

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_ А.С. Дулина

31 августа 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой химии

\_\_\_\_\_ Л.А. Джигола

31 августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ХИМИЯ»**

Составитель(-и)

**Чабакова А.К., доцент, к.х.н., доцент**

Направление подготовки /  
специальность

**35.00.00. «СЕЛЬСКОЕ, ЛЕСНОЕ И РЫБНОЕ  
ХОЗЯЙСТВО»**

Направленность (профиль) ОПОП

**Агрономия / Технология производства и  
переработки сельскохозяйственной продукции**

Квалификация (степень)

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Год приема

**2023**

Курс

**1**

Семестр

**1**

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Цели освоения дисциплины «Химия»:** привить студентам знания по теоретическим основам химии и свойствам важнейших биогенных и токсичных химических элементов; научить устанавливать взаимосвязи между строением вещества и его химическими свойствами, пользоваться современной химической терминологией; простейшим лабораторным оборудованием, химической посудой и измерительными приборами, ознакомить с особенностями химических свойств важнейших биогенных макро- и микроэлементов, а также элементов, соединения которых представляют собой опасность для окружающей среды.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** развитие знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых и стандартных задач в области агрономии; изучение основных понятий и законов химии, квантово-механические представления об образовании химической связи, классов неорганических и органических веществ, основы теории качественного и количественного анализа, методы анализа; приобретение практических навыков химических и физико-химических (инструментальных) методов анализа.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

**2.1. Учебная дисциплина «Химия» относится к обязательной части дисциплин, модулю «Профориентационные уровневые курсы» Б1.Б.08.01 и осваивается в 1 семестре.**

Химические дисциплины играют немаловажную роль в процессе обучения бакалавров данного направления подготовки. Специфика подготовки требует глубокого знания процессов, происходящих в живых организмах и экосистемах, что невозможно без постижения основных разделов химии.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые при изучении химии в средней школе.** Следовательно, «входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ школьного курса химии.

Знания: место неорганической, аналитической и органической химии в ряду других естественных дисциплин, ее значение в жизни современного общества. Основные понятия и законы химии, строение атомов и молекул, основные квантово-механические представления об образовании химической связи, основные классы неорганических веществ, номенклатура, основы теории качественного и количественного анализа, методы анализа.

Умения: прогнозировать и обосновывать свойства веществ; раскрывать причинно-следственные связи между строением и свойствами веществ; представлять реальную сущность простого и сложного вещества, его разнообразные превращения, используя представления о структуре вещества, термодинамических аспектах, окислительно-восстановительных процессах; проводить химическую идентификацию неорганических и органических соединений; осуществлять в лабораторных условиях выделение и исследование химических свойств веществ, качественный и количественный анализ.

Навыки: техники безопасности при выполнении работ в лабораториях неорганической, аналитической, органической и физколлоидной химии, регистрации и обработки результатов химических экспериментов, методов отбора материала для теоретических занятий и лабораторных работ.

**2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:**

- агрохимия

- пищевая биохимия
- физико-химические методы в пищевой промышленности
- методы анализа и оценки сельскохозяйственного сырья

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

#### **общепрофессиональных (ОПК):**

ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

**Таблица 1- Декомпозиция результатов обучения**

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                    | Планируемые результаты освоения дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                   | Знать (1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Уметь (2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Владеть (3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>ОПК-1.</b><br><i>Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий</i> | <b>ИОПК-1.1.1</b><br>Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агрономии<br><b>ИОПК-1.1.2</b><br>Современные представления о строении вещества, основы термодинамики и кинетики, закономерности протекания окислительно-восстановительных и комплексобразовательных процессов, основы качественного и количественного анализа. | <b>ИОПК-1.2.1</b><br>Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агрономии<br><b>ИОПК-1.2.2</b><br>Использовать основные законы химии, закономерности протекания различных процессов для прогнозирования схем анализа веществ, анализировать и обрабатывать экспериментальные результаты, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | <b>ИОПК-1.3.1</b><br>Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агрономии<br><b>ИОПК-1.3.2</b><br>Основами теории фундаментальных разделов химии, методами отбора материала экспериментальных работ, подходами к объяснению химических явлений, происходящих в природе и живых организмах, методами синтеза и анализа (качественного и количественного) веществ. |

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы, в том числе 36 часов(а), выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 18 часов(а) – лекции, 18 часов(а) – лабораторные работы) и 36 часов(а) – на самостоятельную работу обучающихся.

**Таблица 2 - Структура и содержание дисциплины**

| №<br>п/п               | Наименование темы                                                                                          | Семестр | Контактная<br>работа<br>(в часах) |    |    | Самостоят<br>работа |    | Формы текущего контроля<br>успеваемости (по неделям<br>семестра)<br>Форма промежуточной<br>аттестации<br>(по семестрам) |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------|----|----|---------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        |                                                                                                            |         | Л                                 | ПЗ | ЛР | КР                  | СР |                                                                                                                         |
| Раздел 1. Общая химия. |                                                                                                            |         |                                   |    |    |                     |    |                                                                                                                         |
| 1                      | Основные понятия химии. Атомно-молекулярное учение. Классификация и номенклатура неорганических соединений | 1       | 1                                 |    | 1  |                     | 4  | Собеседование, лабораторная работа № 1, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 1                             |
| 2                      | Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева           | 1       | 1                                 |    | 1  |                     | 4  | Собеседование, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 2                                                      |
| 3                      | Химическая связь                                                                                           | 1       | 2                                 |    | 2  |                     | 4  | Собеседование, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 2                                                      |
| 4                      | Основы термодинамики. Скорость химических реакций. Химическое равновесие                                   | 1       | 2                                 |    | 2  |                     | 4  | Собеседование, лабораторная работа № 2, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 3                             |
| 5                      | Растворы. Закон действия масс, гомогенные и гетерогенные процессы и процессы гидролиза.                    |         | 2                                 |    | 2  |                     | 4  | Собеседование, лабораторная работа № 3, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 3                             |
| 6                      | Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы.                                        | 1       | 2                                 |    | 2  |                     | 2  | Собеседование, лабораторная работа № 4, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 4                             |
| 7                      | Комплексные соединения. Комплексообразование в аналитической химии.                                        | 1       | 1                                 |    | 1  |                     | 2  | Собеседование, лабораторная работа № 5, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 4                             |
| 8                      | Общая характеристика неметаллов (галогены, халькогены, элементы V группы главной подгруппы)                | 1       | 1                                 |    | 1  |                     | 2  | Собеседование, лабораторная работа № 6, тестовый контроль.                                                              |

|    |                                                                             |   |    |  |    |  |    |                                                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|---|----|--|----|--|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | Общие свойства металлов главных и побочных подгрупп.                        | 1 | 1  |  | 1  |  | 2  | Собеседование, лабораторная работа № 7, тестовый контроль.                                  |
| 10 | Основы количественного анализа. Гравиметрический и титриметрический анализ. | 1 | 1  |  | 1  |  | 2  | Собеседование, Рейтинговая контрольная работа 5                                             |
| 11 | Основы строения органических соединений. Углеводороды.                      | 2 | 1  |  | 1  |  | 2  | Собеседование, лабораторная работа № 8, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 6 |
| 12 | Кислородосодержащие органические соединения                                 | 2 | 1  |  | 1  |  | 2  | Собеседование, лабораторная работа № 9, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 6 |
| 13 | Азотосодержащие органические соединения                                     | 2 | 2  |  | 2  |  | 2  | Собеседование, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 6                          |
|    | Итого                                                                       |   | 18 |  | 18 |  | 36 | <b>Экзамен 1 семестр</b>                                                                    |

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа;

ПЗ – практические занятия,

ЛР – лабораторные работы;

КР – курсовая работа;

СР – самостоятельная работа по отдельным темам

**Таблица 3 – Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций**

| Темы, разделы дисциплины                                                                                                    | Кол-во часов | Компетенции |                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|
|                                                                                                                             |              | ОПК-1       | Σ<br>общее количество компетенций |
| Тема 1<br><i>Основные понятия химии. Атомно-молекулярное учение. Классификация и номенклатура неорганических соединений</i> | 6            | +           | 1                                 |
| Тема 2<br><i>Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева</i>           | 6            | +           | 1                                 |
| Тема 3<br><i>Химическая связь</i>                                                                                           | 8            | +           | 1                                 |

|                                                                                                              |           |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|---|
| Тема 4<br><i>Основы термодинамики. Скорость химических реакций. Химическое равновесие</i>                    | 8         | + | 1 |
| Тема 5<br><i>Растворы. Закон действия масс, гомогенные и гетерогенные процессы и процессы гидролиза.</i>     | 8         | + | 1 |
| Тема 6<br><i>Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы.</i>                         | 6         | + | 1 |
| Тема 7<br><i>Комплексные соединения. Комплексообразование в аналитической химии.</i>                         | 4         | + | 1 |
| Тема 8<br><i>Общая характеристика неметаллов (галогены, халькогены, элементы V группы главной подгруппы)</i> | 4         | + | 1 |
| Тема 9<br><i>Общие свойства металлов главных и побочных подгрупп.</i>                                        | 4         | + | 1 |
| Тема 10<br><i>Основы количественного анализа. Гравиметрический и титриметрический анализ.</i>                | 4         | + | 1 |
| Тема 11<br><i>Основы строения органических соединений. Углеводороды</i>                                      | 4         | + | 1 |
| Тема 12<br><i>Кислородосодержащие органические соединения</i>                                                | 4         | + | 1 |
| Тема 13<br><i>Азотосодержащие органические соединения</i>                                                    | 6         | + | 1 |
| <b>Итого</b>                                                                                                 | <b>72</b> |   |   |

## Краткое содержание учебной дисциплины

### **Тема 1. Основные понятия химии. Атомно-молекулярное учение. Классификация и номенклатура неорганических соединений.**

Понятие о химическом элементе. Простые и сложные вещества. Химические и физические свойства вещества. Понятие о чистом веществе и примеси. Понятие о химической реакции как превращении веществ. Основные типы химических реакций: реакции разложения, соединения, замещения, обмена, внутреннего превращения.

Закон сохранения массы и энергий. Основные законы стехиометрии. Закон постоянства состава Пруста. Законы кратных отношений Дальтона. Химический эквивалент, фактор эквивалентности. Закон эквивалентов.

Атомно-молекулярное учение - основа современной химии. Развитие представлений о дискретном строении вещества.

Молярная масса и молярный объем. Постоянная Авогадро, число Авогадро. Атом, молекула, простое вещество, сложное вещество, эмпирическая формула, структурная формула. Уравнение химической реакции. Коэффициенты в уравнениях химической реакции, индексы в химической формуле.

Размеры и массы атомов. Относительная атомная и относительная молекулярная масса. Современная система атомных масс. Количество вещества и количество вещества эквивалента.

Закон объемных отношений (Гей-Люссак). Закон Авогадро и следствия из закона Авогадро. Законы газового состояния (закон Бойля-Мариотта, закон Гей-Люссака, уравнение Менделеева-Клапейрона, закон парциальных давлений Дальтона).

Относительная плотность газов.

Номенклатурные правила ИЮПАК неорганических веществ. Классификация простых веществ. Классификация сложных веществ по составу. Бинарные соединения. Оксиды, галогениды, нитриды и др. Оксиды солеобразующие и несолеобразующие. Кислотные, основные и амфотерные оксиды. Номенклатура оксидов.

Трехэлементные соединения. Гидроксиды. Основания. Одно- и многокислотные основания. Щелочи. Номенклатура оснований.

Кислоты: бескислородные и кислородосодержащие. Мета-, пиро-, ортокислоты. Одно- и многоосновные кислоты. Номенклатура кислот.

Соли: средние, кислые, основные. Двойные и смешанные соли. Номенклатура солей.

## **Тема 2. Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.**

Экспериментальное обоснование представлений об атоме как сложной системе. Открытие электрона. Определение заряда электрона и массы электрона. Радиоактивность. Основные характеристики альфа-, бета- и гамма-лучей. Планетарная модель атома. Ее достоинства и недостатки. Исходные теоретические и экспериментальные предпосылки разрешения внутренних противоречий планетарной модели. Корпускулярно-волновой дуализм излучения. Фотоны. Уравнение Планка. Кванты. Теория строения атома по Бору. Постулаты Бора. Электронная орбиталь. Квантовые числа как параметры, определяющие состояние электрона в атоме. Атомная орбиталь. Емкость энергетического подуровня и энергетического уровня. Принципы заполнения орбиталей в атомах: принцип наименьшей энергии, принцип Паули, правило Гунда. Правило Клечковского. Электронно-графические формулы.

Открытие периодического закона Д.И. Менделеевым. Вопросы, поставленные периодическим законом и периодической системой, их разрешение с позиций представлений о строении атомов. Современная формулировка периодического закона. Периодическая система как естественная система элементов. Периодическая таблица как форма периодической системы. Особенности электронных конфигураций атомов элементов главных и побочных подгрупп. Элементы s-, p-, d-, f- семейств. Связь свойств элементов с их положением в периодической системе. Изменение величин радиусов, энергий ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности атомов элементов с ростом зарядов их ядер. Периодичность изменения свойств элементов как проявление периодичности изменения электронных конфигураций атомов. Внутренняя и вторичная периодичность. Периодическая таблица и электронные аналоги. Значение открытия периодического закона. Раскрытие в периодической системе всеобщей естественной взаимосвязи между химическими элементами. Границы и эволюция периодической системы.

