

##### **а) Получение гидроксокомплексов**

1. В одну пробирку поместите 10 капель раствора хлорида цинка, во вторую такое же количество раствора нитрата алюминия.
2. В каждую из пробирок добавляйте по каплям раствор щелочи.
3. Наблюдайте вначале выпадение осадков, а затем их растворение в избытке щелочи.
4. Напишите ионные и молекулярные уравнения проделанных реакций, учитывая, что образуются растворимые гидроксокомплексы, содержащие ионы  $[Zn(OH)_4]^{2-}$ ,  $[Al(OH)_4]^-$ . Зная, что гидроксиды цинка и алюминия растворяются также в кислотах, укажите к какому типу они относятся.

### **б) Получение тетрагидровисмутата (III) калия**

1. В пробирку налейте 3-4 капли раствора нитрата висмута (III).
2. Прибавляйте по каплям раствор иодида калия до выпадения темно-бурого осадка иодида висмута (III).
3. Растворите этот осадок в избытке раствора иодида калия.
4. Отметьте цвет полученного раствора.
5. Напишите уравнения проведенных реакций в ионном и молекулярном виде (координационное число иона висмута (III) равно четырем).

### **Опыт 2. Катионные комплексы**

1. В одной пробирке получите осадок гидроксида никеля (II), добавив к 3-4 каплям раствора хлорида никеля (II) такой же объем раствора щелочи.
2. Во второй пробирке получите осадок гидроксида кадмия (II) путем добавления к 3-4 каплям раствора нитрата кадмия (II) 3-4 капель раствора щелочи.
3. К осадкам в обеих пробирках добавьте по 5-6 капель 25%-ного раствора аммиака. Отметьте в наблюдениях происходящие явления.
4. Сравните окраску ионов  $Ni^{2+}$  и  $Cd^{2+}$  в растворах хлорида никеля (II) и нитрата кадмия (II) с окраской полученных растворов. Присутствием каких ионов обусловлены окраски растворов?
5. Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций (координационное число никеля (II) равно шести, а кадмия (II) - четырем).
6. Составьте уравнения электролитической диссоциации комплексных оснований. Какие основания являются более сильными: простые или комплексные? Обоснуйте ответ.

### **Опыт 3. Комплексные соединения в реакциях обмена**

#### **а) Получение и исследование комплексного соединения сульфата тетраамминмеди (II)**

1. Поместите в две пробирки по 10 капель раствора сульфата меди (II).
2. Добавьте в одну пробирку 2 капли хлорида бария. На присутствие какого иона указывает выпавший осадок?
3. Во вторую пробирку внесите железную скрепку. Запишите наблюдения.
4. Получите комплексное соединение меди, для чего поместите в пробирку 15-16 капель раствора сульфата меди (II) и по каплям добавляйте 25%-ный раствор аммиака. Наблюдайте растворение выпавшего вначале осадка сульфата гидроксомеди (II) и изменение цвета раствора при образовании комплексного сульфата тетраамминмеди (II).
5. Полученный раствор разделите в две пробирки и проведите те же два опыта, которые были проделаны с раствором сульфата меди (II).
6. Выпадает ли осадок при добавлении хлорида бария?
7. Выделяется ли медь на поверхности железа?
8. Составьте ионные и молекулярные уравнения реакций.

#### **б) Взаимодействие гексацианоферрата (II) калия с сульфатом меди**

1. В пробирку внесите 4-5 капель раствора сульфата меди (II).
2. Добавьте 4-5 капель раствора комплексной соли гексацианоферрата (II) калия  $K_4[Fe(CN)_6]$ .
3. Отметьте цвет образовавшегося осадка гексацианоферрата (II) меди.
4. Напишите ионное и молекулярное уравнения реакций.

### **Опыт 4. Электролитическая диссоциация комплексных соединений**

1. В одну пробирку налейте 3-4 капли раствора хлорида железа (III).
2. В другую пробирку поместите 3-4 капли раствора комплексной соли гексацианоферрата (III) калия  $K_3[Fe(CN)_6]$ .
3. В обе пробирки добавьте 2-3 капли раствора гидроксида натрия. Запишите наблюдения.
4. Таким же образом испытайте растворы обоих веществ, подействовав на каждый из них раствором роданида аммония. Запишите наблюдения.

5. Составьте уравнения электролитической диссоциации хлорида железа (III) и гексацианоферрата (III) калия.

6. Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций. Сделайте вывод.

**Опыт 5. Прочность комплексных ионов. Разрушение комплексов при разбавлении раствора**

1. Внесите в пробирку 3-4 капли раствора нитрата кобальта (II).

2. Добавьте несколько капель насыщенного раствора роданида аммония. Наблюдайте изменение окраски раствора вследствие образования тетрароданокобальтата (II)-ионов.

3. Разбавьте раствор, добавив 15-20 капель дистиллированной воды. Наблюдайте за возобновлением розовой окраски.

4. Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций, уравнение электролитической диссоциации комплексного иона, выражение константы нестойкости. Как влияет разбавление раствора на диссоциацию комплекса?

## **Лабораторная работа №2 «Свойства s-элементов и их соединений»**

**Цель:** ознакомление с основными химическими свойствами щелочных металлов, бериллия, магния, щелочноземельных металлов и их соединений.

### **Опыт 1. Взаимодействие натрия с водой**

Маленький кусочек натрия (размером с горошину) пинцетом осторожно извлечь из керосина и опустить в кристаллизатор с водой. Записать наблюдения и уравнение реакции взаимодействия натрия с водой. К полученному раствору прибавить 1 каплю фенолфталеина. Объяснить наблюдения.

### **Опыт 2. Получение пероксида натрия**

Пинцетом вынуть из керосина небольшой кусочек натрия, осушить фильтровальной бумагой, поместить в тигель и поджечь горелку. После того как металл расплавится, поджечь его пламенем горелки до полного сгорания. Растворить полученный порошок в 10 мл дистиллированной воды. Написать уравнения реакций образования пероксида натрия и его взаимодействия с водой.

Разделить раствор на две части и перенести в пробирки. К обеим частям прибавить по 5 капель раствора серной кислоты. К одному из растворов прибавить несколько капель разбавленного раствора иодида калия, к другому – несколько капель раствора перманганата калия. Отметить наблюдения. Какие свойства проявляют в обеих реакциях пероксиды? Написать соответствующие уравнения реакций.

### **Опыт 3. Качественная реакция на ион натрия**

На предметное стекло поместить несколько капель насыщенного раствора хлорида натрия, осторожно выпарить досуха, затем прибавить несколько капель раствора цинкуранилацетата  $Zn(UO_2)_3(CH_3COO)_8$ . Рассмотреть кристаллы в микроскоп, отметить их цвет и форму. Написать уравнение реакции.

### **Опыт 4. Качественная реакция на ион калия**

На предметном стекле к 1 капле слегка подкисленного соляной кислотой раствора соли калия прибавить 1-2 капли раствора гексанитритокобальтата (III) натрия  $Na_3[Co(NO_2)_6]$ . Через некоторое время образуется желтый кристаллический осадок. Отметить форму кристаллов, используя микроскоп. Написать уравнение реакции.

### **Опыт 5. Окрашивание пламени солями щелочных металлов**

Стальную проволоку, конец которой загнут в ушко, смочить раствором соляной кислоты и прокалить ее. Если появилось окрашивание пламени, то прокалывание продолжать до исчезновения посторонней окраски. После этого коснуться раскаленной проволокой сухой соли натрия и внести ее в пламя горелки. Отметить окраску пламени. Повторить опыт с солями калия, лития и рубидия.

### **Опыт 6. Получение и свойства гидроксида бериллия**



В пробирку внести 3-4 капли разбавленного раствора соли бериллия и по каплям добавлять 0,1 М раствор гидроксида натрия до образования осадка.

Разделить осадок на две части и поместить в пробирки. В одну пробирку прибавить соляную кислоту, в другую – 40% раствор гидроксида натрия. Что наблюдается? На какое свойство гидроксида бериллия это указывает? Написать уравнения реакций.

#### **Опыт 7. Получение гидроксида магния и его растворение в кислоте, солях аммония**

В пробирку с раствором соли магния прибавлять по каплям раствор щелочи до образования осадка. Осадок разделить на три части и поместить в пробирки. В первую прибавлять по каплям 40% раствор гидроксида натрия, во вторую – концентрированную соляную кислоту, в третью – насыщенный раствор хлорида аммония. В каких пробирках наблюдалось растворение осадка? О каких свойствах это свидетельствует? Написать соответствующие уравнения реакций.

#### **Опыт 8. Качественная реакция на ион магния**

На предметное стекло капнуть 1-2 капли раствора соли магния. Добавить 1 каплю раствора HCl и 2 капли раствора гидрофосфата натрия  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . После этого прибавлять по каплям раствор гидроксида аммония до образования характерного кристаллического осадка  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . При этом, если осадок выпадет не сразу, следует потереть стеклянной палочкой о стекло. Рассмотреть в микроскопе полученные кристаллы двойной соли и зарисовать их. Написать уравнение реакции.

#### **Опыт 9. Получение гидроксида кальция и его свойства**

Пользуясь щипцами прокалить небольшой кусочек мела на пламени горелки в течение нескольких минут. После этого опустить образовавшийся твердый продукт разложения в пробирку с дистиллированной водой. Как называется этот процесс в промышленности? Раствор испытать фенолфталеином, а затем пропустить через него оксид углерода (IV) из аппарата Киппа (сначала немного, затем избыток). Что наблюдается? Написать уравнения реакций. Какие свойства проявляет гидроксид кальция?

#### **Опыт 10. Окрашивание пламени солями щелочноземельных металлов**

Стальную проволоку, конец которой загнут в ушко, смочить раствором соляной кислоты и прокалить ее. Если появилось окрашивание пламени, то прокалывание продолжать до исчезновения посторонней окраски. После этого коснуться раскаленной проволокой сухой соли кальция и внести ее в пламя горелки. Отметить окраску пламени. Повторить опыт с солями стронция и бария. Описать наблюдаемые явления.

### **Лабораторная работа №3 «Свойства элементов 13 группы и их соединений»**

**Цель:** ознакомление с химическими свойствами соединений бора, алюминия и его соединений, а также с их качественным открытием.

#### **Опыт 1. Получение ортоборной кислоты**

В пробирку налить насыщенный раствор буры, нагреть и осторожно влить концентрированный раствор серной кислоты. Охладить пробирку под краном, отметить цвет образующихся кристаллов ортоборной кислоты. Составить уравнение реакции. Из пробирки слить в раковину большую часть раствора. К оставшимся на дне кристаллам  $\text{H}_3\text{BO}_3$  добавить дистиллированную воду. Испытать растворимость ортоборной кислоты при комнатной температуре и при нагревании.

#### **Опыт 2. Кислотные свойства ортоборной кислоты**

1) В пробирке с дистиллированной водой растворить при нагревании несколько кристаллов ортоборной кислоты  $\text{H}_3\text{BO}_3$  и прибавлять по 3-5 капель нейтрального лакмуса. Отметить изменение окраски лакмуса. Написать ступенчатую диссоциацию ортоборной кислоты.

2) В пробирку с растворенной ортоборной кислотой внести кусочек магния. Отметить выделение газа. Составить уравнение реакции взаимодействия магния с ортоборной кислотой, учитывая, что получается метабора́т магния  $\text{Mg}(\text{BO}_2)_2$ .

3) Хорошо перемешанную смесь из 1 г ортоборной кислоты и 1 г хлорида натрия поместить в пробирку, которую закрепить в лапке штатива. Пробирку нагреть. К отверстию пробирки поднести стеклянную палочку, смоченную раствором аммиака. Объяснить наблюдения. Составить уравнение реакции вытеснения борной кислотой летучей кислоты из ее соли.

### **Опыт 3. Качественные реакции на борную кислоту**

1) Несколько кристаллов борной кислоты поместить в фарфоровую чашку, добавить 2-3 капли концентрированного раствора серной кислоты и 10-15 капель этилового спирта. Смесь тщательно перемешать палочкой и поджечь ее содержимое. Обратит внимание на цвет пламени эфира. Составить уравнение реакции образования борноэтилового эфира  $B(OC_2H_5)_3$  и его горения.

2) Прокалить в пламени горелки фарфоровую палочку. Опустить накалившую палочку в порошок борной кислоты и вновь внести в пламя. Какую окраску пламени дает борная кислота?

### **Опыт 4. Гидролиз буры**

В пробирку с нейтральным раствором лакмуса добавить несколько капель раствора буры  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ . Как изменилась окраска лакмуса? Составить в молекулярной и ионной формах уравнение гидролиза буры, при котором образуется метaborная кислота  $HBO_2$ .

### **Опыт 5. Взаимодействие алюминия с водой**

Положить в пробирку кусочек алюминия и взболтать с 3-5 мл воды. Происходит ли реакция? Объяснить. Прокипятить содержимое пробирки, добавив 2-3 мл раствора щелочи. Слить жидкость, несколько раз промыть кусочек алюминия водой для удаления щелочи и оставить его в воде. Через некоторое время происходит выделение пузырьков газа. Составить уравнение реакции взаимодействия алюминия с водой. Указать условия возможности протекания этой реакции.

### **Опыт 6. Взаимодействие алюминия с кислотами**

1) В две пробирки поместить по кусочку алюминия и прибавлять в одну пробирку разбавленную соляную кислоту, в другую – разбавленную серную кислоту. Сравнить активность взаимодействия алюминия с этими кислотами. Составить уравнения реакций.

2) Кусочек алюминия опустить в пробирку. Прилить немного концентрированного раствора азотной кислоты. Происходит ли растворение алюминия в концентрированной азотной кислоте при комнатной температуре?

Осторожно нагреть пробирку. Какой газ выделяется? Составить уравнение реакции.

### **Опыт 7. Взаимодействие алюминия со щелочью**

В пробирку поместить кусочек алюминия и осторожно прилить раствор гидроксида натрия. Что наблюдается? Составить уравнение реакции.

### **Опыт 8. Получение и свойства гидроксида алюминия**

К раствору соли алюминия в пробирке приливать по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка. Что он собой представляет, каков его цвет? Составить уравнение реакции в молекулярной и ионной формах.

Разделить осадок на две пробирки. В одну прибавить разбавленную соляную кислоту, в другую – раствор щелочи. Что наблюдается? Сделать вывод о химическом характере гидроксида алюминия. Составить уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

### **Опыт 9. Качественные реакции на ионы алюминия**

1) Поместить 1 каплю спиртового раствора ализарина на фильтровальную бумагу и дать ей впитаться. Затем поместить на влажное пятно 1 каплю исследуемого раствора, содержащего ион алюминия и 1 каплю раствора аммиака. При этом на сиреневом фоне (обусловленном окраской ализарина в щелочной среде) образуется красновато-розовое пятно, представляющее собой адсорбционное соединение  $Al(OH)_3$  с ализарином. Осторожно высушить бумагу над пламенем горелки, при этом окраска «ализарин-алюминиевого лака» станет более отчетливой.

2) Свернуть небольшой кусочек фильтровальной бумаги в жгутик, смочить его несколькими каплями концентрированного раствора соли алюминия и 1-2 каплями разбавленного раствора нитрата кобальта (II). Захватив жгутик щипцами, высушить его, поместив высоко над пламенем горелки. Затем положить в тигель, сжечь бумагу и золу сильно прокалить. При высокой температуре образуется алюминат кобальта  $\text{Co}(\text{AlO}_2)_2$  в виде синей массы («тенаровая синь»). Составить уравнение реакции.

#### **Лабораторная работа №4 «Свойства элементов 14 группы и их соединений»**

**Цель:** ознакомление с химическими свойствами элементов 14 группы и их соединений.

##### **Опыт 1. Получение аморфного углерода и его свойства**

1) В фарфоровый тигель всыпать около 2 г измельченного сахара, поставить на плитку и нагреть. Вначале сахар плавится, обугливается и масса при этом сильно вспенивается вследствие образования летучих продуктов, которые обычно загораются. В остатке получается уголь в виде объемной массы. Полученный уголь прокалить (10 мин), затем охладить.

2) В пробирку поместить 2-4 капли концентрированного раствора серной кислоты и небольшое количество угля. Смесь осторожно нагреть над пламенем горелки. Когда начнется выделение пузырьков газа, поднести к отверстию пробирки фильтровальную бумагу, смоченную раствором йода. Отметить наблюдаемые явления. По запаху определить один из выделяющихся газов. Написать уравнение реакции, учитывая, что продуктом окисления угля, является  $\text{CO}_2$ .

##### **Опыт 2. Адсорбционные свойства угля**

В колбе или стакане слегка окрасить воду фуксином или метиловым фиолетовым и разделить ее на две части. Одну оставить для сравнения. В другую внести мелкоизмельченный уголь и сильно встряхивать в течение 2-3 минут. Дать раствору отстояться, затем его отфильтровать. Отметить изменение концентрации красителя.

##### **Опыт 3. Свойства солей угольной кислоты**

1) В две пробирки внести по 5-6 капель дистиллированной воды и по 2-3 капли раствора фенолфталеина. Затем в одну внести несколько кристаллов карбоната натрия, в другую – гидрокарбоната натрия. В обеих ли пробирках происходит гидролиз при комнатной температуре? Отметить различие в окраске индикатора. Составить уравнения гидролиза для взятых солей.

2) Взять три пробирки. В первую внести 4-5 капель раствора хлорида кальция, в другую – 4-5 капель раствора хлорида бария, в третью – 4-5 капель раствора хлорида стронция. В каждую добавить такой же объем раствора карбоната натрия. Наблюдать выпадение осадков соответствующих карбонатов. Добавить раствор уксусной кислоты в пробирки с осадками. Что наблюдается? Написать уравнения реакций.

##### **Опыт 4. Получение гидрогеля и гидрозоля кремниевой кислоты**

В две пробирки внести по 4-5 капель насыщенного раствора силиката натрия  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . В первую пробирку добавить примерно такой же объем разбавленной соляной кислоты и перемешать раствор стеклянной палочкой. Что наблюдается? Написать уравнение реакции и объяснить результаты опыта.

Во вторую пробирку с силикатом натрия внести в 2 раза больший объем концентрированной соляной кислоты. Выпадет ли осадок гидрогеля  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ? Полученный гидрозоль кремниевой кислоты нагреть до кипения. Что наблюдается?

##### **Опыт 5. Гидролиз солей кремниевой кислоты**

1) В пробирку внести 3-5 капель раствора силиката натрия и 1 каплю раствора фенолфталеина. Что наблюдается? Написать уравнения гидролиза в ионной и молекулярной формах.

2) В пробирку с раствором силиката натрия (3-5 капель) добавить такой же объем раствора хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Указать какое вещество выпадет в осадок. Написать

уравнение гидролиза силиката аммония в ионной и молекулярной формах. Объяснить, почему гидролиз силиката аммония протекает до конца.

#### **Опыт 6. Нерастворимые соли кремниевой кислоты**

Налить в четыре пробирки по 5-6 капель раствора силиката натрия и добавить в них такой же объем растворов солей: кальция, железа, кобальта, никеля. Наблюдать происходящие явления. Написать уравнения реакций образования нерастворимых силикатов.

#### **Опыт 7. Восстановление олова из раствора его солей**

В пробирку внести 10-12 капель раствора соли олова (II) и опустить небольшой кусочек цинка. Что наблюдается? Написать уравнение реакции. Восстановителем или окислителем является ион олова в этой реакции?