## **Тема 3. Химическая связь**

Развитие представлений о сущности химической связи. Основные параметры химической связи: длина, энергия, направленность. Основные типы химической связи. Ковалентная связь. Приближенный характер этих методов. Метод валентных связей (ВС).

Физическая идея метода: образование двухцентровых двухэлектронных связей, принцип максимального перекрытия АО. Два механизма образования ковалентной связи: обобщение неспаренных электронов разных атомов и донорно-акцепторный механизм. Полярные связи и полярность молекулы в целом. Дипольные моменты связи. Эффективный заряд атома в молекуле. Свойства ковалентной связи. Насыщаемость, направленность, поляризуемость.

Ионная связь. Катионы и анионы в молекулах и твердых телах. Свойства ионной связи. Область применимости ионной модели. Ионные кристаллические решетки. Поляризующее действие и поляризуемость. Свойства веществ с ионным типом связи. Валентность, степень окисления и координационное число атомов соединений с различным типом связи.

Водородная связь. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Влияние водородной связи на свойства вещества. Роль водородной связи в биологических процессах. Металлическая связь. Особенности электронного строения атомов, способных к образованию металлической связи. Межмолекулярные взаимодействия. Диполь-диполь, диполь-индуцированный диполь, дисперсионное взаимодействие.

#### **Тема 4. Основы термодинамики. Скорость химических реакций. Химическое равновесие.**

Основные понятия термодинамики: система, типы систем (изолированные, открытые, закрытые), термодинамическое состояние, термодинамический процесс, типы процессов. Эквивалентность теплоты и работы. Внутренняя энергия системы. Первый закон термодинамики – формулировки и аналитическое выражение. Внутренняя энергия как функция состояния. Работа расширения идеального газа в основных термодинамических процессах. Энтальпия. Термохимия. Тепловые эффекты химических процессов. Теплоты образования и сгорания веществ; теплота растворения. Закон Гесса и его следствия. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (закон Кирхгоффа). Самопроизвольные и вынужденные процессы. Второй закон термодинамики, его формулировки. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии как критерий направленности самопроизвольного процесса в изолированных системах. Третье начало термодинамики. Постулат Планка. Вычисление абсолютного значения энтропии системы. Термодинамические потенциалы: изобарно-изотермический и изохорно-изотермический (свободная энергия Гиббса, свободная энергия Гельмгольца). Изменение термодинамических потенциалов как критерий направленности процесса в закрытых системах.

Скорость химических реакций. Ее количественное выражение. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. Зависимость скорости реакции от температуры, температурный коэффициент. Понятие об активных молекулах и энергии активации процесса.

Катализ. Влияние катализаторов на скорость реакции. Виды катализа: гомогенный, гетерогенный, микрогетерогенный, автокатализ, положительный и отрицательный катализ, понятие об ингибиторах. Особенности ферментов как катализаторов. Использование катализаторов в промышленности.

Необратимые и обратимые химические реакции. Условия обратимости и необратимости химических процессов. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Смещение химического равновесия при изменении концентраций реагирующих веществ, давления и температур.

#### **Тема 5. Растворы. Закон действия масс, гомогенные и гетерогенные процессы и процессы гидролиза.**

Растворы. Физико-химические свойства разбавленных растворов: осмос, криоскопия, эбуллиоскопия. Растворимость. Концентрация растворов. Способы выражения концентрации

растворов: массовая доля растворенного вещества, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, молярная доля, моляльность.

Основные положения теории электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Гидратация ионов. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Реакции в растворах электролитов. Направленность реакций в растворах электролитов. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Индикаторы. Вычисление pH в растворах щелочей и оснований. Буферные системы и их значение в анализе. Вычисление pH буферных растворов.

Произведение растворимости. Методика вычисления растворимости веществ по величине произведения растворимости. Влияние одноименных ионов на растворимость электролитов. Солевой эффект. Дробное осаждение. Условие образования и растворения осадков.

Гидролиз. Механизм гидролиза. Факторы, влияющие на процесс гидролиза. Константы и степень гидролиза. Вычисления константы и степени гидролиза солей. Вычисление pH и pOH в растворах гидролизующихся солей. Значение гидролиза в качественном анализе.

## **Тема 6. Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы.**

Окислительно-восстановительные реакции. Окислители, восстановители. Основные закономерности в изменении окислительно-восстановительных свойств простых веществ и соединений. Степень окисления. Классификация окислительно-восстановительных реакций. Методы расстановки коэффициентов в уравнении окислительно-восстановительных реакций. Роль среды в протекании окислительно-восстановительных процессов. Молярные массы эквивалентов в окислительно-восстановительных реакциях.

Механизм возникновения электродного потенциала. Получение электрического тока в протекании химических реакций. Понятие о гальваническом элементе. Водородный электрод. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Зависимость электродного потенциала металла от концентрации его ионов в растворе. Окислительно-восстановительный потенциал. Ряд стандартных электродных потенциалов. Направленность окислительно-восстановительных реакций в растворах. Гальванический элемент. Электродвижущая сила гальванического элемента. Химические и концентрационные гальванические элементы. Диффузионный потенциал. Электроды 1-го и 2-го рода, окислительно-восстановительные электроды. Измерение ЭДС. Электроды сравнения и определение электродных потенциалов. Индикаторные электроды; потенциометрическое определение pH растворов. Электролиз как окислительно-восстановительный процесс. Электролиз расплавов. Электролиз водных растворов кислот, щелочей, солей и его практическое значение. Химические источники тока. Коррозия химическая и электрохимическая. Способы защиты металлов от коррозии.

## **Тема 7. Комплексные соединения. Комплексообразование в аналитической химии.**

Основные положения координационной теории Вернера. Состав комплексных соединений. Внешняя и внутренняя сферы комплексов. Характеристика лигандов. Координационное число комплексообразователя. Заряд комплексного иона. Номенклатура комплексных соединений. Классификация комплексных соединений: типичные комплексные соединения, хелаты, полиядерные комплексы, аквакомплексы (кристаллогидраты как частный случай аквакомплексов). Аммиакаты. Ацидокомплексы. Двойные соли как частный случай ацидокомплексов. Изомерия комплексных соединений: гидратная, координационная, геометрическая, изомерия положения (солевая изомерия), ионизационная, оптическая. Природа химической связи в комплексных соединениях. Магнитные свойства комплексных соединений. Комплексные ионы в водных растворах. Условия образования и разрушения

комплексов в растворах. Термодинамическая устойчивость и константа нестойкости. Образование и разрушение комплексных ионов в растворах. Зависимость устойчивости комплексных соединений в растворах от природы комплексообразователя и лигандов.

Кислотно-основные свойства комплексных соединений. Окислительно-восстановительные свойства комплексов.

### **Тема 8. Общая характеристика неметаллов (галогены, халькогены, элементы V группы главной подгруппы).**

Галогены. Общая характеристика элементов. Электронные структуры атомов. Закономерности в изменении свойств атомов. Изменения атомных радиусов, энергии ионизации и энергии сродства к электрону. Валентные возможности атомов. Сравнительная характеристика свойств простых веществ (физические и химические свойства). Водородные соединения: структура, характер связей, физические и химические свойства. Кислородные соединения: структура, характер связей, физические и химические свойства. Основные закономерности в изменении кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств.

Халькогены. Общая характеристика элементов. Электронные структуры атомов. Закономерности в изменении свойств атомов (атомные радиусы, энергия ионизации и энергия сродства к электрону). Валентные возможности атомов. Сравнительная характеристика свойств простых веществ. Водородные соединения: структура, характер связей, физические и химические свойства. Вода и пероксид водорода. Сероводород. Получение. Физические и химические свойства. Сероводородная кислота, сульфиды, их свойства. Полисульфиды. Кислородные соединения: структура, характер связей, физические и химические свойства. Основные закономерности в изменении кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств. Кислородсодержащие кислоты серы. Сульфаты, их нахождение в природе, свойства и применение. Круговорот серы в природе.

Элементы V группы главной подгруппы. Общая характеристика элементов. Электронные структуры атомов. Закономерности в изменении свойств атомов (атомные радиусы, энергия ионизации и энергия сродства к электрону). Сравнительная характеристика свойств простых веществ. Водородные соединения: структура, характер связей, физические и химические свойства. Аммиак. Ион аммония. Фосфин. Кислородные соединения элементов V группы: структура, характер связей, физические и химические свойства. Основные закономерности в изменении кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств. Азотистая и азотная кислоты. Электронное строение азотной кислоты. Мета-, орто-, пиррофосфорные кислоты. оксиды и гидроксиды мышьяка, сурьмы, висмута в различных степенях окисления.

### **Тема 9. Общие свойства металлов главных и побочных подгрупп.**

Общие свойства металлов главных подгрупп. Положение в периодической системе. Металлическая связь. Общие физические свойства. Ряд напряжений металлов. Направленность окислительно-восстановительных реакций. Сравнительная характеристика металлов главных подгрупп и их соединений. Сравнение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств.

Особенности металлов побочных подгрупп. Общая характеристика электронных структур атомов d-элементов. Закономерности в изменении свойств атомов (атомные радиусы, энергия ионизации и энергия сродства к электрону). Зависимость свойств элементов от структур атомов. Сравнение физических и химических свойств простых веществ. Кислородные соединения, зависимость их свойств от степени окисления атомов. Сравнение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств.

### **Тема 10. Основы количественного анализа. Гравиметрический и титриметрический анализ.**

Предмет и методы количественного анализа. Основные разделы количественного анализа

Сущность гравиметрического анализа. Количественное выделение из раствора компонента в виде осадка. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет количества осадителя. Условия осаждения. Полнота осаждения. Созревание осадков. Чистота осадков. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков. Промывание, высушивание и прокаливание осадков. Точность гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Сущность и методы объемного анализа: кислотно-основное титрование, окислительно-восстановительное титрование (перманганатометрия, иодометрия, хроматометрия и др.), метод осаждения, комплексонометрия. Необходимые условия для объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе. Исходные вещества и требования к ним. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Вычисления в объемном анализе.

Теория индикаторов. Интервалы окраски важнейших индикаторов.

Сущность и классификация методов редоксиметрии. Редоксипотенциалы и направление протекания реакций. Константы равновесия редокс-реакций.

### **Тема 11. Основы строения органических соединений. Углеводороды**

Классификация и номенклатура органических соединений. Понятие о функциональных группах. Основные классы органических соединений. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Электронная структура атома углерода в органических соединениях. Химические связи в органических соединениях. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений, типы разрыва связи. Классификация органических реакций.

Гомологический ряд алканов. Строение. Номенклатура и изомерия. Способы получения (реакция Вюрца, получение из солей карбоновых кислот). Природные источники алканов. Зависимость физических свойств от строения. Реакции свободнорадикального замещения, цепные реакции, окисление алканов.

Гомологический ряд, номенклатура алкенов. Структурная и пространственная изомерии. Природные источники. Способы получения - реакции элиминирования. Правило А.М. Зайцева. Физические свойства. Химические свойства. Реакции присоединения: гидрирования, гидрогалогенирования, гидратации, галогенирования. Реакция окисления Вагнера. Современная трактовка правила В.В. Марковникова. Механизм реакции присоединения.

Гомологический ряд, номенклатура, строение, физические и химические свойства алкинов. Реакции электрофильного присоединения: галогенирования, гидрогалогенирования, гидратации. Реакции окисления, восстановления. Кислотные свойства алкинов. Применение ацетилен в народном хозяйстве и органическом синтезе.

Классификация диеновых углеводородов. Понятие о сопряжении. Строение диеновых углеводородов с сопряженными связями (бутадиен-1,3) и их свойства. Реакции полимеризации. Общие понятия о высокомолекулярных соединениях: мономер, структурное звено, полимер; каучук. Применение каучуков в народном хозяйстве и медицине.

Классификация, номенклатура и изомерия аренов. Природные источники аренов. Строение бензола, признаки ароматичности, правило Хюккеля. Реакции электрофильного замещения  $S_E$  как основной тип реакций аренов. Электроно-донорные (I рода) и электроно-акцепторные (II рода) заместители, их направляющее действие в реакциях  $S_E$ . Реакции окисления и восстановления. Реакции в боковой цепи.

### **Тема 12. Кислородосодержащие органические соединения**

Классификация спиртов. Гомологический ряд предельных одноатомных спиртов. Радикало-функциональная и заместительная номенклатуры спиртов. Способы получения

одноатомных спиртов. Межмолекулярная водородная связь, ее влияние на физические свойства спиртов. Химические свойства: кислотно-основные, реакции нуклеофильного замещения, дегидратации, окисления, восстановления. Сравнительная характеристика свойств одноатомных и многоатомных (3-х атомных) спиртов. Этанол, глицерин. Физиологическое действие -ОН группы.

Строение, химические свойства простых эфиров. Диэтиловый эфир, диметил. Классификация, номенклатура, способы получения и химические свойства фенолов одноатомных в сопоставлении со спиртами. Кислотные свойства. Реакции нуклеофильного замещения, взаимодействие с галогенопроизводными. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре: галогенирование, нитрование, сульфирование. Окисление фенолов. Качественные реакции на фенолы.

Номенклатура, способы получения альдегидов. Реакции нуклеофильного присоединения: гидрирование, гидратация, присоединение спирта, аминов, цианидов, гидросульфита натрия. Окисление, восстановление альдегидов. Полимеризация и конденсация. Реакции с участием углеводородного радикала. Формальдегид. Гексаметиленetetрамин. Кетоны. Применение альдегидов, кетонов.

Классификация, номенклатура, способы получения монокарбоновых кислот и их функциональных производных. Строение карбоксильной группы. Химические свойства: кислотность, реакция этерификации, образование галогенангидридов, амидов кислот. Реакции с участием радикалов монокарбоновых кислот. Муравьиная кислота. Уксусная кислота. Бензойная кислота. Физические свойства. Применение муравьиной, уксусной, бензойной кислот. Способы получения солей. Синтезы органических соединений на основе натриевых и кальциевых солей карбоновых кислот. Классификация гидроксикислот и двухосновных кислот. Номенклатура. Оптическая активность, изомерия.

Биологическая роль углеводов. Классификация. Номенклатура. Строение. Кольчаточная таутомерия. Оптическая изомерия моносахаридов. Формулы Фишера и Хеуорса. Химические свойства моносахаридов. Реакции открытой и циклической форм. Гликозиды. Их свойства, распространение в природе. Дисахариды: сахароза, лактоза. Гидролиз. Полисахариды: крахмал. Строение. Гидролиз крахмала.

### **Тема 13. Азотосодержащие органические соединения**

Классификация аминов. Номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Взаимное влияние атомов в аминах. Химические свойства, общие и отличительные реакции алифатических и ароматических аминов. Основность. Анилин.

Классификация аминокислот. Номенклатура. Строение. Химические свойства: реакции карбоксильной группы, реакции за счет аминогруппы. Отношение к нагреванию  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -аминокислот. Пептидная связь. Значение аминокислот. Глутаминовая кислота. Парааминобензойная кислота.

Классификация. Номенклатура. Ароматический характер важнейших гетероциклических систем (пиррол, пиридин, пиримидин, пурин). Электронное строение пиррольного и пиридинового атома азота. Химические свойства: кислотно-основные, реакции электрофильного замещения, восстановления. Фуран, тиофен, пиррол, диазолы. Шестичленные гетероциклы. Пиридин, пиримидин.

Нуклеиновые кислоты. Классификация. Строение белков. Свойства белков. Качественные реакции на белки. Биологическое значение белков. Применение в медицине. Витамины группы А, В, С. Специфичность действия витаминов. Значение ферментов.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)**

Лекционные занятия проводятся 1 раз в две недели в объеме 2 часов. Лабораторные занятия проводятся 1 раз в две недели в объеме 2 часов. Во время изучения каждой темы обучающиеся отвечают на собеседованиях, и проводится тестовый контроль знаний. По окончании изучения нескольких тем студенты выполняют рейтинговые контрольные работы.

В процессе изучения курса «Химия» используются следующие образовательные технологии на лекциях

- *обзорная лекция* не краткий конспект, а систематизация знаний на более высоком уровне. Психология обучения показывает, что материал, изложенный системно, лучше запоминается, допускает большее число ассоциативных связей. В обзорной лекции следует рассмотреть также особо трудные вопросы экзаменационных билетов.

- *дискуссионная лекция* — это взаимодействие преподавателя и студентов, свободный обмен мнениями, идеями и взглядами по исследуемому вопросу. По ходу лекции-дискуссии преподаватель приводит отдельные примеры в виде ситуаций или кратко сформулированных проблем и предлагает студентам коротко обсудить, затем краткий анализ, выводы и лекция продолжается. Данный вид лекции позволяет преподавателю видеть, насколько эффективно студенты используют полученные знания в ходе дискуссии.

- *лекция с заранее запланированными ошибками*: подбираются наиболее типичные ошибки, которые чаще всего допускают обучающиеся (написание структурных формул, реакций отвечающим химическим свойствам и получению соединений, определение качественного и количественного состава). В ходе изложения лекции ошибки тщательно «маскируются». Студенты должны отметить в конспекте замеченные ошибки. В конце лекции разбор ошибок (10-15 мин). На обсуждаемые вопросы даются правильные ответы. Данный вид лекции позволяет преподавателю видеть, насколько внимательно и эффективно студенты слушают преподавателя, анализируют представленный материал.

- *групповая технология*. Варианты применения обучения в сотрудничестве: одно задание на группу, с последующим рассмотрением заданий каждой группой; совместное выполнение практической работы (в парах), в том числе лабораторных работ.

### ***Примерные варианты проведения интерактивных занятий***

#### ***Тема 1 Основные понятия химии. Атомно-молекулярное учение. Классификация и номенклатура неорганических соединений***

##### ***Лекция с заранее запланированными ошибками***

Цель занятия: студенты должны усвоить знания об особенностях строения соединений основных классов неорганической химии, влияние структуры на свойства простых и сложных соединений, способах и методах их получения; студенты должны уметь оперативно анализировать пройденный материал, выступать в роли экспертов (оппонентов), вычленять неверную или неточную информацию.

##### **1. Мотивационный этап.**

Создание ситуации, в которой возникает желание изучать новый материал. Этап заканчивается сообщением, что в лекции будут допущены ошибки в виде неверной или неточной информации и задача обучающихся - найти их.

##### **2. Содержание занятия.**

Подбираются наиболее типичные ошибки, которые чаще всего допускают обучающиеся (написание структурных формул, реакций отвечающим химическим свойствам и получению соединений, определение качественного и количественного состава). В ходе изложения лекции ошибки тщательно «маскируются». Студенты должны отметить в конспекте замеченные ошибки. В конце лекции разбор ошибок (10-15 мин). На обсуждаемые вопросы даются правильные ответы.

##### **3. Дидактические средства,** используемые на занятии. Презентация, проектор, компьютер, доска.

### «Прогулка по галерее»

Цель занятия: студенты должны освоить классификацию и свойства основных и неосновных классов неорганических соединений, уметь показывать генетическую связь между основными классами неорганических соединений, классифицировать химические реакции по различным признакам.

Данное занятие рекомендуется проводить после рассмотрения основных законов и понятий химии. Студенты на основании изученных закономерностей, должны уметь определять путь получения соединений определенного класса.

#### **1. Подготовительный этап**

Подготовка вопросов для обсуждения:

1. Выяснение основных и неосновных классов неорганических соединений (состав, структура)

2. Выяснение реакций, характеризующих их основные химические свойства.

3. Выяснение способов получения определенных классов неорганических соединений.

4. Сравнение свойств основных и неосновных классов неорганических соединений.

Формирование групп (2-3 человека); ознакомление с правилами.

#### **2. Организационный этап**

Размещение вопросов на разных станциях в аудитории; обсуждение группами содержания вопросов; перемещение от одной станции к другой (через 5-8 мин.); проверка написанного предыдущей группой и внесение дополнений; объединение комментариев и представление устного доклада всей группе. (Пока студенты обсуждают вопросы, преподаватель может перемещаться по аудитории, разъясняя вопросы, оценивая понимание студентами и устраняя возможное недопонимание.)

#### **3. Рефлексивный этап.**

Обсуждение результатов групповой работы.

### **Тема 2 Строение атома. Периодический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева.**

#### «Обучение в малых группах»

Цель занятия: студенты должны усвоить: - модели строения атома, атомные спектры, волновые свойства электрона, квантовые числа, структура периодической системы, периодичность в изменении свойств химических элементов и их соединений. Студенты должны уметь: определять волновые свойства электрона, рассчитывать квантовые числа, заполнять электронами атомные орбитали, показывать связь между положением элемента в периодической системе и строением атома.

#### **1. Подготовительный этап.**

Разбивка студентов на минигруппу (3-4 человека).

Разделение вопросов для обсуждения. Распределение ролей. Состав группы:

**Докладчик** представляет основной доклад по своему вопросу

1. Двойственные свойства электрона, атомная орбиталь,

2. Многоэлектронные атомы,

3. Принципы заполнения атомных орбиталей,

4. Периодический закон и периодическая система элементов.

**Содокладчик** отвечает на вопросы представителей других групп по представленному докладу, отстаивает позицию своей группы.

**Оппонент** кратко пересказывает позицию докладчика из другой группы, находит ее уязвимые, спорные места или ошибки, задает вопросы представителям других групп.

**Эксперт** оценивает работу каждого участника.

#### **2. Организационный этап.**

Напоминание правил преподавателем, установление регламента (в роли хронометриста преподаватель, представление и обсуждение докладов).

#### **3. Рефлексивный этап.**

## Обсуждение результатов

### **Тема 3 Химическая связь**

#### «Сформулировать–поделиться–создать – проверить»

Цель занятия: студенты должны усвоить: - основные характеристики химической связи, типы химической связи, механизмы образования химической связи, студенты должны научиться: описывать строение молекулы по методу ВС и оценивать их свойства.

#### **1. Мотивационный этап.**

Создание ситуации, в которой возникает желание изучать новый материал. Этап заканчивается формулировкой нескольких вопросов, которые охватывают ключевые понятия темы (характеристики ковалентной связи, определение полярности связи, механизмы образования связи, рассмотрение строения молекулы по методу ВС) и выявляют возможное непонимание материала в при решении задач и упражнений.

#### **2. Содержание занятия.**

Первый этап – сформулировать.

Студенты самостоятельно изучают лекционные записи и материал, данный в учебниках, формулируют свои ответы на заданные вопросы.

Второй этап – поделиться.

Студенты объединяются в пары и по очереди представляют друг другу свои решения, определяя и обсуждая сходства и различия в определении строения вещества и механизма образования химической связи, исправляя и поясняя решения друг другу.

Третий этап – создать. Студенты вместе создают алгоритм выяснения строения молекулы и определения характеристик связи в них с учетом результатов обсуждения, которое включает в себя лучшие идеи.

Четвертый этап – проверить.

Работает вся группа. Несколько пар представляют свой отчет по заданным вопросам. Ошибки и спорные вопросы становятся началом коллективного обсуждения. Все студенты проверяют свои решения, вносят исправления, пояснения и дополнения.

#### **3. Контрольно-корректировочный этап.**

Осуществить анализ собственного опыта. Проведение тестирования студентов.

### **Тема 4 Основы термодинамики. Скорость химических реакций. Химическое равновесие**

#### «Обучение в малых группах» (Химическое равновесие)

Цель занятия: Студенты должны усвоить: - понятия обратимые и необратимые химические реакции, химическое равновесие, константа химического равновесия, смещение химического равновесия, должны научиться: определять степень обратимости химических реакций, рассчитывать концентрации с использованием константы химического равновесия, определять направление смещения химического равновесия

#### **1. Подготовительный этап.**

Разбивка студентов на минигруппы (3-4 человека).

Разделение вопросов для обсуждения. Распределение ролей. Состав группы:

**Докладчик** представляет основной доклад по своему вопросу

1. химическое равновесие,
2. константа химического равновесия,
3. кинетический и термодинамический подход к рассмотрению состояния равновесия, Докладчик обосновывает свою позицию.

**Содокладчик** отвечает на вопросы представителей других групп по представленному докладу, отстаивает позицию своей группы.

**Оппонент** кратко пересказывает позицию докладчика из другой группы, находит ее уязвимые, спорные места или ошибки, задает вопросы представителям других групп.

**Эксперт** оценивает работу каждого участника.

## **2. Организационный этап.**

Напоминание правил преподавателем, установление регламента (в роли хронометриста преподаватель, представление и обсуждение докладов).

## **3. Рефлексивный этап.**

Обсуждение результатов

### *Исследовательская лабораторная работа «Влияние различных факторов на скорость химической реакции и смещение химического равновесия»*

Цель занятия: Студенты должны усвоить: правила техники безопасности при работе с химическими реактивами, с электрооборудованием, экспериментально определить факторы, влияющие на скорость химической реакции и на положение равновесия химической реакции.

#### **1. Мотивационный этап.**

Создание ситуации, закрепляющей пройденный материал. Формулировка познавательной задачи: поиск экспериментального подтверждения влияния различных факторов на скорость химической реакции и смещения равновесия.

#### **2. Содержание занятия.**

Разбивка студентов на минигруппы (3-4 человека).

Разделение вопросов для обсуждения.

Презентация сообщений о промышленном протекании химических процессов с различной скоростью.

Выполнение экспериментальной части работы.

#### **3. Рефлексивный этап.**

Обсуждение результатов

### *Тема 5 Растворы. Закон действия масс, гомогенные и гетерогенные процессы и процессы гидролиза.*

#### *Лабораторная работа Мозговой штурм «Как приготовить маринад для мяса с уксусом?»*

Цель занятия: студенты должны усвоить: - правила техники безопасности при приготовлении растворов; - способы выражения концентрации растворов и пересчета одной концентрации в другую. Студенты должны научиться: - рассчитывать массы и объемы растворенного вещества и растворителя; - работать с весами и химической посудой

#### **1. Мотивационный этап.**

Создание ситуации, закрепляющей новый материал. Формулировка познавательной задачи: поиск рецепта маринада и приготовление раствора разбавленной уксусной кислоты из эссенции.