#### **Опыт 8. Восстановительные свойства солей олова (II)**

Взять три пробирки, внести в первую 5-6 капель бромной воды, во вторую – 3-4 капли подкисленного раствора перманганата натрия, в третью 5-6 капель раствора соли железа (III) и 1-2 капли тиоцианата аммония  $\text{NH}_4\text{CNS}$ . Добавить в каждую из пробирок по несколько капель раствора соли олова (II) до изменения первоначальной окраски растворов. Записать наблюдения, составить уравнения реакций.

#### **Опыт 9. Получение гидроксида олова (II) и исследование его свойств**

В две пробирки внести по 2-3 капли раствора соли олова (II). По каплям в две пробирки добавлять раствор щелочи. Что наблюдается? К полученному гидроксиду олова (II) добавить в первую пробирку соляной кислоты, во вторую – избыток раствора щелочи. Записать наблюдения. На какие свойства гидроксида они указывают? Составить соответствующие уравнения реакций.

#### **Опыт 10. Получение и свойства гидроксида свинца (II)**

В две пробирки внести по 2-3 капли раствора соли свинца (II) и по каплям добавлять в каждую раствор щелочи до выпадения осадка. К полученному осадку добавить в первую пробирку раствор азотной кислоты, во вторую – избыток раствора щелочи. Что происходит с осадком в обеих пробирках? Какие свойства гидроксида свинца (II) подтверждаются наблюдениями? Написать уравнение реакций.

### **Лабораторная работа №5 «Свойства элементов 15 группы и их соединений»**

**Цель:** ознакомление с химическими свойствами элементов 15 группы и их соединений.

#### **Опыт 1. Получение аммиака**

Приготовить смесь из 4 г хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и 4 г гашеной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Перенести смесь в пробирку и закрыть пробкой с изогнутой газоотводной трубкой. Пробирку со смесью слегка подогреть. Поднести к концу газоотводной трубки лакмусовую бумажку, смоченную водой. Что наблюдается? К концу газоотводной трубки поднести стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Что наблюдается? Написать уравнения реакций.

#### **Опыт 2. Свойства аммиака и ионов аммония**

1) Взять две пробирки. В первую налить немного раствора соли меди (II), во вторую – соли никеля (II). Затем добавлять к ним по каплям концентрированный раствор аммиака до растворения выпавших вначале осадков. Отметить наблюдаемые явления. Написать уравнения реакций образования гидроксидов и их перехода в комплексные ионы  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  и  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .

2) В пробирку внести 2-3 капли бромной воды и 1-2 капли раствора аммиака. Как изменится окраска бромной воды? Написать уравнение реакции, учитывая, что аммиак окисляется до свободного азота.

3) Внести в пробирку 1-2 капли раствора перманганата калия и 3-5 капель концентрированного раствора аммиака. Полученную смесь слегка подогреть. Как изменяется окраска раствора? Написать уравнение реакции, учитывая, что аммиак окисляется до

свободного азота, а перманганат калия в щелочной среде восстанавливается до оксида марганца (IV).

### **Опыт 3. Свойства азотистой кислоты и ее солей**

1) В пробирку налить немного концентрированного раствора нитрита натрия  $\text{NaNO}_2$  и прилить разбавленную серную кислоту, затем охладить. Отметить изменение окраски. Написать уравнение реакции, имея в виду, что  $\text{HNO}_2$  выделяет  $\text{N}_2\text{O}_3$ , разлагающийся на  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ .

2) В пробирку налить немного раствора дихромата калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и разбавленной серной кислоты. Добавить раствор нитрита натрия. Слегка нагреть. Наблюдать изменение окраски. Составить уравнение реакции.

3) Налить в пробирку немного раствора нитрита натрия и серной кислоты. Прилить раствор иодида калия, наблюдая выделение йода. Написать уравнение реакции, имея в виду, что выделяющийся газ – азот.

### **Опыт 4. Окислительные свойства азотной кислоты**

1) Поместить в пробирку немного мелких медных стружек и прибавить концентрированной азотной кислоты. Отметить наблюдения. Написать уравнение реакции.

2) Повторить опыт 4.1, взяв вместо концентрированной азотной кислоты разбавленную. Отметить наблюдаемое различие в продуктах реакции при действии концентрированной и разбавленной азотной кислоты на медь.

3) В фарфоровую чашку налить немного концентрированного раствора азотной кислоты, положить в нее кусочек серы и осторожно нагреть, поставив чашку на асбестовую сетку. Что наблюдается? Охладить реакционную смесь, перелить жидкость в пробирку и добавить раствор хлорида бария до выпадения осадка. Написать уравнения реакций, имея в виду, что в осадок выпадает сульфат бария.

### **Опыт 5. Получение оксида фосфора (V) и его свойства**

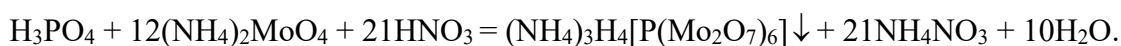
В фарфоровую чашку, поставленную на асбестовую сетку, положить немного красного фосфора. Над чашкой на небольшом расстоянии (около 0,5 см) укрепить сухую воронку. Зажечь фосфор накаливаемой стеклянной палочкой. Какое соединение осаждается на стенках воронки? Составить уравнение реакции горения фосфора.

Собрать на часовое стекло при помощи стеклянной палочки полученное вещество. Наблюдать расплывание его под действием влаги воздуха. Написать уравнение реакции образования метафосфорной кислоты  $\text{HPO}_3$ .

### **Опыт 6. Получение ортофосфорной кислоты. Качественные реакции на ортофосфат-ион**

В пробирку, содержащую немного оксида фосфора (V), приливать по каплям воду до половины ее объема. Полученный раствор кипятить на водяной бане в течение 10 минут, добавляя по мере выкипания дистиллированную воду. Полученный раствор разделить на две части. Одну часть испытать раствором нитрата серебра. Отметить цвет полученного осадка. Составить уравнения реакции.

К небольшому объему раствора молибдата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ , подкисленного азотной кислотой, прибавить вторую часть полученного раствора. Смесь нагреть на водяной бане. Выпадение осадка (отметить его цвет) подтверждает наличие в исходном растворе  $\text{PO}_4^{3-}$ -иона. Уравнение обнаружения ортофосфат-иона под действием молибдата аммония имеет вид



### **Опыт 7. Фосфорноватистая кислота и ее соли - гипофосфиты**

В три пробирки внести по 3-4 капли раствора гипофосфита натрия  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$ , добавить в первую из них 1-2 капли раствора нитрата серебра, во вторую – столько же раствора нитрата ртути (II), в третью – 1-2 капли раствора серной кислоты и раствора перманганата калия до изменения окраски раствора. Отметить наблюдения и составить уравнения реакций. Сделать вывод об окислительно-восстановительных свойствах гипофосфитов.

### **Опыт 8. Получение мышьяка**

В узкую пробирку поместить немного смеси оксида мышьяка (III)  $As_2O_3$  с углем и, закрепив пробирку в штативе слегка наклонно, сильно нагреть ее. Составить уравнение реакции и записать наблюдения.

#### **Опыт 9. Свойства арсенидов и арсенатов**

1) В пробирку внести 3-4 капли раствора хлорида олова (II) и 6-7 капель концентрированной соляной кислоты  $HCl$ . Добавить 3-4 капли раствора арсенида натрия  $Na_3AsO_3$  и слегка подогреть пробирку. Отметить цвет образовавшегося осадка и составить уравнения реакций между арсенидом натрия и соляной кислотой и взаимодействия хлорида мышьяка (III) с хлоридом олова (II). Какие свойства проявляет арсенид натрия?

2) В пробирку с 1-5 каплями йодной воды  $I_2$  добавить столько же раствора арсенида натрия. Отметить изменение цвета раствора и составить уравнение реакции. Какие свойства проявляет арсенид натрия?

3) В пробирку с раствором иодида калия (3-4 капли) добавить 7-8 капель раствора  $HCl$  и немного раствора арсената натрия  $Na_3AsO_4$ . Что наблюдается? Составить уравнение реакции. Какие свойства проявляет арсенат натрия?

#### **Опыт 10. Получение и свойства гидроксидов сурьмы (III) и висмута (III)**

В две пробирки внести по 3-4 капли раствора соли сурьмы (III), в две другие – столько же раствора соли висмута (III). Во все пробирки добавить раствор щелочи до выпадения осадков.

В одну из пробирок с осадком гидроксида сурьмы  $Sb(OH)_3$  добавить раствор соляной кислоты, в другую – гидроксида натрия. Записать наблюдения.

Проделать такие же опыты с осадком гидроксида висмута (III). В обеих ли пробирках растворяется осадок? Составить уравнения реакций.

#### **Опыт 11. Восстановительные свойства соединений сурьмы (III) и висмута (III)**

1) В две пробирки поместить по 3-4 капли раствора перманганата калия и по 3-4 капли раствора соляной кислоты. В одну из них добавить 3-5 капель раствора соли сурьмы (III), в другую – столько же раствора соли висмута (III). В обеих ли пробирках происходят реакции? Выписать из таблицы стандартных окислительно-восстановительных потенциалов соответствующие числовые значения. Подтверждают ли эти данные практические наблюдения? Составить уравнение реакции окисления сурьмы (III) до  $H[SbCl_6]$ .

2) В маленький тигель внести 1-2 капли раствора нитрата или хлорида висмута (III), 3-5 капель раствора щелочи и 4-6 капель бромной воды. Тигель нагреть на асбестовой сетке на плитке до получения коричневого осадка метависмутата натрия  $NaBiO_3$ . Составить уравнение реакции. Сохранить полученный продукт для следующего опыта.