#### **2. Содержание занятия.**

1. Разбивка студентов на группы и разогрев (массаж пальцев, ушных раковин, кончика носа).

2. Определение проблемы (из чего и как приготовить).

3. Генерация идей.

4. Анализ идей.

5. Поиск решения для реализации.

6. Расчет массы и объема растворенного вещества и растворителя.

7. Приготовление маринада.

#### **3. Контрольно-корректировочный этап.**

Подведение итогов работы со студентами. Проведение тестирования студентов.

### *Тема 6 Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы*

#### *Проблемная лекция «Окислительно-восстановительные реакции и электрохимические процессы»*

Цель занятия: Студенты должны усвоить: понятия окислитель, восстановитель,

характеристику окислительно-восстановительных свойств, электродные потенциалы, определение протекания ОВ процесса. Студенты должны уметь: оценивать окислительно-восстановительные свойства соединений в зависимости от различных факторов.

### **1. Мотивационный этап.**

Создание проблемной ситуации для определения возможности протекания окислительно-восстановительного процесса. Известно, что некоторые реакции не протекают на практике несмотря на то, что исходные вещества обладают окислительно-восстановительными свойствами. Появляются вопросы определения оптимальных условий проведения данных процессов.

### **2. Разработка способа решения проблемы**

Конкретизация факторов влияющих на окислительно-восстановительные свойства соединений, и выяснение условий, влияющих на протекание окислительно-восстановительных процессов. Выдвижение гипотез для их решения. Подведение к новым противоречиям в определении направления протекания окислительно-восстановительных реакций. Формулировка определения механизма формирования потенциала первого и второго рода.

### **3. Реализация найденного решения.**

В результате рассмотрения окислительно-восстановительного процесса у студентов будет сформированы представления о возможности протекания окислительно-восстановительных процессах, определения направленности их в определенных условиях.

### **4. Контрольно-корректировочный этап.**

Подведение итогов работы со студентами. Проведение тестирования студентов.

## *«Обучение в малых группах» (Окислительно-восстановительные реакции и электрохимические процессы)*

Цель занятия: студенты должны усвоить: закономерности устойчивости степени окисления s-, p- и d-элементов, электронно-ионный метод уравнивания, электродные окислительно-восстановительные потенциалы, гальванический элемент, электролиз, коррозия. Студенты должны уметь: уравнивать химические уравнения электронно-ионным методом, определять роль среды в протекании ОВР, рассчитывать потенциалы окислительно-восстановительных пар при различных условиях.

### **1. Подготовительный этап.**

Разбивка студентов на минигруппы (3-4 человека).

Разделение вопросов для обсуждения. Распределение ролей. Состав группы:

**Докладчик** представляет основной доклад по своему вопросу (закономерности устойчивости степени окисления s-, p- и d-элементов, электронно-ионный метод уравнивания, электродные окислительно-восстановительные потенциалы, гальванический элемент, электролиз, коррозия.), обосновывает свою позицию.

**Содокладчик** отвечает на вопросы представителей других групп по представленному докладу, отстаивает позицию своей группы.

**Оппонент** кратко пересказывает позицию докладчика из другой группы, находит ее уязвимые, спорные места или ошибки, задает вопросы представителям других групп.

**Эксперт** оценивает работу каждого участника.

### **2. Организационный этап.**

Напоминание правил преподавателем, установление регламента (в роли хронометриста преподаватель, представление и обсуждение докладов).

### **3. Рефлексивный этап.**

Обсуждение результатов

## ***Тема 7 Комплексные соединения. Комплексообразование в аналитической химии***

### *«Обучение в малых группах»*

Цель занятия: студенты должны усвоить: - метод описания строения комплексных

соединений (МВС); - понятие сила лиганда. Студенты должны научиться: - определять гибридное состояние комплексообразователя, силу лиганда; - описывать строение и давать характеристику комплекса по МВС; - определять устойчивость комплекса.

#### **1. Подготовительный этап.**

Разбивка студентов на минигруппы (3-4 человека).

Разделение вопросов для обсуждения. Распределение ролей. Состав группы:

**Докладчик** представляет основной доклад по своему вопросу (строение комплексных соединений по МВС, ТКП, ММО), обосновывает свою позицию.

**Содокладчик** отвечает на вопросы представителей других групп по представленному докладу, отстаивает позицию своей группы.

**Оппонент** кратко пересказывает позицию докладчика из другой группы, находит ее уязвимые, спорные места или ошибки, задает вопросы представителям других групп.

**Эксперт** оценивает работу каждого участника.

#### **2. Организационный этап.**

Напоминание правил преподавателем, установление регламента (в роли хронометриста преподаватель, представление и обсуждение докладов).

#### **3. Рефлексивный этап.**

Обсуждение результатов

### ***Тема 8 Общая характеристика неметаллов (галогены, халькогены, элементы VA группы главной подгруппы)***

#### ***Исследовательская лабораторная работа Элементы VII A, VI A и V A групп***

Цель занятия: Студенты должны освоить знания о свойствах соединений элементов VII A, VI A и V A групп, понимать причины различия в свойствах веществ элементов одной группы и разных групп. Знать правила техники безопасности, уметь их применять на практике. Уметь работать с химической посудой. Должны уметь анализировать и объяснять результаты экспериментов. Уметь работать в коллективе.

#### **1. Мотивационный этап.**

Создание ситуации, в которой возникает желание изучать новый материал. Этап заканчивается формулировкой познавательной задачи. Как структура атома влияет на свойства простых веществ и соединений р-элементов VII A, VI A и V A групп? Доказать экспериментально.

#### **2. Содержание занятия.**

Решение студентами аналитической задачи по изучению свойств соединений элементов, основанной на знании структуры вещества. Понимание зависимости свойств веществ от характера связей и структуры. Проблема решается с помощью разбивки студентов на пары и выполнения экспериментальных заданий. Разбор конкретных примеров. Формирование новых знаний.

#### **2. Контрольно-корректировочный этап.**

Подведение итогов работы со студентами. Проведение мини опроса студентов.

### ***Тема 9 Общие свойства металлов главных и побочных подгрупп***

#### ***«Прогулка по галерее»***

Цель занятия: студенты должны освоить знания об электронном строении атомов элементов металлов, изменении атомных свойств, о структуре и свойствах простых и сложных соединений.

Целью занятия является обобщение знаний по теме

#### **1. Подготовительный этап**

Подготовка вопросов для обсуждения:

1. Основываясь на изменении структуры атома, сделайте вывод об изменении атомных свойств элементов (радиус атома, энергия ионизации, энергия сродства к электрону), структуры простых веществ, их физических и химических свойствах.

2. Сравните структуры оксидов и гидроксидов элементов II A, I A групп. В чем причина различия кислотно-основных свойств, устойчивости?

3. Как изменения в электронных конфигурациях атомов сказывается на структурах водородных соединений, их устойчивости, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойствах?

Формирование групп (2-3 человека); ознакомление с правилами.

## 2. Организационный этап

Размещение вопросов на разных станциях в аудитории; обсуждение группами содержания вопросов; перемещение от одной станции к другой (через 5-8 мин.); проверка написанного предыдущей группой и внесение дополнений; объединение комментариев и представление устного доклада всей группе. (Пока студенты обсуждают вопросы, преподаватель может перемещаться по аудитории, разъясняя вопросы, оценивая понимание студентами и устраняя возможное недопонимание.)

## 3. Рефлексивный этап.

Обсуждение результатов групповой работы.

## 5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Таблица 4 - Содержание самостоятельной работы обучающихся

| Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Кол-во часов | Формы работы                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тема 1 Основные понятия химии. Атомно-молекулярное учение. Классификация и номенклатура неорганических соединений</b><br>Понятие о химическом элементе. Простые и сложные вещества. Химические и физические свойства вещества. Понятие о чистом веществе и примеси. Понятие о химической реакции как превращении веществ. Основные типы химических реакций: реакции разложения, соединения, замещения, обмена, внутреннего превращения.<br>Номенклатурные правила ИЮПАК неорганических веществ. Классификация простых веществ. Классификация сложных веществ по составу. Бинарные соединения. Оксиды, галогениды, нитриды и др. Трехэлементные соединения. Гидроксиды. Соли.                                                                                                                                                                                                                                               | 4            | Собеседование<br>Контрольная работа,<br>лабораторная работа<br>тестовый контроль. |
| <b>Тема 2 Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева</b><br>Экспериментальное обоснование представлений об атоме как сложной системе. Открытие электрона. Определение заряда электрона и массы электрона. Радиоактивность. Основные характеристики альфа-, бета- и гамма-лучей.<br>Ядро как динамическая система протонов и нейтронов.<br>Первые попытки классификации химических элементов.<br>Открытие периодического закона Д.И. Менделеевым. Принцип построения естественной системы элементов. Вопросы, поставленные периодическим законом и периодической системой, их разрешение с позиций представлений о строении атомов. Современная формулировка периодического закона. Значение открытия периодического закона. Раскрытие в периодической системе всеобщей естественной взаимосвязи между химическими элементами. Границы и эволюция периодической системы. | 4            | Собеседование<br>Контрольная работа,<br>тестовый контроль.                        |
| <b>Тема 3 Химическая связь</b><br>Развитие представлений о сущности химической связи. Основные параметры химической связи: длина, энергия, направленность. Основные типы химической связи.<br>Валентность, степень окисления и координационное число атомов соединений с различным типом связи.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4            | Собеседование<br>Контрольная работа,<br>тестовый контроль.                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Водородная связь. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь. Влияние водородной связи на свойства вещества. Роль водородной связи в биологических процессах.</p> <p>Металлическая связь. Особенности электронного строения атомов, способных к образованию металлической связи. Межмолекулярные взаимодействия. Диполь-диполь, диполь-индуцированный диполь, дисперсионное взаимодействие.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |                                                                                   |
| <p><b>Тема 4 Основы термодинамики. Скорость химических реакций. Химическое равновесие</b></p> <p>Катализ. Влияние катализаторов на скорость реакции. Виды катализа: гомогенный, гетерогенный, микрогетерогенный, автокатализ, положительный и отрицательный катализ, понятие об ингибиторах. Особенности ферментов как катализаторов. Использование катализаторов в промышленности. Катализаторы в обратимых процессах.</p> <p>Значение учения о скорости реакции и химическом равновесии для управления химическими процессами.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4 | Собеседование<br>Контрольная работа,<br>лабораторная работа<br>тестовый контроль. |
| <p><b>Тема 5 Растворы. Закон действия масс, гомогенные и гетерогенные процессы и процессы гидролиза.</b></p> <p>Растворы. Физико-химические свойства разбавленных растворов: осмос, криоскопия, эбуллиоскопия. Растворимость. Концентрация растворов. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля растворенного вещества, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, мольная доля, моляльность.</p> <p>Основные представления протолитической теории кислот и оснований. Реакции в растворах электролитов. Направленность реакций в растворах электролитов.</p> <p>Применение закона действующих масс к обратимым реакциям. Уравнение константы химического равновесия. Основные положения теории электролитической диссоциации.</p> <p>Взаимосвязь между степенью и константой ионизации слабых электролитов. Закон Разбавления В. Оствальда. Методика вычислений с использованием степени и константы ионизации.</p> | 4 | Собеседование<br>Контрольная работа,<br>лабораторная работа<br>тестовый контроль. |
| <p><b>Тема 6 Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы.</b></p> <p>Окислительно-восстановительные реакции. Окислители, восстановители. Основные закономерности в изменении окислительно-восстановительных свойств простых веществ и соединений. Степень окисления. Классификация окислительно-восстановительных реакций. Методы расстановки коэффициентов в уравнении окислительно-восстановительных реакций.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 | Собеседование<br>Контрольная работа,<br>лабораторная работа<br>тестовый контроль. |
| <p><b>Тема 7 Комплексные соединения. Комплексообразование в аналитической химии.</b></p> <p>Классификация комплексных соединений: типичные комплексные соединения, хелаты, полиядерные комплексы, аквакомплексы (кристаллогидраты как частный случай аквакомплексов). Аммиакаты. Ацидокомплексы. Двойные соли как частный случай ацидокомплексов.</p> <p>Изомерия комплексных соединений: гидратная, координационная, геометрическая, изомерия положения (солевая изомерия), ионизационная, оптическая.</p> <p>Применение комплексов в качественном анализе для открытия и разделения катионов.</p> <p>Маскировка мешающих ионов. Подбор реагентов, разрушающих комплексные ионы.</p> <p>Свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии, комплексоны, комплексонаты, этилендиаминтетраацетат натрия как титрант в комплексонометрии. Металлоиндикаторы.</p>                                                                  | 2 | Собеседование<br>Контрольная работа,<br>лабораторная работа<br>тестовый контроль. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Тема 8 Общая характеристика неметаллов (галогены, халькогены, элементы V группы главной подгруппы)</b><br/> Галогены, халькогены, пниктогены (неметаллы VII, VI, V групп). Общая характеристика элементов. Электронные структуры атомов. Закономерности в изменении свойств атомов (атомные радиусы, энергия ионизации и энергия сродства к электрону). Валентные возможности атомов. Сравнительная характеристика свойств простых веществ. Водородные соединения: структура, характер связей, физические и химические свойства. Кислородные соединения: структура, характер связей, физические и химические свойства Основные закономерности в изменении кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств.</p>                                                                                          | 2 | Собеседование<br>Тестовый контроль.<br>лабораторная работа                       |
| <p><b>Тема 9 Общие свойства металлов главных и побочных подгрупп.</b><br/> Сравнение физических и химических свойств простых веществ металлов главных и побочных подгрупп. Кислородные соединения, зависимость их свойств от степени окисления атомов. Сравнение окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 | Собеседование<br>Тестовый контроль.<br>лабораторная работа                       |
| <p><b>Тема 10 Основы количественного анализа. Гравиметрический и титриметрический анализ.</b><br/> Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет количества осадителя. Условия осаждения. Полнота осаждения. Созревание осадков. Чистота осадков. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков. Промывание, высушивание и прокаливание осадков. Сущность и методы объемного анализа: кислотно-основное титрование, окислительно-восстановительное титрование (перманганатометрия, иодометрия, хроматометрия и др.), метод осаждения, комплексонометрия. Необходимые условия для объемного анализа. Теория индикаторов. Интервалы окраски важнейших индикаторов. Сущность и классификация методов редоксиметрии. Редоксипотенциалы и направление протекания реакций. Константы равновесия редокс-реакций.</p> | 2 | Собеседование<br>Контрольная работа,<br>тестовый контроль.                       |
| <p><b>Тема 11 Основы строения органических соединений.</b><br/> <b>Углеводороды</b><br/> Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Электронная структура атома углерода в органических соединениях. Химические связи в органических соединениях. Взаимное влияние атомов в молекуле и электронные эффекты. Пространственная структура и виды изомерии. Особенности строения, изомерия и сравнительная реакционная способность алканов, алкенов и алкинов. Реакции радикального замещения в ряду алканов и реакции электрофильного присоединения в ряду алкенов. Окисление и полимеризация алкенов и алкинов. Циклоалканы: Особенности строения и реакционная способность в зависимости от величины цикла. Диеновые углеводороды: Особенности строения и реакционная способность.</p>                       | 2 | Собеседование<br>Контрольная работа<br>лабораторная работа<br>тестовый контроль. |
| <p><b>Тема 12 Кислородосодержащие органические соединения</b><br/> Кислотность и основность органических соединений. Физические и химические свойства спиртов: кислотно-основные свойства, реакции нуклеофильного замещения, реакции элиминирования, реакции окисления. Двух- и трехатомные спирты. Фенолы. Ароматические спирты. Классификация соединений, содержащих карбонильную группу. Номенклатура и изомерия. Способы получения. Физические и химические свойства. Классификация карбоновых кислот. Кислотные свойства. Монокарбоновые кислоты: номенклатура и изомерия, способы получения,</p>                                                                                                                                                                                                                   | 2 | Собеседование<br>Контрольная работа<br>лабораторная работа<br>тестовый контроль  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|
| физические и химические свойства. Дикарбоновые кислоты: номенклатура и изомерия, способы получения, физические и химические свойства.<br>Углеводы. Классификация моноз. Стереои́зомерия моноз. Циклические формы. Таутомерия. Свойства моноз. Олигосахариды. Полисахариды. Сравнительная характеристика строения и свойств полисахаридов.                                                                     |   |                                                           |
| <b>Тема 13 Азотосодержащие органические соединения</b><br>Амины: номенклатура и изомерия. Амины – органические основания. Аминокислоты: номенклатура и изомерия, кислотно-основные свойства. Природные аминокислоты: классификация, номенклатура, физические и химические свойства. Качественные реакции на аминокислоты. Белки: строение молекул, свойства, роль в организме. Качественные реакции на белки. | 2 | Собеседование<br>Контрольная работа<br>тестовый контроль. |