### **Лабораторная работа №6 «Свойства элементов 16 группы и их соединений»**

**Цель:** ознакомление с химическими свойствами элементов 16 группы и их соединений.

#### **Опыт 1. Получение кислорода**

1) В сухой пробирке, закрепленной в лапке штатива, осторожно нагреть до плавления примерно 0,5 г хлората калия  $KClO_3$ . В расплав добавить катализатор  $MnO_2$  (несколько кристаллов). Выделяющийся газ испытать тлеющей лучинкой. Составить уравнение реакции разложения хлората калия.

2) Аналогичным образом получить газообразный кислород из перманганата калия  $KMnO_4$ . Выделяющийся газ испытать тлеющей лучинкой. Составить уравнение реакции разложения перманганата калия.

3) К 1-2 г белильной извести (смесь  $CaCl_2$  и  $Ca(OCl)_2$ ) добавить катализатор - насыщенный раствор нитрата кобальта  $Co(NO_3)_2$ . Выделяющийся при нагревании газ испытать тлеющей лучинкой. Привести уравнение реакции разложения  $Ca(OCl)_2$ .

#### **Опыт 2. Качественная реакция на пероксид водорода**

Раствор иодида калия подкислить разбавленным раствором серной кислоты и затем по каплям добавлять раствор пероксида водорода до появления желтой окраски. Образование

йода становится более заметным, если внести в пробирку несколько капель бензола. Привести уравнение реакции.

### **Опыт 3. Свойства пероксида водорода**

1) По обменной реакции между нитратом свинца (II) и сероводородной водой получить осадок сульфида свинца (II). Осадок отфильтровать, промыть на фильтре водой и обработать 3%-ным раствором пероксида водорода. Как изменяется цвет осадка? Привести уравнения реакций получения сульфида свинца и его окисления в сульфат свинца. Какие свойства проявляет пероксид водорода?

2) К подкисленному раствору пероксида водорода добавить раствор перманганата калия. Наблюдать обесцвечивание раствора перманганата. Выделяющийся газ испытать тлеющей лучинкой. Привести уравнение реакции. Какие свойства проявляет пероксид водорода?

### **Опыт 4. Получение серы**

1) В пробирке в небольшом объеме воды растворить кристаллик  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и прилить разбавленный раствор соляной или серной кислот. Помутнение раствора в пробирке происходит в результате выделения коллоидной серы. Отметить окраску продукта и составить уравнения протекающих реакций.

2) В пробирку с сероводородной водой прилить раствор азотной кислоты. Вода мутнеет вследствие образующегося коллоидного раствора серы. Составить уравнение окислительно-восстановительной реакции, учитывая, что азотная кислота восстанавливается до оксида азота (II) NO.

### **Опыт 5. Соли сероводородной кислоты**

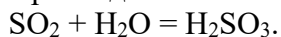
В пробирки с растворами солей меди (II), свинца (II), серебра (I), олова (II), сурьмы (III), висмута (III) прибавить сероводородную кислоту. Отметить цвет сульфидов, выпавших в виде осадков. Составить уравнения реакций.

### **Опыт 6. Окислительные свойства серной кислоты**

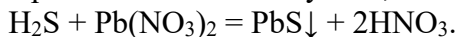
В две пробирки взять по 5-10 капель концентрированного раствора серной кислоты. В одну из них поместить гранулу цинка, в другую – медь. Пробирки осторожно нагреть. К газу, выделяющемуся из пробирки с медью, поднести влажную синюю лакмусовую бумагу, из пробирки с цинком – фильтровальную бумажку, пропитанную раствором нитрата свинца (II). По запаху газов и изменению окраски бумажек определить, какой газ выделяется. Составить уравнения окислительно-восстановительных реакций.

Испытать действие разбавленной серной кислоты на медь и цинк. В какой пробирке реакция не протекает? Почему?

При выделении  $\text{SO}_2$  синий лакмус краснеет:

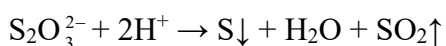


При выделении  $\text{H}_2\text{S}$  бумага, смоченная раствором нитрата свинца, чернеет:



### **Опыт 7. Взаимодействие тиосульфата натрия с серной кислотой**

Внести в пробирку раствор тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и добавить к нему раствор серной кислоты. Какое вещество выпадает в осадок? Какой газ выделяется? Составить уравнение реакции взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой, указать окислитель и восстановитель:



### **Опыт 8. Окисление тиосульфата натрия хлором**

В пробирку с раствором тиосульфата натрия прибавлять по каплям хлорную воду. Составить уравнение реакции окисления тиосульфата натрия хлором с участием воды, имея в виду, что при реакции образуется серная кислота.

## **Лабораторная работа №7 «Свойства элементов 6, 7 групп и их соединений»**

**Цель:** ознакомление с химическими свойствами элементов VIIIB и VIB групп и их соединений.

### **Опыт 1. Взаимодействие марганца с кислотами**

Испытать действие на марганец разбавленных и концентрированных растворов кислот: соляной, серной, азотной. Для этого взять шесть пробирок, поместить в каждую металлический марганец, добавить соответствующие кислоты различной концентрации. Записать наблюдения. Написать уравнения реакций. Сделать вывод об отношении марганца к кислотам.

### **Опыт 2. Качественные реакции на ионы $Mn^{2+}$**

1) В пробирку с раствором соли марганца (II) добавить раствор сульфида аммония. Отметить цвет осадка. Написать уравнение реакции.

2) В пробирку поместить немного порошка оксида свинца (IV), добавить 5-6 капель концентрированной азотной кислоты, несколько капель раствора соли марганца (II). Содержимое пробирки нагреть до кипения, затем остудить. Отметить окраску раствора, характерную для ионов  $MnO_4^-$ . Составить уравнение реакции.

### **Опыт 3. Получение и свойства гидроксида марганца (II)**

Внести в пробирку раствор соли марганца и добавить раствор гидроксида натрия. Отметить цвет осадка. Полученный осадок перенести в две пробирки. Исследовать отношение гидроксида марганца (II) к растворам соляной кислоты и гидроксида натрия. Написать уравнения реакций.

### **Опыт 4. Окислительно-восстановительная двойственность оксида марганца (IV)**

1) В пробирку поместить 2 микрошпателя оксида марганца (IV), прилить растворы серной кислоты и сульфата железа (II). Записать наблюдения и уравнение реакции. Какие окислительно-восстановительные свойства проявляет марганец (IV)?

2) Сплавить в небольшом тигле нитрат калия с гидроксидом калия. В расплав добавить несколько крупинок оксида марганца (IV). Записать наблюдения и уравнение реакции. Какие окислительно-восстановительные свойства проявляет марганец (IV)?

### **Опыт 5. Окислительные свойства марганца (VII) и влияние среды на силу окислителя**

1) В пробирку с раствором перманганата калия прибавить раствор соли марганца (II). Отметить изменение окраски раствора и появление осадка. Написать уравнение реакции.

2) В пробирку внести раствор перманганата калия, прибавить 2 капли разбавленного раствора серной кислоты и раствор пероксида водорода до изменения окраски. Определить выделяющийся газ тлеющей лучиной. Написать уравнение реакции.

3) В три пробирки внести по несколько капель раствора перманганата калия. В первую пробирку добавить раствор разбавленной серной кислоты, во вторую – воду, в третью – раствор щелочи. Затем в каждую пробирку добавить раствор восстановителя ( $Na_2SO_3$  или  $NaNO_2$ ). Написать уравнения реакций. Используя таблицу стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, обосновать, в какой среде окислительные свойства перманганата проявляются более сильно.

### **Опыт 6. Получение и свойства соединений хрома (III)**

Внести в пробирку 5-6 капель раствора соли хрома (III) и приливать к нему по каплям раствор щелочи до появления осадка. Отметить его цвет. Составить уравнение реакции.

Содержимое пробирки разделить на две части. К одной части прилить раствор серной кислоты, к другой – раствор щелочи. Сравнить цвет полученных растворов. Составить уравнения реакций.

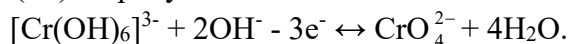
В пробирку, содержащую раствор гексагидроксохромата (III)-иона, прилить раствор кислоты до образования осадка  $Cr(OH)_3$ . Составить уравнение реакции. Сделать вывод о характере гидроксида хрома (III).

### **Опыт 7. Восстановительные свойства соединений хрома (III)**

Внести в пробирку 1-2 капли раствора соли хрома (III) и добавить щелочи до растворения образующегося вначале осадка гидроксида хрома. Полученный раствор, содержащий гексагидроксохромат (III)-ион, разлить в три пробирки. В одну из них добавить хлорной воды, во вторую – бромной воды, в третью – раствор пероксида водорода  $H_2O_2$ .



Нагреть пробирки, отметить изменение цвета растворов. Написать уравнения реакций окисления хрома (III) в хрома (VI) в присутствии щелочи:



#### **Опыт 8. Окислительные свойства соединений хрома (III)**

К раствору соли хрома (III) добавить соляной кислоты и разделить содержимое на две пробирки. Одну пробирку оставить для контроля, в другую поместить 2-3 кусочка цинка, прилить немного бензола и закрыть ее пробкой с трубкой, конец которой опустить в воду. Через несколько минут наблюдать изменение цвета раствора. Указать, зачем наливается слой бензола и отводная трубка опускается в воду. Написать уравнение реакции.

#### **Опыт 9. Окислительные свойства соединений хрома (VI)**

1) Внести в две пробирки по 4-5 капель раствора дихромата калия, подкислить его раствором серной кислоты и добавить в первую пробирку сероводородной воды, во вторую – по каплям раствор сульфита натрия. Составить уравнения реакций.

2) Внести в пробирку 4-5 капель раствора дихромата калия, подкислить его раствором серной кислоты и поместить туда же кристалл соли железа (II). Наблюдать изменение окраски раствора. Составить уравнение реакции.

#### **Опыт 10. Хроматы и дихроматы**

1) В пробирку с 3-4 каплями раствора хромата калия добавить столько же раствора серной кислоты. Отметить изменение цвета раствора. Написать уравнение реакции в ионной форме.