### Методические указания по оформлению выполненных индивидуальных заданий

1. Студент выполняет свой вариант задания для самостоятельной подготовки согласно теме в письменном виде в отдельной тонкой тетради.
2. Задания, выполненные небрежно, неразборчиво, без соблюдения требований по оформлению возвращается студенту без проверки с указанием причин возврата на титульном листе.
3. Сдача выполненного задания может проводится на выделенном одном занятии в рамках часов учебной дисциплины, либо по договоренности с преподавателем. Сдача выполненного задания студентом предусматривает объяснения проделанного задания и ответы на вопросы. Общая оценка выставляется с учетом оценок за работу, умение вести дискуссию и ответы на вопросы.
4. При оценивании работы будут учитываться следующие пункты: знание и понимание проблемы; умение систематизировать и анализировать материал, четко и обоснованно формулировать выводы; самостоятельность, способность к определению собственной позиции по проблеме и к практической адаптации материала; аккуратность оформления.

### Методические указания по написанию отчета по лабораторной работе

1. Цель и задачи исследования.
2. Краткое описание эксперимента: способы, методы, методики исследования и теоретические положения.
3. Законы, положения, формулы, уравнения реакций. Результаты исследования и расчеты (уравнения должны быть приведены в общем виде и с подставленными данными). Результаты исследования и расчетов должны быть сведены в соответствующие таблицы.
4. Графическая обработка экспериментальных данных (при необходимости): графики и схемы должны выполняться на миллиметровой бумаге. На ось ординат наносится функция, на ось абсцисс – аргумент с указанием единиц измерения. На осях наносится шкала согласно выбранному масштабу. Единицы масштаба должны быть выбраны в соответствии точности отсчета при эксперименте. Координаты экспериментальной точки наносятся только на плоскости и отмечаются точкой. По экспериментальным точкам проводится усредняющая кривая. Выпавшие точки не используются, но показываются. На листе, где выполнен график, должны быть указаны наименование графика (под графиком), условия, сноски.
5. Анализ экспериментально полученных зависимостей.
6. Выводы.

Работа считается выполненной, если приведены все необходимые расчеты, построены изучаемые зависимости, приведены все структурные формулы изучаемых веществ и образуемых соединений, сделаны соответствующие выводы.

### Методические рекомендации по подготовке к занятиям

Так как содержание данной дисциплины достаточно объемное, успешное освоение дисциплины возможно при систематической серьезной подготовке к каждому занятию. При подготовке к занятиям необходимо использовать несколько учебных пособий, так как это позволит создать более полное представление по изучаемой теме.

#### Рекомендуемая литература:

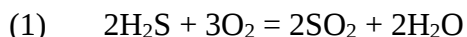
1. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. В.В. Денисова, В.М. Таланова. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - (Высшее образование) - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222206744.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Основы органической химии [Электронный ресурс]/ М.А. Юровская, А.В. Куркин. – М.: БИНОМ. 2015. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326297.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] / А. П. Беляев, В. И. Кучук; под ред. А. П. Беляева" - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014." <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427668.html> (ЭБС «Консультант студента»)

При изучении тем необходимо уделять внимание не только теоретическому материалу, но и самостоятельному решению расчетных задач.

### Методические рекомендации к решению задач

**Задача 1.** Продукты полного сгорания 4,48 л сероводорода (н.у.) в избытке кислорода поглощены 57,4 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотностью 1,22 г/мл). Вычислите массовые доли веществ в полученном растворе и массу осадка, который выделится при обработке этого раствора избытком гидроксида кальция.

#### **Решение.**



1. Определение массы раствора:  $m_{\text{р-ра}} = V \cdot \rho = 57,4 \cdot 1,22 = 70 \text{ г}$

2. Определение массы растворенного вещества

$$m_{\text{р.в.}}(\text{NaOH}) = m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) \cdot \omega = 70 \cdot 0,2 = 14 \text{ г}$$

3. Определение избытка – недостатка по ур. р. (1), (2), (3)

$$v(\text{H}_2\text{S}) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль} ; v(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{SO}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaOH}) = \frac{14}{40} = 0,35 \text{ моль} ; \text{ по ур. р. (2) } v(\text{SO}_2) = v(\text{NaOH}); \text{ получается } 0,2 \text{ моль } \text{NaHSO}_3 \text{ и}$$

остается  $0,35 - 0,2 = 0,15$  моль  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , поэтому идет реакция (3)

$\text{NaHSO}_3$  в избытке 0,05 моль и образуется 0,15 моль  $\text{Na}_2\text{SO}_3$

4. Определение массы растворенных веществ

$$m_{\text{р.в.}}(\text{NaHSO}_3) = 0,05 \cdot 104 = 5,2 \text{ г}; m_{\text{р.в.}}(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,15 \cdot 126 = 18,9 \text{ г}$$

5. Определение массы раствора:  $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) + m(\text{SO}_2) = 70 + 0,2 \cdot 64 = 82,8 \text{ г}$

6. Определение массовой доли растворенных веществ

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = \frac{18,9}{82,8} \cdot 100 \% = 22,8 \%$$

$$\omega(\text{NaHSO}_3) = \frac{5,2}{82,8} \cdot 100 \% = 6,28 \%$$

7. Определение осадка по ур. р. (4)

$$\nu(\text{Na}_2\text{SO}_3) = \nu(\text{CaSO}_3) = 0,15 \text{ моль}$$

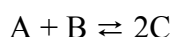
$$m(\text{CaSO}_3) = 0,15 \cdot 120 = 18 \text{ г}$$

**Задача 2.** Смешали по 3 моля веществ А, В, С. После установления равновесия  $\text{A} + \text{B} = 2\text{C}$  в системе обнаружили 5 моль вещества С. Рассчитайте константу равновесия. Определите состав смеси (в мольных %), полученной смешением веществ А, В, С в мольном соотношении 3:2:1 при той же температуре.

**Решение.**

1. Определение равновесных концентраций веществ А и В.

$$\Delta \nu(\text{C}) = [\text{C}] - \nu_0(\text{C}) = 5 - 3 = 2 \text{ моль}$$



По уравнению реакции:

$$\nu_{\text{прореагир.}}(\text{A}) = \nu_{\text{прореаг.}}(\text{B}) = 1 \text{ моль}$$

$$\text{Тогда } [\text{A}] = [\text{B}] = \nu_0 - \nu_{\text{прореаг.}} = 3 - 1 = 2 \text{ моль}$$

2. Расчет константы равновесия.

$$K = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{5^2}{2^2} = 6,25$$

3. Определение новых равновесных концентраций.

В результате реакции расходуется  $x$  моль вещества А и В, образуется  $2x$  моль вещества С.

Тогда

$$[\text{C}] = \nu_0(\text{C}) + \nu_{\text{образов.}}(\text{C}) = 1 + 2x \text{ моль}$$

$$[\text{B}] = \nu_0(\text{B}) - \nu_{\text{прореаг.}}(\text{B}) = 2 - x \text{ моль.}$$

$$[\text{A}] = \nu_0(\text{A}) - \nu_{\text{прореаг.}}(\text{A}) = 3 - x \text{ моль}$$

4. Расчет константы равновесия и новых равновесных концентраций.

$$K = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{(1 + 2x)^2}{(3 - x)(2 - x)} = 6,25$$

$$1 + 4x + 4x^2 = 6,25(6 - 5x + x^2)$$

$$1 + 4x + 4x^2 = 37,5 - 31,25x + 6,25x^2$$

$$2,25x^2 - 35,25x + 36,5 = 0$$

$$D = (-35,25)^2 - 4 \cdot 2,25 \cdot 36,5 = 914,0625 = 30,23^2$$

$$x = (35,25 - 30,23) / (2 \cdot 2,25) = 1,115$$

$$[\text{C}] = 1 + 1,115 \cdot 2 = 3,23 \text{ моль}$$

$$[\text{A}] = 3 - 1,115 = 1,885 \text{ моль}$$

$$[\text{B}] = 2 - 1,115 = 0,885 \text{ моль}$$

5. Расчет мольных долей.

Общее количество моль в смеси равно  $3 + 2 + 1 = 6$  моль или

$$3,23 + 1,885 + 0,885 = 6 \text{ моль}$$

$$\varphi(\text{A}) = \frac{1,885}{6} \cdot 100 \% = 31,42\%$$

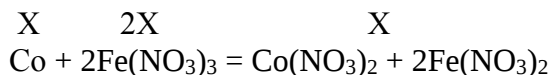
$$\varphi(\text{B}) = \frac{0,885}{6} \cdot 100 \% = 14,75\%$$

$$\varphi(\text{C}) = \frac{3,23}{6} \cdot 100 \% = 53,83\%$$

**Задача 3.** Кобальтовую пластинку массой 15,9 г опустили в 333,5 г 20%-ного раствора нитрата железа (III). После некоторого выдерживания пластинки в растворе ее вынули, при

этом оказалось, что массовая доля нитрата железа (III) стала равной массовой доле соли кобальта (II). Определите массу пластинки после того, как ее вынули из раствора.

**Решение.**



Пусть в реакцию вступило  $x$  моль  $\text{Co}$ , тогда в растворе образовалось  $x$  моль  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  массой  $183x$  г.