2) В пробирку с 3-4 каплями раствора дихромата калия добавить несколько капель раствора щелочи. Отметить изменение окраски раствора. Написать уравнение реакции в ионной форме.

#### **Опыт 11. Получение молибденовой кислоты и изучение ее свойств**

В пробирку внести 3-4 капли насыщенного раствора молибдата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  и осторожно по каплям добавлять концентрированный раствор серной кислоты до выпадения белого осадка. Испытать его отношение к раствору гидроксида натрия и к концентрированной серной кислоте. Написать уравнения реакций.

#### **Опыт 12. Образование «молибденовой сини»**

В пробирку внести 3-4 капли раствора молибдата аммония. Добавить 2-3 капли раствора соляной кислоты и по каплям раствор хлорида олова (II) до появления синей окраски смеси от  $\text{Mo}_2\text{O}_5$  до  $\text{MoO}_3$ .

#### **Опыт 13. Получение вольфрамовой кислоты и изучение ее свойств**

В пробирку налить 3-4 капли насыщенного раствора вольфрамата натрия  $\text{Na}_2\text{WO}_4$  и осторожно добавить 3 капли концентрированного раствора серной кислоты. Пробирку слегка нагреть. Отметить цвет полученного осадка  $\text{WO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Испытать его отношение к раствору гидроксида натрия и к концентрированной серной кислоте. Составить уравнения реакций.

#### **Опыт 14. Получение «вольфрамовой сини»**

В сухую пробирку внести несколько кристаллов вольфрамата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{WO}_4$  и 2-3 кристалла хлорида олова (II), добавить несколько капель концентрированной соляной кислоты до появления интенсивно-синего окрашивания «вольфрамовой сини» сложного состава от  $\text{WO}_2$  до  $\text{WO}_3$ .

### **Лабораторная работа №8 «Свойства элементов 8-10 групп и их соединений»**

**Цель:** ознакомление с химическими свойствами элементов 8-10 групп и их соединений.

#### **Опыт 1. Образование гидроксидов железа (II) и железа (III)**

##### **а) получение гидроксида железа (II) и его устойчивость на воздухе**

К 3-4 каплям раствора соли железа (II) добавляйте по каплям раствор щелочи до образования осадка гидроксида железа (II), который быстро окисляется кислородом, присутствующим в растворе, в гидроксид железа (III). Запишите наблюдения и составьте уравнения реакций.

##### **б) получение гидроксида железа (III)**

К 3-4 каплям раствора соли железа (III) прибавьте такое же количество раствора аммиака. Наблюдайте образование осадка гидроксида железа (III). Напишите уравнение реакции.

#### **Опыт 2. Образование гидроксидов кобальта (II) и кобальта (III)**

К 3-4 каплям раствора хлорида кобальта (II) по каплям добавляйте раствор щелочи. Наблюдайте выпадение осадка основной соли  $CoOHCl$ . Подействуйте на полученный осадок 12-15 каплями раствора щелочи и нагрейте содержимое пробирки. Что наблюдается? Составьте уравнения реакций. Пробирку с осадком гидроксида кобальта (II) оставьте на воздухе. По изменению цвета наблюдайте образование гидроксида кобальта (III). Содержимое пробирки оставьте для опыта 5. Напишите уравнения реакций.

#### **Опыт 3. Образование гидроксидов никеля (II) и никеля (III)**

К 3-4 каплям раствора сульфата никеля (II) по каплям добавляйте раствор щелочи до образования осадка гидроксида никеля (II). В вытяжном шкафу в пробирку с осадком добавьте 3-5 капель бромной воды. По изменению цвета осадка наблюдайте образование гидроксида никеля (III). Содержимое пробирки оставьте для опыта 5. Напишите уравнение реакции.

#### **Опыт 4. Восстановительные свойства соединений железа (II)**

##### **а) восстановление перманганата калия железом (II)**

В пробирку внесите 1-2 капли раствора перманганата калия, подкислите 3-4 каплями разбавленной серной кислоты. Добавьте 5-6 капель раствора сульфата железа (II). Как изменилась окраска? В полученном растворе определите ион  $Fe^{3+}$  качественной реакцией с роданидом аммония. Напишите уравнения реакций и наблюдения.

##### **б) восстановление дихромата калия железом (II)**

Внесите в пробирку 2-3 капли раствора дихромата калия, подкислите 3-4 каплями разбавленной серной кислоты. Прибавляйте по каплям раствор сульфата железа (II) до изменения окраски раствора. Запишите наблюдения и составьте уравнение реакции.

#### **Опыт 5. Окислительные свойства соединений железа (III), кобальта (III) и никеля (III)**

##### **а) окислительные свойства железа (III)**

В три пробирки внесите по 4-5 капель раствора хлорида железа (III). В первую пробирку добавьте раствор иодида калия, во вторую – сероводородной воды, в третью – поместите кусочек цинка. Запишите наблюдения и уравнения реакций.

##### **б) окислительные свойства кобальта (III)**

К осадку гидроксида кобальта (III), полученному в опыте 2, добавьте концентрированной соляной кислоты до растворения осадка. Какой газ выделяется? Составьте уравнение реакции.

##### **б) окислительные свойства никеля (III)**

К осадку гидроксида никеля (III), полученному в опыте 2, добавьте 3-5 капель концентрированной серной кислоты. Что наблюдается? Составьте уравнение реакции.

#### **Опыт 6. Гидролиз солей железа (II), кобальта (II), никеля (II), железа (III)**

Используя универсальную индикаторную бумагу, определите pH растворов солей железа (II), кобальта (II), никеля (II), железа (III). Напишите уравнения гидролиза.

#### **Опыт 7. Качественные реакции ионов железа (II), кобальта (II), никеля (II)**

##### **а) открытие иона железа (II)**

К 2 каплям раствора соли железа (II) добавьте равный объем раствора гексацианоферрата (III) калия. Наблюдайте за образованием осадка турнбулевой сини. Составьте уравнение реакции.

##### **б) открытие иона кобальта (II)**

В пробирку налейте 2-3 капли раствора хлорида кобальта (II). Добавьте 2-3 капли раствора нитрита натрия и 4 капли 50%-ного раствора уксусной кислоты. Выпадает желтый осадок гексанитристокобальтата (III) натрия. Составьте уравнения реакций, имея в виду, что вначале образуется азотистая кислота, которая окисляет ион  $Co^{2+}$  с образованием  $Co(NO_2)_3$ , а последний с избытком нитрита натрия дает комплексное соединение.

**в) открытие иона никеля (II)**

К 5-6 каплям раствора хлорида никеля (II) прибавьте по каплям 25%-ный раствор аммиака до растворения первоначально образующегося осадка. Какой цвет соответствует иону гексаамминникеля (II)? Составьте уравнения реакций.

**Критерии оценки отчетов к лабораторным работам:**

- 5 баллов - отчет к лабораторной работе выполнен без замечаний;
- 4 балла - отчет содержит незначительные замечания в выводах;
- 3 балла - отчет содержит замечания в расчетах, уравнениях реакций и в выводах
- 2 балла - отчет содержит значительные замечания в расчетах, уравнениях реакций и в выводах
- 1 балл - отчет не оформлен, но работы выполнены
- 5 баллов - невыполнение лабораторной работы

**7.2.2. Комплект вопросов для защиты лабораторных работ**

| № п/п  | Вопросы  |
|--|--|
| <b>Семестр 1. Курс «Общая и неорганическая химия 1»</b>                            |  |
| <b>Лабораторная работа № 1. Очистка поваренной соли методом осаждения примесей</b> |  |
| 1  | Основные понятия химии: молекула, атом, элемент, вещество (простое, сложное)   |
| 2  | Химические реактивы и правила работы с ними  |
| 3  | Классификация химических реактивов по чистоте  |
| 4  | Методы определения чистоты вещества  |
| 5  | Химическая посуда  |
| 6  | Взвешивание  |
| 7  | Подготовка к фильтрованию  |
| 8  | Типы фильтров  |
| 9  | Фильтрование через химическую воронку  |
| 10   | Фильтрование под уменьшенным давлением   |
| 11   | Очистка твердых веществ  |
| 12   | Высушивание твердых веществ  |
| <b>Лабораторная работа №2. Определение молярной массы эквивалента металла</b>      |  |
| 1  | Стехиометрия. Закономерности изменения и способы определения количества вещества. Основные определения: формульная единица вещества, моль, постоянная Авогадро, молярная масса, молярный объем, молярная масса химического эквивалента, молярный объем химического эквивалента.  |
| 2  | Количественные законы протекания химических реакций: сохранения массы веществ, постоянства состава, кратных отношений, объемных отношений, Авогадро и следствия из него, Менделеева-Клапейрона, объединений газовый, парциальных давлений Дальтона, закон эквивалентов.  |
| <b>Лабораторная работа № 3. Определение энтальпии реакции</b>                      |  |
| 1  | Основные понятия и определения химической термодинамики: термодинамическая система (изолированная, открытая, закрытая), фаза, гомогенные и гетерогенные системы, параметры состояния (экстенсивные, интенсивные), функции состояния, химический термодинамический процесс (самопроизвольный, равновесный, неравновесный), фазовый переход, внутренняя энергия, теплота, работа |
| 2  | Первый закон термодинамики и его приложение к процессам в идеальном газе: изохорному, изотермическому, изобарному  |