Масса оставшегося в растворе нитрата железа (III):

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 333,5 \cdot 0,2 - 2x \cdot 242 = 66,7 - 484x \text{ г. По условию}$$

$$183x = 66,7 - 484x$$

$$x = 0,1.$$

Масса пластинки после окончания реакции равна:

$$m(\text{Co}) = 15,9 - 0,1 \cdot 59 = 10,0$$

**Задача 4.** Какие соли и в каком количестве образуются, если к 100 г 9,8%-ного раствора фосфорной кислоты прилить 200 г 3,2%-ного раствора гидроксида натрия.

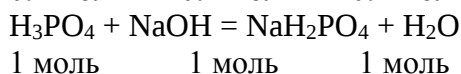
**Решение.**

Определение количества вещества  $\text{NaOH}$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :

$$v(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{100 \cdot 0,098}{98} = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaOH}) = \frac{200 \cdot 0,032}{40} = 0,16 \text{ моль}$$

Подбор соответствующего уравнения реакции:



$\text{H}_3\text{PO}_4$  в недостатке, следовательно расчет ведем по  $v(\text{H}_3\text{PO}_4)$ .

Анализ уравнения: 2 балла

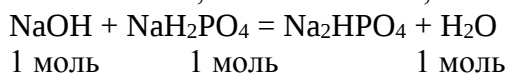
$$v(\text{NaOH})_{\text{прореагировавшего}} = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaOH})_{\text{оставшегося}} = 0,16 - 0,1 = 0,06 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaH}_2\text{PO}_4)_{\text{образовавшегося}} = 0,1 \text{ моль}$$

Вывод о ходе продолжения реакции:

Т.к  $\text{NaOH}$  в избытке, а образовалась кислая соль, реакция идет дальше:



Теперь  $v(\text{NaOH})$  в недостатке, и расчет ведем по нему.

Анализ второго уравнения:

$$v(\text{NaH}_2\text{PO}_4)_{\text{прореагировавшего}} = 0,06 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaH}_2\text{PO}_4)_{\text{оставшегося}} = 0,1 - 0,06 = 0,04 \text{ моль}$$

$$v(\text{Na}_2\text{HPO}_4)_{\text{образовавшегося}} = 0,06 \text{ моль}$$

Расчеты массы солей:

В растворе присутствуют две соли:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

$$m = Mv$$

$$m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 120 \cdot 0,04 = 4,8 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 142 \cdot 0,06 = 8,52 \text{ г}$$

**Задача 5.** При некоторой температуре равновесные концентрации в системе  $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$  равны:  $C(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,02$  моль/л и  $C(\text{NO}_2) = 0,03$  моль/л. Вычислите равновесные концентрации после смещения равновесия в результате увеличения давления в три раза.

**Решение.**

Расчет константы равновесия:

$$K = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{0,03^2}{0,02} = 0,045$$

Определение концентраций веществ при увеличении давления:

$$C(NO_2) = 0,03 \cdot 3 = 0,09 \text{ моль/л}$$

$$C(N_2O_4) = 0,02 \cdot 3 = 0,06 \text{ моль/л}$$

Определение направления смещения равновесия:

Химическое равновесие смещается в сторону обратной реакции.

Определение новых равновесных концентраций:

$$[NO_2] = 0,090 - x$$

$$[N_2O_4] = 0,06 + 0,5x$$

Расчет новых равновесных концентраций:

$$0,045 = \frac{(0,09 - x)^2}{0,06 + 0,5x}$$

$$0,0027 + 0,0225x = 0,0081 - 0,18x + x^2$$

$$x^2 - 0,2025x + 0,0054 = 0$$

$$x = 0,032$$

$$[NO_2] = 0,09 - 0,032 = 0,058 \text{ моль/л}$$

$$[N_2O_4] = 0,06 + 0,5 \cdot 0,032 = 0,076 \text{ моль/л}$$

### 5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. (Деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги, диспуты, дебаты, портфолио, круглые столы и пр.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

### 6.1. Образовательные технологии

**Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

| Раздел, тема дисциплины (модуля)                                                                                            | Форма учебного занятия                     |                               |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|
|                                                                                                                             | Лекция                                     | Практическое занятие, семинар | Лабораторная работа                    |
| Тема 1<br><i>Основные понятия химии. Атомно-молекулярное учение. Классификация и номенклатура неорганических соединений</i> | Лекция с заранее запланированными ошибками | Не предусмотрено              | Лабораторная работа, тестовый контроль |
| Тема 2<br><i>Строение атома. Периодический закон и</i>                                                                      | Лекция                                     | Не предусмотрено              | тестовый контроль                      |

|                                                                                                              |                   |                  |                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <i>периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева</i>                                            |                   |                  |                                                                         |
| Тема 3<br><i>Химическая связь</i>                                                                            | Лекция            | Не предусмотрено | Фронтальный опрос, тестовый контроль                                    |
| Тема 4<br><i>Основы термодинамики. Скорость химических реакций. Химическое равновесие</i>                    | Лекция            | Не предусмотрено | Собеседование, исследовательская лабораторная работа, тестовый контроль |
| Тема 5<br><i>Растворы. Закон действия масс, гомогенные и гетерогенные процессы и процессы гидролиза.</i>     | Лекция            | Не предусмотрено | Лабораторная работа (мозговой штурм), тестовый контроль                 |
| Тема 6<br><i>Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы.</i>                         | Проблемная лекция | Не предусмотрено | Лабораторная работа, тестовый контроль                                  |
| Тема 7<br><i>Комплексные соединения. Комплексообразование в аналитической химии.</i>                         | Обзорная лекция   | Не предусмотрено | Лабораторная работа, тестовый контроль                                  |
| Тема 8<br><i>Общая характеристика неметаллов (галогены, халькогены, элементы V группы главной подгруппы)</i> | Лекция            | Не предусмотрено | Исследовательская лабораторная работа, тестовый контроль                |
| Тема 9<br><i>Общие свойства металлов главных и побочных подгрупп.</i>                                        | Лекция            | Не предусмотрено | Лабораторная работа, тестовый контроль                                  |
| Тема 10<br><i>Основы количественного анализа. Гравиметрический и титриметрический анализ.</i>                | Лекция            | Не предусмотрено | Собеседование                                                           |
| Тема 11<br><i>Основы строения органических соединений. Углеводороды</i>                                      | Обзорная лекция   | Не предусмотрено | Лабораторная работа, тестовый контроль                                  |
| Тема 12<br><i>Кислородосодержащие органические соединения</i>                                                | Обзорная лекция   | Не предусмотрено | Лабораторная работа, тестовый контроль                                  |
| Тема 13<br><i>Азотосодержащие органические соединения</i>                                                    | Обзорная лекция   | Не предусмотрено | Тестовый контроль                                                       |

## 6.2. Информационные технологии

- Использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- Использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- Использование возможностей электронной почты преподавателя;
- Использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- Использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- Использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование»)

## 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### 6.3.1. Программное обеспечение

| Наименование программного обеспечения                                                   | Назначение                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Adobe Reader                                                                            | Программа для просмотра электронных документов      |
| Платформа дистанционного обучения LMS Moodle                                            | Виртуальная обучающая среда                         |
| Mozilla FireFox                                                                         | Браузер                                             |
| Microsoft Office 2013,<br>Microsoft Office Project 2013,<br>Microsoft Office Visio 2013 | Пакет офисных программ                              |
| 7-zip                                                                                   | Архиватор                                           |
| Microsoft Windows 7 Professional                                                        | Операционная система                                |
| Kaspersky Endpoint Security                                                             | Средство антивирусной защиты                        |
| Google Chrome                                                                           | Браузер                                             |
| Far Manager                                                                             | Файловый менеджер                                   |
| Notepad++                                                                               | Текстовый редактор                                  |
| OpenOffice                                                                              | Пакет офисных программ                              |
| Opera                                                                                   | Браузер                                             |
| Paint .NET                                                                              | Растровый графический редактор                      |
| VLC Player                                                                              | Медиапроигрыватель                                  |
| WinDjView                                                                               | Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu |

### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>

Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных

периодических изданий ООО «ИВИС». <http://dlib.eastview.com/>

Имя пользователя: AstrGU

Пароль: AstrGU

Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) - сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. <http://mars.arbicon.ru>

Электронные версии периодических изданий, размещенные на сайте информационных ресурсов [www.polpred.com](http://www.polpred.com)

Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Химия» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения дисциплины определяется последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6. - Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

| № п/п | Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)                                                                           | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства                                                            |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <i>Основные понятия химии.<br/>Атомно-молекулярное учение.<br/>Классификация и номенклатура неорганических соединений</i> | ОПК-1                          | Собеседование, лабораторная работа № 1, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 1 |
| 2     | <i>Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева</i>                   | ОПК-1                          | Собеседование, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 2                          |
| 3     | <i>Химическая связь</i>                                                                                                   | ОПК-1                          | Собеседование, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 2                          |
| 4     | <i>Основы термодинамики.<br/>Скорость химических реакций.<br/>Химическое равновесие</i>                                   | ОПК-1                          | Собеседование, лабораторная работа № 2, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 3 |
| 5     | <i>Растворы. Закон действия масс, гомогенные и гетерогенные процессы и процессы гидролиза.</i>                            | ОПК-1                          | Собеседование, лабораторная работа № 3, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная          |

|    |                                                                                                    |       |                                                                                             |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                    |       | работа 3                                                                                    |
| 6  | <i>Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы.</i>                         | ОПК-1 | Собеседование, лабораторная работа № 4, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 4 |
| 7  | <i>Комплексные соединения. Комплексообразование в аналитической химии.</i>                         | ОПК-1 | Собеседование, лабораторная работа № 5, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 4 |
| 8  | <i>Общая характеристика неметаллов (галогены, халькогены, элементы V группы главной подгруппы)</i> | ОПК-1 | Собеседование, лабораторная работа № 6, тестовый контроль.                                  |
| 9  | <i>Общие свойства металлов главных и побочных подгрупп.</i>                                        | ОПК-1 | Собеседование, лабораторная работа № 7, тестовый контроль.                                  |
| 10 | <i>Основы количественного анализа. Гравиметрический и титриметрический анализ.</i>                 | ОПК-1 | Собеседование, Рейтинговая контрольная работа 5                                             |
| 11 | <i>Основы строения органических соединений. Углеводороды</i>                                       | ОПК-1 | Собеседование, лабораторная работа № 8, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 6 |
| 12 | <i>Кислородосодержащие органические соединения</i>                                                 | ОПК-1 | Собеседование, лабораторная работа № 9, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 6 |
| 13 | <i>Азотосодержащие органические соединения</i>                                                     | ОПК-1 | Собеседование, тестовый контроль. Рейтинговая контрольная работа 6                          |

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

**Таблица 7 - Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

| Шкала оценивания         | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5<br>«отлично»           | демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументировано отвечать на вопросы, приводить примеры |
| 4<br>«хорошо»            | демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя                          |
| 3<br>«удовлетворительно» | демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в                              |

|                            |                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | приведении примеров и формулировке выводов                                                                                                                              |
| 2<br>«неудовлетворительно» | демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры |

**Таблица 8 - Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

| Шкала оценивания           | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5<br>«отлично»             | демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы                                                                         |
| 4<br>«хорошо»              | демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя |
| 3<br>«удовлетворительно»   | демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов                                                                          |
| 2<br>«неудовлетворительно» | не способен правильно выполнить задание                                                                                                                                                                                                                                              |

### **7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)**

#### **Тема «Основные понятия химии. Атомно-молекулярное учение. Классификация и номенклатура неорганических соединений»**

##### **1. Вопросы для собеседования**

1. Объем резиновой камеры автомобильной шины равен  $0,025 \text{ м}^3$ , давление в ней  $5,0665 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Определите массу воздуха, находящегося в камере при  $20^\circ\text{C}$ .
2. Рассчитайте молекулярную массу газа, если  $7 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$  его при  $20^\circ\text{C}$  и  $0,253 \cdot 10^5 \text{ Па}$  занимают объем  $22,18 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ .
3. Рассчитайте среднюю молекулярную массу и плотность по диоксиду углерода смеси газов, содержащей по объему 38% фосгена  $\text{COCl}_2$  и 62 % хлора  $\text{Cl}_2$ .
4. Определите массу  $10^{-3} \text{ м}^3$  газовой смеси, содержащей (по объему) 50% водорода и 50% диоксида углерода (н.у.).
5. Газ (н.у.) занимает объем  $1 \text{ м}^3$ . При какой температуре объем газа утроится, если давление газа не меняется?
6. 9. Определите давление кислорода, если  $0,1 \text{ кг}$  этого газа находится в сосуде объемом  $0,02 \text{ м}^3$  при  $20^\circ\text{C}$ .
7. Какую массу  $\text{CaCO}_3$  надо взять, чтобы получить при его прокаливании диоксид углерода, занимающий объем  $25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  при  $15^\circ\text{C}$  и давлении  $104000 \text{ Па}$ ?
8. Вычислите объем  $0,100 \text{ кг}$  газовой смеси состава  $3\text{CO}+2\text{CO}_2$  при  $50^\circ\text{C}$  и давлении  $98600 \text{ Па}$ .
9. Из  $5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$  хлората калия  $\text{KClO}_3$  было получено  $0,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  кислорода, измеренного при  $20^\circ\text{C}$  и давлении  $111900 \text{ Па}$ . Определите массовую долю примесей в хлорате калия.
10. Что называют молярной массой эквивалента? Чему она равна для кислот и оснований в реакциях полной нейтрализации?