|   |  |
|---|--|
| 3   | Понятие теплового эффекта химической реакции: тепловой эффект реакции, термохимическое и термодинамическое уравнения, стандартные термодинамические условия, стандартная энтальпия реакции |
| 4   | Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ   |
| 5   | Закон Гесса и следствия из него  |
| 6   | Второй закон термодинамики. Энтропия как функция состояния системы   |
| 7   | Третий закон термодинамики. Абсолютные значения стандартных энтропий веществ   |
| 8   | Критерии направленности самопроизвольного процесса в закрытой системе  |
| Лабораторная работа № 4. Скорость химических реакций. Химическое равновесие |  |
| 1   | Кинетика химических реакций. Основные понятия и определения  |
| 2   | Основной постулат химической кинетики  |
| 3   | Влияние температуры на скорость химических реакций   |
| 4   | Теоретические представления о скоростях элементарных реакций   |
| 5   | Особенности кинетики гетерогенных реакций. Реакции на границе раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость   |
| 6   | Основы катализа. Основные понятия и определения. Механизмы протекания каталитических реакций   |
| 7   | Химическое равновесие. Обратимые и необратимые химические реакции. Виды и особенности химического равновесия. Количественные характеристики химического равновесия                         |
| 8   | Влияние различных факторов на химическое равновесие. Особенности описания равновесия в гетерогенных системах   |
| Лабораторная работа № 5. Приготовление растворов заданной концентрации      |  |
| 1   | Общие свойства растворов. Основные понятия и определения   |
| 2   | Способы выражения концентрации растворов   |
| 3   | Термодинамические характеристики процесса образования растворов  |
| Лабораторная работа № 6. Растворы электролитов                              |  |
| 1   | Коллигативные свойства растворов   |
| 2   | Влияние различных факторов на свойства растворов электролитов  |
| 3   | Диссоциация слабых электролитов  |
| 4   | Растворы сильных электролитов  |
| 5   | Ионные равновесия в водных растворах электролитов  |
| 6   | Гидролиз солей   |
| 7   | Произведение растворимости   |
| 8   | Направление обменных процессов в растворах электролитов  |
| Лабораторная работа № 7. Окислительно-восстановительные реакции             |  |
| 1   | Окислительно-восстановительные реакции   |
| 2   | Метод электронного баланса   |
| 3   | Метод полуреакций  |
| 4   | Направление окислительно-восстановительных реакций   |
| Лабораторная работа № 8. Электролиз водных растворов                        |  |
| 1   | Электродные процессы: основные определения   |
| 2   | Законы Фарадея   |
| 3   | Потенциалы электрохимической системы. Двойной электрический слой.  |
| 4   | Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов металлов. Уравнение Нернста   |
| 5   | Химические и концентрационные гальванические элементы. Элемент Даниэля-Якоби   |
| 6   | Электролиз. Потенциал разложения, последовательность процессов на электродах   |
| <b>Семестр 2. Курс «Общая и неорганическая химия 2»</b>                     |  |

|  |  |
|--|--|
| Лабораторная работа № 1. Координационные соединения                    |  |
| 1  | Координационные соединения: классификация, номенклатура.                         |
| 2  | Строение, химические и физические свойства координационных соединений.           |
| Лабораторная работа № 2. Свойства s-элементов и их соединений          |  |
| 1  | Общая характеристика s-элементов   |
| 2  | Способы получения s-элементов и их соединений                                    |
| 3  | Химические свойства s-элементов и их соединений                                  |
| 4  | Применение s-элементов и их соединений   |
| Лабораторная работа № 3. Свойства элементов 13 группы и их соединений  |  |
| 1  | Общая характеристика p-элементов 13 группы Периодической системы                 |
| 2  | Способы получения p-элементов 13 группы Периодической системы и их соединений    |
| 3  | Химические свойства p-элементов 13 группы Периодической системы и их соединений  |
| 4  | Применение p-элементов 13 группы Периодической системы и их соединений           |
| Лабораторная работа № 4. Свойства элементов 14 группы и их соединений  |  |
| 1  | Общая характеристика p-элементов 14 группы Периодической системы                 |
| 2  | Способы получения p-элементов 14 группы Периодической системы и их соединений    |
| 3  | Химические свойства p-элементов 14 группы Периодической системы и их соединений  |
| 4  | Применение p-элементов 14 группы Периодической системы и их соединений           |
| Лабораторная работа № 5. Свойства элементов 15 группы и их соединений  |  |
| 1  | Общая характеристика p-элементов 15 группы Периодической системы                 |
| 2  | Способы получения p-элементов 15 группы Периодической системы и их соединений    |
| 3  | Химические свойства p-элементов 15 группы Периодической системы и их соединений  |
| 4  | Применение p-элементов 15 группы Периодической системы и их соединений           |
| Лабораторная работа № 6. Свойства элементов 16 группы и их соединений  |  |
| 1  | Общая характеристика p-элементов 16 группы Периодической системы                 |
| 2  | Способы получения p-элементов 16 группы Периодической системы и их соединений    |
| 3  | Химические свойства p-элементов 16 группы Периодической системы и их соединений  |
| 4  | Применение p-элементов 16 группы Периодической системы и их соединений           |
| Лабораторная работа № 7. Свойства элементов 6, 7 групп и их соединений |  |
| 1  | Общая характеристика d-элементов 6 группы Периодической системы                  |
| 2  | Способы получения d-элементов 6 группы Периодической системы и их соединений     |
| 3  | Химические свойства d-элементов 6 группы Периодической системы и их соединений   |
| 4  | Применение d-элементов 6 группы Периодической системы и их соединений            |
| 5  | Общая характеристика d-элементов 7 группы Периодической системы                  |
| 6  | Способы получения d-элементов 7 группы Периодической системы и их соединений     |
| 7  | Химические свойства d-элементов 7 группы Периодической системы и их соединений   |
| 8  | Применение d-элементов 7 группы Периодической системы и их соединений            |
| Лабораторная работа № 8. Свойства элементов 8-10 групп и их соединений |  |
| 1  | Общая характеристика d-элементов 8-10 групп Периодической системы                |
| 2  | Способы получения d-элементов 8-10 групп Периодической системы и их соединений   |
| 3  | Химические свойства d-элементов 8-10 групп Периодической системы и их соединений |
| 4  | Применение d-элементов 8-10 групп Периодической системы и их соединений          |

#### **Критерии оценки защиты лабораторных работ:**

Защита лабораторной работы оценивается в 5 баллов. За защиту лабораторной работы в форме устного ответа на вопросы по теме лабораторной работы студенту задается 5

вопросов. За каждый верный ответ – 1 балл. При отсутствии защиты лабораторной работы – «минус 5 баллов».

### **7.2.3. Индивидуальное домашнее задание**

#### **Семестр 1. Курс «Общая и неорганическая химия и химия элементов 1»**

##### **Типовые примеры заданий**

##### **Вариант 1**

Задание 1. Вычислите эквивалентную массу металла, зная, что 0,48 г его вытесняют из кислоты 234 мл водорода (н.у.)

Задание 2. Тепловой эффект сгорания жидкого бензола  $C_6H_6$  с образованием паров воды и диоксида углерода составляет -3135,58 кДж/моль. Рассчитайте  $\Delta H_{обр. C_6H_6}^0$ .

Задание 3. Для реакции  $NH_{3(г)} + HCl_{(г)} \leftrightarrow NH_4Cl_{(тв)}$  рассчитайте изменение стандартной свободной энергии Гиббса и сделайте вывод о направлении процесса при температуре 100°C. Рассчитайте температуру равной вероятности прямого и обратного процессов. Сделайте вывод о направлении процесса выше и ниже этой температуры.

Задание 4. Константа равновесия в реакции  $A + B \leftrightarrow C + D$  при некоторой температуре равна 1,0. Рассчитайте процент превращения вещества А к моменту равновесия, если исходные концентрации А и В составляли 0,3 и 0,5 моль/л соответственно.

Задание 5. Для следующих соединений:  $Mg_3N_2$ ,  $CO_2$ ,  $BI_3$  определите тип химической связи, по методу валентных связей покажите образование химической связи в молекулах, гибридизацию, определите пространственное строение молекул.

Задание 6. Вычислите осмотическое давление 4% раствора сахара  $C_{12}H_{22}O_{11}$  при 20°C, если плотность раствора равна 1,014 г/см<sup>3</sup>.

Задание 7. Определите рН 0,05 н.  $K_2SO_3$ . Напишите ионные и молекулярные уравнения гидролиза.

Задание 8. Рассчитайте рН 0,5% раствора HCN. Плотность раствора считать равной 1 г/мл.

Задание 9. Вычислите потенциал водородного электрода в 0,005 М растворе соляной кислоты.

Задание 10. При электролизе водного раствора  $CuCl_2$  на аноде выделилось 200 мл газа (н.у.). Вычислите массу вещества, выделившегося на катоде. Напишите уравнения электродных процессов.

#### **Семестр 2. Курс «Общая и неорганическая химия 2»**

##### **Типовые примеры заданий**

##### **Вариант 1**

Задание 1. Составьте энергетическую диаграмму образования связей, определите тип гибридизации комплексов 3d-элементов с октаэдрическим полем лигандов и укажите число неспаренных d-электронов:  $[V(H_2O)_5O]^{2+}$ ,  $[ScF_6]^{3-}$ .

Задание 2. При помощи каких реакций и при каких условиях их проведения можно осуществить следующие превращения:



Задание 3. При прокаливании буры в присутствии солей хрома, марганца и других металлов образуются метаборат натрия и  $B_2O_3$ . Оксид бора, взаимодействуя с солями, образует окрашенные стеклообразные метабораты – «перлы буры». Напишите уравнения стадий и суммарные уравнения реакций, протекающих при прокаливании буры в присутствии сульфатов марганца (II) и хрома (III).

Задание 4. Почему свинец, стоящий в ряду напряжений до водорода, не взаимодействует с соляной, бромоводородной, йодоводородной и разбавленной серной кислотами и почему он взаимодействует с концентрированной (более 80 %) серной кислотой? Напишите уравнение реакции и структурную формулу образующегося соединения свинца.

Задание 5. Все оксиды азота взаимодействуют с раскаленной медью, образуя оксид меди (II) и азот. Какова формула оксида азота, если масса полученного оксида меди (II) составила 0,7105 г, а азота выделилось 200 мл (н.у.)?

Задание 6. Как получают и где применяют сулему и каломель? Растворимость сулемы в 100 г воды составляет 6,6 г при 20°C и 58,0 г – при 100°C. Какая масса суммы кристаллизуется из 2,5 кг насыщенного при 100°C раствора при его охлаждении до 20°C?

Задание 7. Какие реакции надо провести для получения меди из  $\text{Cu}_2\text{S}$  по схеме:  $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$ ? До какой температуры надо нагревать оксид меди (II) для получения меди в отсутствие восстановителя и при использовании восстановителей: углерода и водорода? Ответ подтвердите термодинамическими расчётами.

Задание 8. При нагревании порошкообразного молибдена с серой в мольном соотношении 1:2 образуется сульфид молибдена (IV), который взаимодействует с концентрированной азотной кислотой с образованием двух кислот. Напишите уравнения реакций.

Задание 9. Катион марганца (+2) окисляется (при нагревании в присутствии катализатора – солей меди  $\text{Cu}^{2+}$ ) бромом в щелочной среде, переходя при этом в ион . Напишите уравнение реакции. Какое количество и какая масса брома расходуется на образование одного моля ионов  $\text{MnO}_4^{2-}$ ?

Задание 10. Объясните, почему при добавлении щелочи к раствору хлорида гексаамминникеля (II) осадок гидроксида никеля (II) образуется, а при добавлении к раствору тетрацианоникелата (II) калия – не образуется?

#### **Критерии оценки индивидуального домашнего задания:**

Индивидуальное домашнее задание состоит из 10 задач и оценивается в 10 баллов. За каждое верно выполненную задачу – 1 балл. Отсутствие ИДЗ – «минус 10 баллов».

#### **7.2.4. Посещаемость**

##### **Критерии оценки:**

Максимальное количество баллов за посещение занятий – 10. За посещение 6,4 часов аудиторных занятий – 1 балл. За пропуск 6,4 часов аудиторных занятий по неуважительной причине – «минус 1 балл».

### **7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

Семестр 1

| № п/п | Вопросы к зачету  |
|-------|---|
| 1     | Основные понятия химии: молекула, атом, элемент, вещество (простое, сложное), эмпирическая, графическая, молекулярная формулы вещества, химическая реакция, стехиометрический коэффициент |
| 2     | Классификация и номенклатура неорганических соединений: оксиды, кислоты, основания, соли  |
| 3     | Стехиометрия. Закономерности изменения и способы определения количества вещества. Основные определения: формульная единица вещества, моль, постоянная                                     |

|    |  |
|----|--|
|    | Авогадро, молярная масса, молярный объем, молярная масса химического эквивалента, молярный объем химического эквивалента.  |
| 4  | Количественные законы протекания химических реакций: сохранения массы веществ, постоянства состава, кратных отношений, объемных отношений, Авогадро и следствия из него, Менделеева-Клапейрона, объединений газовый, парциальных давлений Дальтона, закон эквивалентов   |
| 5  | Основные понятия и определения химической термодинамики: термодинамическая система (изолированная, открытая, закрытая), фаза, гомогенные и гетерогенные системы, параметры состояния (экстенсивные, интенсивные), функции состояния, химический термодинамический процесс (самопроизвольный, равновесный, неравновесный), фазовый переход, внутренняя энергия, теплота, работа |
| 6  | Первый закон термодинамики и его приложение к процессам в идеальном газе: изохорному, изотермическому, изобарному  |
| 7  | Понятие теплового эффекта химической реакции: тепловой эффект реакции, термохимическое и термодинамическое уравнения, стандартные термодинамические условия, стандартная энтальпия реакции   |
| 8  | Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ   |
| 9  | Закон Гесса и следствия из него  |
| 10 | Второй закон термодинамики. Энтропия как функция состояния системы   |
| 11 | Третий закон термодинамики. Абсолютные значения стандартных энтропий веществ   |
| 12 | Критерии направленности самопроизвольного процесса в закрытой системе  |
| 13 | Кинетика химических реакций. Основные понятия и определения  |
| 14 | Основной постулат химической кинетики  |
| 15 | Влияние температуры на скорость химических реакций   |
| 16 | Теоретические представления о скоростях элементарных реакций   |
| 17 | Особенности кинетики гетерогенных реакций. Реакции на границе раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость   |
| 18 | Основы катализа. Основные понятия и определения. Механизмы протекания каталитических реакций   |
| 19 | Химическое равновесие. Обратимые и необратимые химические реакции. Виды и особенности химического равновесия. Количественные характеристики химического равновесия   |
| 20 | Влияние различных факторов на химическое равновесие. Особенности описания равновесия в гетерогенных системах   |
| 21 | Происхождение и классификация химических элементов   |
| 22 | Теории строения атома. Современная теория строения атомов. Атомные орбитали. Квантовые числа. Принципы и правила заполнения атомных орбиталей  |
| 23 | Периодический закон. Структура Периодической таблицы   |
| 24 | Периодичность изменения свойств элементов. Распространенность химических элементов   |
| 25 | Химическая связь: энергия, длина, угол связи. Виды химической связи. Свойства ковалентной связи: направленность, насыщенность, полярность. Ионная связь: поляризуемость и поляризующее действие. Металлическая связь: зонная теория кристаллов. Водородная связь   |
| 26 | Метод валентных связей, гибридизация. Метод молекулярных орбиталей: порядок связи, магнитные свойства молекул и ионов  |
| 27 | Метод Гиллеспи: пространственное строение молекул и ионов  |
| 28 | Межмолекулярные взаимодействия   |
| 29 | Строение вещества в различных агрегатных состояниях  |
| 30 | Общие свойства растворов. Основные понятия и определения   |



|    |  |
|----|--|
| 31 | Способы выражения концентрации растворов   |
| 32 | Термодинамические характеристики процесса образования растворов  |
| 33 | Коллигативные свойства растворов   |
| 34 | Влияние различных факторов на свойства растворов электролитов  |
| 35 | Диссоциация слабых электролитов  |
| 36 | Растворы сильных электролитов  |
| 37 | Ионные равновесия в водных растворах электролитов  |
| 38 | Гидролиз солей: по катиону, по аниону, полный гидролиз. Степень и константа гидролиза  |
| 39 | Произведение растворимости. Условие образования осадка   |
| 40 | Направление обменных процессов в растворах электролитов  |
| 41 | Окислительно-восстановительные реакции   |
| 42 | Метод электронного баланса   |
| 43 | Метод полуреакций  |
| 44 | Направление окислительно-восстановительных реакций   |
| 45 | Диаграммы Латимера и Фроста  |
| 46 | Электродные процессы: основные определения   |
| 47 | Законы Фарадея   |
| 48 | Потенциалы электрохимической системы. Двойной электрический слой.  |
| 49 | Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов металлов. Уравнение Нернста   |
| 50 | Химические и концентрационные гальванические элементы. Элемент Даниэля-Якоби   |
| 51 | Электролиз. Потенциал разложения, последовательность процессов на электродах   |
| 52 | Классификация коррозионных сред, разрушений и процессов. Показатели скорости коррозии  |
| 53 | Химическая коррозия: виды и разновидности  |
| 54 | Электрохимическая коррозия: причины и механизм возникновения   |
| 55 | Защита от коррозии: легирование металлических материалов; изменение состава и свойств коррозионной среды; электрохимическая защита: виды и механизм действия; защитные покрытия: виды, методы нанесения и области применения |

## Семестр 2

| № п/п | Вопросы к экзамену   |
|-------|--|
| 1     | Комплексные соединения: номенклатура, классификация  |
| 2     | Свойства комплексных соединений  |
| 3     | Теория кристаллического поля: низко- и высокоспиновые комплексы.                               |
| 4     | Устойчивость комплексных соединений, константа нестойкости комплексов                          |
| 5     | Общая характеристика s- и p-элементов  |
| 6     | Элементы 1 группы Периодической системы: общая характеристика, получение                       |
| 7     | Химические соединения элементов 1 группы: гидриды, карбиды, нитриды, оксиды и гидроксиды, соли |
| 8     | Применение элементов 1 группы и их соединений  |
| 9     | Водород. Соединения водорода. Получение и применение водорода.                                 |
| 10    | Элементы 2 группы Периодической системы: общая характеристика, получение                       |
| 11    | Химические соединения элементов 2 группы: гидриды, карбиды, нитриды, оксиды и гидроксиды, соли |
| 12    | Применение элементов 2 группы и их соединений  |
| 13    | Жёсткость воды: карбонатная, некарбонатная, общая  |
| 14    | Методы устранения жесткости воды   |