11. Что называют количеством вещества эквивалента? Чему равна эта величина для  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (в реакциях полной нейтрализации),  $\text{BaCl}_2$  и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , взятых количеством вещества 1 моль?

12. Для растворения металла массой 16,86 г потребовалась серная кислота массой 14,7 г. Вычислите молярную массу эквивалента металла.

13. Какие бинарные соединения называют оксидами? Укажите возможные способы их получения.

14. Получите по два оксида из различных исходных веществ: а) кислот, б) оснований, в) солей.

15. Какие соединения называют солями? Укажите возможные способы их получения.

16. Какие соединения называют кислотами? Укажите возможные способы их получения.

17. Какие соединения называют основаниями? Укажите возможные способы их получения.

## 2. Лабораторная работа 1

Основные классы неорганических соединений

(оксиды, гидроксиды, кислоты, соли).

**Опыт 1.** Поместить в металлическую ложечку кусочек серы величиной с горошину и нагреть в пламени горелки. Как только сера загорится, внести ложечку в банку, не касаясь стенок и дна. Когда сера сгорит, ложечку вынуть, а в банку налить немного дистиллированной воды и взболтать. Испытать раствор лакмусом. (Написать уравнение реакции. Каков характер оксида?)

**Опыт 2.** В сухую пробирку поместить немного основного карбоната меди. Держа пробирку в наклонном положении, нагреть ее до полного разложения соли. (Какого цвета вещество останется в пробирке? Что выделяется на стенках пробирки? Написать уравнение реакции.) Полученный оксид меди сохранить для опыта 8.

**Опыт 3.** Действуя на раствор сульфата меди избытком щелочи, получить гидроксид меди. Полученный осадок нагреть. (Объяснить почернение осадка и написать уравнение реакции.) Осадок сохранить для сравнения с осадком в опыте 14.

**Опыт 4.** Взболтать в пробирке немного оксида кальция и оксида магния с водой и профильтровать в другую пробирку. Фильтрат испытать лакмусом или фенолфталеином. (Как изменяется цвет раствора? Написать уравнение реакции.)

**Опыт 5.** В фарфоровую чашечку налить до половины дистиллированную воду и прибавить несколько капель раствора фенолфталеина. Вынуть пинцетом из склянки кусочек металлического натрия (натрий хранится под керосином), тщательно вытереть фильтровальной бумагой и бросить в чашку с водой (осторожно не наклоняться над чашкой). Наблюдать происходящие явления. Написать уравнение реакции.

**Опыт 6.** В две пробирки (порознь) налить растворы хлорида окисного железа и нитрата висмута. В обе пробирки налить раствор щелочи. (Что наблюдается? Каков цвет осадков? Написать уравнение реакции.)

**Опыт 7.** В пробирку с 3-4 мл серной кислоты (1:5) опустить кусочек цинка. К концу опыта раствор нагреть до кипения. Время от времени, отводя пробирку в сторону, наблюдать, выделяется ли газ. Как только прекратится выделение газа, нагревание прекратить и дать остыть пробирке. По охлаждению должны выпасть кристаллы сульфата цинка. (Написать уравнение реакции.)

**Опыт 8.** К черному порошку оксида меди, полученному в опыте 2, прилить немного серной кислоты (1:5) и нагреть до полного растворения. (В какой цвет окрашивается раствор? Написать уравнение реакции.) Если осадок полностью не растворится, дать ему отстояться. Слив жидкость, сохранить ее для следующего опыта.

**Опыт 9.** В пробирку с полученным в опыте 8 раствором сульфата меди всыпать железные опилки и взболтать. Как изменяется окраска раствора и опилок? Напишите уравнение реакции.

**Опыт 10.** В пробирку с раствором гидр оксида бария впустить из аппарата Киппа углекислый газ. Как только образуется осадок, аппарат Киппа отключить. (Написать уравнение реакции.)

**Опыт 11.** Налить в две пробирки (порознь) растворы хлорида бария и нитрата свинца. Влить в них немного раствора серной кислоты. (Что наблюдается? Написать уравнение реакции.)

**Опыт 12.** В четыре пробирки порознь налить растворы следующих солей: в первую – хлорида натрия и нитрата серебра, во вторую – нитрата бария и сульфата натрия, в третью – нитрата свинца и хромата калия, в четвертую – нитрата свинца и йодида калия. (Какой цвет образующихся осадков? Написать уравнения реакций.)

**Опыт 13.** В пробирку налить раствор гидр оксида кальция («известковой воды») и осторожно пропускать в нее из аппарата Киппа углекислый газ до тех пор, пока полученный в начале осадок не раствориться. (Объяснить происходящие явления, написать уравнения реакций.)

**Опыт 14.** К раствору сульфата меди прилить по каплям едкий натр до образования осадка. Жидкость с осадком нагреть. Сравнить цвет осадка до нагревания и после нагревания с цветом осадка в опыте 3. Объяснить происходящие изменения, написать уравнения реакций, имея в виду, что при недостатке щелочи образуется основная соль.

**Опыт 15.** В пробирку налить 2-3 мл раствора сульфата алюминия и по каплям – раствор едкого натра до образования осадка, смесь взболтать и вместе с осадком разлить на две пробирки. В первую влить раствор соляной кислоты, во вторую – раствор щелочи до полного растворения осадка. (Написать уравнения всех реакций.)

### 3. Тестовый контроль

#### Вариант № 1

1. Фактор эквивалентности соли

- |                  |                                                   |
|------------------|---------------------------------------------------|
| 1) 1/основность  | 2) 1/число катионов * валентность катионов        |
| 3) 1/кислотность | 4) 1/число атомов элемента * валентность элемента |

2. Плотность газа по гелию равна 11, плотность газа по неону

- |        |        |       |       |
|--------|--------|-------|-------|
| 1) 2,2 | 2) 1,1 | 3) 20 | 4) 44 |
|--------|--------|-------|-------|

3. При сгорании  $4 \cdot 10^{-6}$  кг углерода число молекул  $\text{CO}_2$  равно

- |                      |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1) $2 \cdot 10^{21}$ | 2) $2 \cdot 10^{20}$ | 3) $2 \cdot 10^{22}$ | 4) $2 \cdot 10^{23}$ |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|

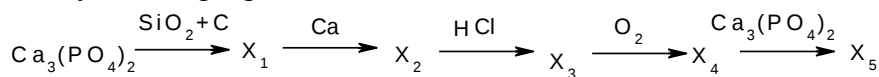
4. Одновременно не могут находиться в растворе вещества набора

- |                                             |                                                         |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1) $\text{BaCl}_2$ и $\text{NaNO}_3$        | 2) $\text{BaCl}_2$ и $\text{NaBr}$                      |
| 3) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{KI}$ | 4) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{H}_2\text{SO}_4$ |

5. Одновременно в растворе могут находиться ионы

- |                                                                         |                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1) $\text{Ag}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Br}^-$ , $\text{NO}_3^-$   | 2) $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{OH}^-$ , $\text{I}^-$        |
| 3) $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Na}^+$ , $\text{F}^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ | 4) $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ |

6. В результате следующих превращений



образуется конечный продукт  $\text{X}_5$

- |                                |                     |                                               |                                      |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) $\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2$ | 2) $\text{CaHPO}_4$ | 3) $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 4) $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|

7. Установить соответствие между веществом и свойствами

- |                     |                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------|
| 1: азотная кислота  | А: взаимодействие с солями меди с образованием осадка  |
| 2: гидроксид натрия | Б: взаимодействие с солями бария с образованием осадка |
| 3: соляная кислота  | В: взаимодействие с серой при нагревании               |
| 4: сульфат алюминия | Г: взаимодействие с цинком с образованием водорода     |

8. Гидрид одновалентного металла содержит 12,5% водорода по массе.

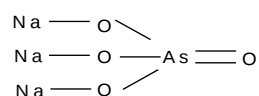
- 1) серебро                      2) натрий                      3) литий                      4) золото

9. Количество возможных солей образованных  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Al}(\text{OH})_3$

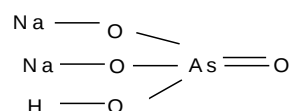
- 1) 4                      2) 1                      3) 2                      4) 3                      5) 5

10. Установить соответствие между веществом и названием

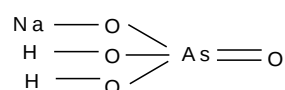
1:



2:



3:



А: гидроарсенат натрия

Б: дигидроарсенат натрия

В: арсенат натрия

### Вариант № 2

1. Фактор эквивалентности кислоты

- |                  |                                                   |
|------------------|---------------------------------------------------|
| 1) 1/кислотность | 3) 1/число атомов элемента * валентность элемента |
| 2) 1/основность  | 4) 1/число катионов * валентность катионов        |

2. Масса (в граммах) 0,25 моль оксида лития

- 1) 5,75                      2) 6,2                      3) 7,5                      4) 9,25

3. Количество вещества (моль), содержащееся в 37,6 г нитрата меди (II)

- 1) 0,3                      2) 3,35                      3) 0,2                      4) 5

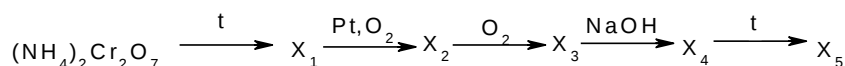
4. Одновременно не могут находиться в растворе вещества набора

- |                                            |                                            |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ и $\text{HCl}$ | 2) $\text{NaOH}$ и $\text{H}_2\text{SO}_4$ |
| 3) $\text{NaCl}$ и $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 4) $\text{NaOH}$ и $\text{K}_2\text{SO}_4$ |

5. Диоксид углерода может реагировать с веществами набора

- |                                                                        |                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1) $\text{CaO}$ , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ раствор, $\text{HNO}_3$ | 2) $\text{Na}_2\text{CO}_3$ раствор, $\text{Mg}$ , $\text{C}$ (кокс) |
| 3) $\text{KOH}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ , раствор $\text{BaCl}_2$    | 4) $\text{CuSO}_4$ , $\text{NH}_3$ , $\text{NaOH}$                   |

6. В результате следующих превращений



образуется конечный продукт  $\text{X}_5$

- 1)  $\text{NaNO}_2$                       2)  $\text{NO}_2$                       3)  $\text{Na}_2\text{O}$                       4)  $\text{NO}$

7. Установить соответствие между веществом и свойствами

- |                     |                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------|
| 1: азотная кислота  | А: взаимодействие с солями меди с образованием осадка  |
| 2: гидроксид натрия | Б: взаимодействие с солями бария с образованием осадка |
| 3: соляная кислота  | В: взаимодействие с серой при нагревании               |
| 4: сульфат алюминия | Г: взаимодействие с цинком с образованием водорода     |

8. Один моль воды при н.у. занимает объем

- 1) 18 мл                      2) 118 л                      3) 22,4 л                      4) 22,4 мл

9. Количество возможных солей образованных  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Al}(\text{OH})_3$

- 1) 4                      2) 1                      3) 2                      4) 3                      5) 5

10. Установить соответствие между веществом и способом его распознавания

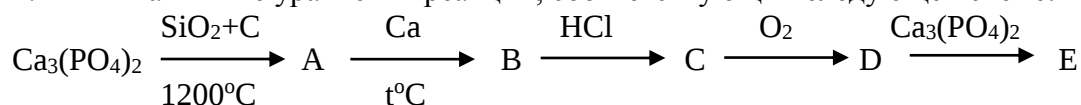
- |                   |                                                   |
|-------------------|---------------------------------------------------|
| 1: углекислый газ | А: возгорание тлеющей лучины                      |
| 2: аммиак         | Б: возгорание с характерным звуком                |
| 3: кислород       | В: помутнение известковой воды                    |
| 4: водород        | Г: изменение окраски влажной индикаторной бумажки |

#### 4. Контрольная работа 1

##### Вариант № 1

1. 1 г некоторого металла соединяется с 8,89 г брома и с 1,78 г серы. Найдите эквивалентные массы брома и Ме, зная, что эквивалентная масса серы 16,0 г/моль.

2. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме:



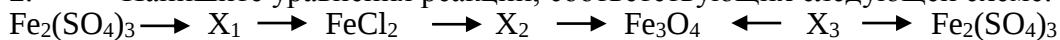
3. Напишите графические формулы соединений и дайте их названия:  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaH}_2\text{AsO}_4$ .

4. Какой объем кислорода следует добавить к 1 м<sup>3</sup> воздуха (21%  $\text{O}_2$ ), чтобы содержание в нем кислорода повысилось до 25%.

##### Вариант № 2

1. Определите массу серы, образующейся при взаимодействии сероводорода количеством вещества эквивалента 0,01 моль с избытком концентрированной  $\text{HNO}_3$

2. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме:



3. Составьте формулы (эмпирические графические) всех возможных солей, образованных гидроксидом магния и хромовой кислотой. Дайте названия солям.

4. К 50 мл смеси в 2-х оксидах углерода добавили 10 мл кислорода и подожгли. В результате реакции общий объем газов уменьшился на 10%. Все объемы газов измерялись при одинаковых условиях. Определите объемный состав исходной смеси.