|    |   |
|----|---|
| 15 | Элементы 13 группы Периодической системы: общая характеристика, способы получения   |
| 16 | Химические соединения элементов 13 группы: гидриды, карбиды, нитриды, оксиды и гидроксиды, соли                           |
| 17 | Применение элементов 13 группы и их соединений  |
| 18 | Элементы 14 группы Периодической системы. Общая характеристика элементов, простые вещества, способы получения             |
| 19 | Соединения углерода   |
| 20 | Кремний и его соединения  |
| 21 | Элементы подгруппы германия и их соединения   |
| 22 | Элементы 15 группы. Общая характеристика элементов, простые вещества, способы получения                                   |
| 23 | Азот и его соединения с отрицательными степенями окисления  |
| 24 | Соединения азота с положительными степенями окисления   |
| 25 | Фосфор и его соединения   |
| 26 | Элементы подгруппы мышьяка и их соединения  |
| 27 | Элементы 16 группы (халькогены). Общая характеристика элементов, способы получения  |
| 28 | Кислород: аллотропные модификации. Соединения кислорода   |
| 29 | Сера и её соединения (сероводород, оксиды серы, кислоты)  |
| 30 | Элементы подгруппы селена, их соединения  |
| 31 | Элементы 17 группы (галогены). Общая характеристика. Простые вещества и их свойства                                       |
| 32 | Фтор и его соединения   |
| 33 | Соединения хлора (водородные соединения, кислородные соединения)  |
| 34 | Соединения подгруппы брома (водородные соединения, кислородные соединения)  |
| 35 | Межгалогенные соединения. Применение галогенов и их соединений  |
| 36 | Элементы 8 группы Периодической системы. Общая характеристика, простые вещества. Соединения благородных газов. Применение |
| 37 | Общая характеристика d-элементов  |
| 38 | Комплексные соединения d-элементов: строение и свойства   |
| 39 | Методы получения d-элементов  |
| 40 | Элементы 3 группы Периодической системы. Элементы подгруппы скандия и их соединения                                       |
| 41 | Лантаноиды: общая характеристика, свойства, получение и применение  |
| 42 | Актиноиды: общая характеристика, свойства, получение и применение   |
| 43 | Элементы 4 группы Периодической системы. Общая характеристика элементов. Простые вещества и их свойства                   |
| 44 | Соединения элементов 4 группы. Применение   |
| 45 | Элементы 5 группы Периодической системы. Общая характеристика элементов. Простые вещества и их свойства                   |
| 46 | Соединения элементов 5 группы (оксиды и гидроксиды, соли). Применение   |
| 47 | Элементы 6 группы Периодической системы. Общая характеристика элементов. Получение. Свойства простых веществ              |
| 48 | Соединения хрома, окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, применение                                    |
| 49 | Соединения молибдена и вольфрама. Гетерополиоксиды. Применение  |
| 50 | Элементы 7 подгруппы Периодической системы. Общая характеристика элементов. Химические свойства простых веществ           |

|    |  |
|----|--|
| 51 | Соединения элементов 7 группы (II), соединения элементов 7 группы (IV), соединения элементов 7 группы (VI и VII). Сравнительная характеристика окислительных свойств соединений марганца (VII) |
| 52 | Элементы семейства железа. Общая характеристика. Получение. Химические свойства простых веществ  |
| 53 | Соединения железа, кобальта, никеля (оксиды, гидроксиды железа). Применение  |
| 54 | Платиновые металлы. Общая характеристика элементов. Получение. Простые вещества и их химические свойства   |
| 55 | Соединения платиновых металлов (оксиды и гидроксиды; соли кислородных соединений, галиды)  |
| 56 | Комплексные соединения платиновых металлов. Сравнение свойств элементов семейства железа и платиновых металлов. Применение   |
| 57 | Элементы 11 группы Периодической системы. Общая характеристика элементов. Простые вещества и их химические свойства  |
| 58 | Соединения элементов подгруппы меди. Применение  |
| 59 | Элементы 12 группы Периодической системы. Общая характеристика элементов. Получение. Химические свойства простых веществ   |
| 60 | Соединения элементов подгруппы цинка (кислородные соединения, сульфиды, галиды, цианиды и др.). Применение   |

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки |  |
|---------|---|-------------------------|--|
| 1       | зачет (по накопительному рейтингу)        | «зачтено»               | текущий рейтинг составляет 55-100 баллов |
|         |   | «не зачтено»            | текущий рейтинг составляет 0-55 баллов   |
| 2       | экзамен (по накопительному рейтингу)      | «отлично»               | текущий рейтинг составляет 85-100 баллов |
|         |   | «хорошо»                | текущий рейтинг составляет 70-84 баллов  |
|         |   | «удовлетворительно»     | текущий рейтинг составляет 55-69 баллов  |
|         |   | «неудовлетворительно»   | текущий рейтинг составляет 0-54 баллов   |

В случае неудовлетворительной сдачи зачета или экзамена по накопительному рейтингу проводится устная сдача зачета или экзамена преподавателю.

#### Критерии оценки

|                      |   |
|----------------------|---|
| «отлично», «зачтено» | Полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета;<br>Правильные ответы на дополнительные вопросы по лекционному курсу;<br>Правильное решение задачи экзаменационного билета. |
| «хорошо», «зачтено»  | Достаточно полные ответы на вопросы теоретического характера экзаменационного билета, однако при детализации некоторых ответов испытывает затруднения;                                |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
|                                   | <p>Нечетко отвечает на дополнительные вопросы, проявляя при этом неглубокие знания;</p> <p>Правильное или с небольшими ошибками решение задачи экзаменационного билета.</p>  |
| «удовлетворительно»,<br>«зачтено» | <p>Показывает неполные или неглубокие знания при ответе на теоретические вопросы;</p> <p>При ответе на дополнительные вопросы испытывает серьезные затруднения;</p> <p>Ошибочное решение задачи экзаменационного билета.</p> |
| «неудовлетворительно»             | <p>Не отвечает на вопросы теоретического характера или отвечает неправильно, неполно;</p> <p>Не отвечает или неправильно отвечает на дополнительные вопросы;</p> <p>Отсутствует решение задачи экзаменационного билета.</p>  |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители  | Заглавие (заголовок)   | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|--|--|---|-------------|---|
| 1        | Н.С. Ахметов   | Общая и неорганическая химия: учебник / Н. С. Ахметов. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 744 с. - ISBN 978-5-8114-4698-8.  | Учебник   | 2020        | ЭБС «Лань»  |
| 2        | В.В. Кириллов  | Неорганическая химия. Теоретические основы: учебник / В. В. Кириллов. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-4376-5.  | Учебник   | 2020        | ЭБС «Лань»  |
| 3        | Э.А. Александрова  | Неорганическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум: учебник / Э. А. Александрова. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 396 с. - ISBN 978-5-8114-3473-2.   | Учебник   | 2020        | ЭБС «Лань»  |
| 4        | Н.В. Коровин [и др.]; под ред. Н. В. Коровина, Н. В. Кулешова. | Общая химия. [Электронный ресурс]: теория и задачи: учеб. пособие / Н. В. Коровин [и др.]; под ред. Н. В. Коровина, Н. В. Кулешова. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 492 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1736-0. | Учебное пособие   | 2017        | ЭБС «Лань»  |

## 8.2. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители   | Заглавие (заголовок)   | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|-----------------------|--|---|-------------|---|
| 1        | Л.Д. Борзова          | Основы общей химии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.Д. Борзова, Н.Ю. Черникова, В.В. Якушев. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 469 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1608-0.               | Учебное пособие   | 2014        | ЭБС «Лань»  |
| 2        | Н.Ф. Стась            | Решение задач по общей химии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н. Ф. Стась, А. В. Коршунов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 168 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2274-6. | Учебное пособие   | 2016        | ЭБС «Лань»  |
| 3        | К.Ю. Тархов           | Общая и неорганическая химия. Окислительно-восстановительные реакции и химическое равновесие. Сборник заданий и вариантов: учебное пособие / К. Ю. Тархов. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 80 с. - ISBN 978-5-8114-3302-5.              | Учебное пособие   | 2019        | ЭБС «Лань»  |
| 4        | Е.Г. Гончаров [и др.] | Краткий курс теоретической неорганической химии: учебное пособие / Е. Г. Гончаров, В. Ю. Кондрашин, А. М. Ховив, Ю. П. Афиногенов. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 464 с. - ISBN 978-5-8114-2456-6.                                     | Учебное пособие   | 2017        | ЭБС «Лань»  |
| 5        | Н.Н. Павлов           | Общая и неорганическая химия: учебник / Н. Н. Павлов. - 3-е изд., испр., доп. -  | Учебник   | 2011        | ЭБС «Лань»  |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Авторы, составители</b>   | <b>Заглавие (заголовок)</b>   | <b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)</b> | <b>Год издания</b> | <b>Количество в научной библиотеке /<br/>Наименование ЭБС</b> |
|------------------|--|---|--|--------------------|---|
|                  |  | Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 496 с. - ISBN 978-5-8114-1196-2.  |  |                    |   |
| 6                | Л.Н. Блинов [и др.]; под науч. ред. И. Л. Перфиловой, Т. В. Соколовой. | Химия [Электронный ресурс]: учеб. для вузов / Л. Н. Блинов [и др.]; под науч. ред. И. Л. Перфиловой, Т. В. Соколовой. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 272 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2038-4 | Учебник  | 2016               | ЭБС «Лань»  |

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Бутлеровские сообщения [Электронный ресурс] : многопредмет. науч. журн. / ООО «Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие»». – Электрон. журнал. – Казань : ООО «Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие»», 1999- . Режим доступа к журн.: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>

- Химия в интересах устойчивого развития [Электронный ресурс] : междунар. науч. журн. / Сибирское отделение РАН. – Электрон. журнал. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 1999- . Режим доступа к журн. <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)  |
|-------|-----------------|--|
| 1     | Windows         | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно   |
| 2     | Office Standart | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно |

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования   |
|-------|---|---|
| 1     | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.<br>А-125   | Стол ученические трехместные и двухместные моноблоки, стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска меловая, экран навесной, проектор, процессор. мышь комп., пульт.   |
| 2     | Лаборатория "Неорганической химии".<br>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ.<br>А-216  | Стол лабораторные, столы лабораторные островные, стол приборный; полки для посуды, мойки нержавеющей, тумбы для посуды и реактивов, вытяжной шкаф, стол письменный, выпрямитель В-24, сушильный шкаф snol 58/350, аквадистиллятор ДЭ-10, весы электронные HL-200, приборы для определения эквивалента, приборы для электролиза, термостатированный стакан, электроплитка, термометры спиртовые, термометры ртутные, химическая посуда, доска меловая. |



| №<br>п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования  |
|----------|---|--|
| 3        | Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.<br>УЛК-812   | Столы ученические, стол преподавательский, стулья ученические, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет. |
| 4        | Помещение для самостоятельной работы студентов.<br>Г-401  | Столы, стулья, компьютеры.   |