#### Тема «Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева»

##### 1. Вопросы для собеседования

1. Что называют принципом неопределенности и соотношением неопределенности?
2. Применимо ли понятие траектории движения к микрочастицам? Чем это определяется и какое понятие его заменяет?
3. Квантовые числа. Их физический смысл.
4. Правила распределения электронов в атоме.

5. Что называют энергией ионизации? Какая величина имеет с ней одинаковое числовое значение? В каких единицах они измеряются?
6. Чему равно число всех возможных ионизационных потенциалов для данного атома и что является причиной увеличения их значений в ряду:  $I_1 < I_2 < I_3 \dots$ ?
7. Как зависит величина ионизационного потенциала от значения для электрона главного квантового числа и чем эта зависимость обусловлена?
8. Как можно по экспериментально найденным ионизационным потенциалам установить наличие в атоме электронных слоев и число электронов, которые они содержат? Покажите это, пользуясь значениями этих величин для бериллия:  $I_1=9,3$ ;  $I_2=18,2$ ;  $I_3=153,7$  и  $I_4=217$  эВ.
9. Как должны отличаться друг от друга ионизационные потенциалы атомов: а) натрия и хлора, б) калия и криптона, в) бериллия и бария?
10. Что называют сродством атома к электрону? Для каких элементов эта величина имеет наибольшее положительное значение и для каких отрицательное значение? Какие экспериментальные данные указывают на невозможность существования многозарядных простых ионов?
11. Какой вывод можно сделать о свойствах элемента по значению для него ионизационного потенциала и сродства к электрону?
12. Что называют абсолютной и относительной электроотрицательностью? Как по значению этой величины можно, судить о направлении смещения электронной плотности при образовании связей?
13. Что называют степенью окисления элемента и чему равна их общая сумма в молекуле и ионе?
14. Чему равна степень окисления натрия, кальция и хлора, если они находятся в виде свободных ионов:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ , и хрома, если он находится в составе сложного иона  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ?
15. Какая степень окисления должна быть более характерна для элемента при высоких или низких значениях его ЭО?
16. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева в свете теории строения атома.

## 2. Тестовый контроль

### Вариант № 1

#### 1. Изoeлектронные атомы и ионы

- |                                        |                                   |
|----------------------------------------|-----------------------------------|
| 1) $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Co}^{3+}$ | 2) $\text{Co}$ , $\text{Ni}^{2+}$ |
| 3) $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ | 4) $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Mn}$ |

#### 2. Электронная емкость f -подуровня

- |       |      |       |       |
|-------|------|-------|-------|
| 1) 14 | 2) 6 | 3) 18 | 4) 10 |
|-------|------|-------|-------|

#### 3. Энергия сродства к электрону в периоде

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 1) не изменяется | 2) уменьшается         |
| 3) увеличивается | 4) остаются постоянной |

#### 4. Разрешенный набор квантовых чисел электрона

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| 1) $n = 3, l = 0, m = 1$  | 2) $n = 2, l = 1, m = 0$ |
| 3) $n = 3, l = 2, m = -1$ | 4) $n = 3, l = 2, m = 3$ |

#### 5. Наименьший радиус имеет ион

- |                  |                     |                     |                 |
|------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| 1) $\text{Cs}^-$ | 2) $\text{Ba}^{2+}$ | 3) $\text{Te}^{2-}$ | 4) $\text{I}^-$ |
|------------------|---------------------|---------------------|-----------------|

#### 6. Модель атома, созданная Э.Резерфордом называется ###

7. Число уровней у атома определяется # # # квантовым числом

8. Энергия отрыва электрона от атома называется энергией # # #

9. Если электрон делает выбор между 4d и 5s атомной орбиталью, то атом содержит # # # электронов

10. Установить соответствие между электронными конфигурациями и химическими частицами

- |                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| 1: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ | A: $\text{Na}^+$   |
| 2: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ | Б: N               |
| 3: $1s^2 2s^2 2p^6$           | В: $\text{S}^{2-}$ |
| 4: $1s^2 2s^2 2p^3$           | Г: Al              |

11. Расположить в правильной последовательности заполнения энергетических подуровней в атомах

A: 5s                  Б: 4d                  В: 3d                  Г: 5p                  Д: 6s                  Е: 4p

### Вариант № 2

1. Изоэлектронные атомы и ионы

- |                                        |                          |
|----------------------------------------|--------------------------|
| 1) $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Co}^{3+}$ | 2) Co, $\text{Ni}^{2+}$  |
| 3) $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ | 4) $\text{Co}^{2+}$ , Mn |

2. Набор квантовых чисел  $n = 3$ ,  $l = 1$ ,  $s = \pm 1/2$  имеет

- 1) Si                  2) Al                  3) Cl                  4) S                  5) P

3. Одинаковое количество электронов у ионов

- |                                                           |                                           |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1) $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ | 2) $\text{Ba}^{2+}$ , I, $\text{Te}^{2-}$ |
| 3) $\text{Hg}^{2+}$ , I, $\text{Sn}^{4+}$                 | 4) I, $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Sn}^{4+}$ |

4. Электронная емкость g -подуровня

- 1) 6                  2) 14                  3) 10                  4) 18

5. Энергия ионизации в группе

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 1) не изменяется | 2) увеличивается       |
| 3) уменьшается   | 4) остаются постоянной |

6. Атомные орбитали дают сумму  $n + l = 9$

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1) 6f, 7d, 8p | 2) 5f, 7p, 8s |
| 3) 4f, 5d, 6p | 4) 4d, 5p, 6s |

7. Число неспаренных электронов в атоме хрома в невозбужденном состоянии # # #

8. Энергия ионизации атома Ca (эВ):  $I_1 = 6,113$ ;  $I_2 = 11,871$ ;  $I_3 = 51, 21$ . третья энергия ионизации резко возрастает из-за отрыва # # # электрона

9. Число орбиталей у атома определяется # # # квантовым числом

10. Установить соответствие между электронными конфигурациями и химическими частицами

- |                                         |                     |
|-----------------------------------------|---------------------|
| 1: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^5$ | A: $\text{F}^-$     |
| 2: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ | Б: C                |
| 3: $1s^2 2s^2 2p^6$                     | В: $\text{Fe}^{+3}$ |
| 4: $1s^2 2s^2 2p^2$                     | Г: Cr               |

11. Расположить в правильной последовательности заполнения энергетических подуровней в атомах

А: 6p

Б: 7s

В: 6s

Г: 4f

Д: 5f

Е: 6d

Ж: 5d

### Тема «Химическая связь»

#### 1. Вопросы для собеседования

##### Ковалентная связь.

1. Может ли длина связи быть равной сумме радиусов двух атомов, которые её образуют? Покажите и объясните на примере молекулы  $H_2$ , зная, что  $r/H=0,053$  нм, а  $d/H-H=0,074$  нм.

2. Почему максимальная ковалентность фосфора может быть равной пяти, а у азота такое состояние отсутствует?

3. В рамках теории ВС объяснить, почему у большинства р-элементов с переменной валентностью её значения различаются на 2?

4. Для каких элементов, имеющих электронные конфигурации внешнего слоя атома  $3s^2p^2$ ,  $4s^2p^3$ ,  $5s^2p^4$ ,  $6s^1p^5$  характерны переменная чётная и переменная нечётная валентность?

5. На основании разности электроотрицательности атомов элементов укажите, как изменяется степень ионности связи в соединениях HF, HCl, HBr, HI?

6. Как согласовать малую полярность связи в молекуле CO ( $\mu = 3,33 \cdot 10^{-31}$  Кл·м) со значительным различием в ЭО С и О ЭО(С)=2,5; ЭО(О) = 3,5.

7. Установить пространственную структуру следующих молекул:

а) COS, COCl<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, SiF<sub>6</sub><sup>2-</sup>;

б) NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PH<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>;

в) H<sub>2</sub>S, SCl<sub>2</sub>, SF<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>;

г) Cl<sub>2</sub>O, ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, JO<sub>6</sub><sup>5-</sup>.

8. Покажите влияние неподелённых электронных пар /НП/ на форму молекул BrF<sub>3</sub>, SF<sub>4</sub>, JCl<sub>4</sub><sup>-</sup>, JF<sub>5</sub>. Предскажите /экваториальное или аксиальное/ расположение НП.

##### Межмолекулярное взаимодействие.

1. Чем объясняется разность температур кипения азота (-195,8°C), кислорода (-183°C) и фтора (-187,9°C)? Почему намного отличается от них температура кипения хлора (-34°C)?

2. Чем объяснить разную энергию водородных связей.

3. Как и почему изменяется агрегатное состояние простых веществ при комнатной температуре в ряду фтор-йод. Какое агрегатное состояние должен иметь астат?

4. Чем объяснить, что температура плавления воды значительно выше температуры плавления фтороводорода (-83°C), хотя дипольный момент молекулы воды ( $0,61 \cdot 10^{-29}$  Кл·м) меньше, чем молекулы HF ( $0,636 \cdot 10^{-29}$  Кл·м).

#### 2. Тестовый контроль

##### Вариант № 1

1. В ряду водородных соединений элементов VI А группы: H<sub>2</sub>O – H<sub>2</sub>S – H<sub>2</sub>Se полярность связи Э – Н

1) увеличивается

2) не изменяется

3) уменьшается

4) сначала уменьшается, потом увеличивается

2. Только ковалентная связь имеет место в соединении с формулой

1) Ba(OH)<sub>2</sub>

2) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

3) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

4) Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

3. Атом углерода в возбужденном состоянии образует

- 1) четыре ковалентные связи, за счет четырех неспаренных электронов
- 2) три связи, за счет двух неспаренных электронов и неподеленной электронной пары
- 3) ни одной, атом углерода в невозбужденном состоянии химических связей не образует
- 4) две связи, за счет двух неспаренных электронов

4. Вещество, которое не могут образовывать водородную связь

- 1)  $\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{HF}$
- 3)  $\text{NH}_3$
- 4)  $\text{HI}$

5.  $\text{sp}^3$  гибридизация реализуется полностью

- 1)  $\text{SO}_2$
- 2)  $\text{CH}_4$
- 3)  $\text{SO}_3$
- 4)  $\text{ClO}^-$

6. Установить соответствие между физическими свойствами и типами кристаллических решеток

- 1: ковкость
- 2: низкая температура кипения
- 3: высокая твердость
- 4: электрическая проводимость раствора
- А: атомная
- Б: металлическая
- В: ионная
- Г: молекулярная

7. Установить соответствие между гибридизацией и молекулой или частицей

- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| 1: $\text{sp}$           | А: $\text{BeCl}_2$    |
| 2: $\text{sp}^2$         | Б: $\text{CO}_3^{2-}$ |
| 3: $\text{sp}^3$         | В: $\text{NF}_3$      |
| 4: $\text{sp}^3\text{d}$ | Г: $\text{PF}_5$      |
|                          | Д: $\text{SF}_6$      |
|                          | Е: $\text{XeF}_6$     |

### Вариант № 2

1. Вещество с ионной связью имеет формулу

- 1)  $\text{KBr}$
- 2)  $\text{SO}_3$
- 3)  $\text{CH}_4$
- 4)  $\text{HCl}$

2. Атом углерода в невозбужденном состоянии образует

- 1) ни одной, атом углерода в невозбужденном состоянии химических связей не образует
- 2) четыре ковалентные связи, так как валентность углерода всегда равна IV
- 3) три связи, за счет двух неспаренных электронов и неподеленной электронной пары
- 4) две связи, за счет двух неспаренных электронов

3. Атомная кристаллическая решетка характерна для

- |                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| 1) алюминия и карбида кремния     | 2) серы и йода   |
| 3) оксида кремния и хлорида калия | 4) алмаза и бора |

4.  $\text{sp}^2$  гибридизация реализуется полностью

- 1)  $\text{SO}_2$
- 2)  $\text{SO}_3$
- 3)  $\text{CH}_4$
- 4)  $\text{ClO}^-$
- 5)  $\text{ClO}_2^-$

5. Установить соответствие между веществами и видами химической связи в них

- |             |                           |
|-------------|---------------------------|
| 1: вольфрам | А: ковалентная полярная   |
| 2: алмаз    | Б: ковалентная неполярная |
| 3: аммиак   | В: металлическая          |

4: поваренная соль

Г: ионная

6. Установить соответствие между веществами и типами кристаллических решеток

1: углекислый газ

А: ионная

2: карборунд

Б: молекулярная

3: никель

В: металлическая

4: ацетат натрия

Г: атомная

7. Установить соответствие между гибридизацией и молекулой

1:  $sp^3$

А:  $OF_2$

2:  $sp^2$

Б:  $BF_3$

3:  $sp^3d^2$

В:  $SF_6$

4:  $sp^3d$

Г:  $SF_4$

Д:  $BeCl_2$

Е:  $XeF_6$

### 3. Контрольная работа 2

#### Вариант № 1

1. Для скольких АО сумма  $n+l=8$ ? Есть ли такие орбитали у элементов периодической системы? Атомы, каких элементов имеют наибольшее значение суммы  $n+l$ ?
2. Напишите электронно-графические формулы: Cr,  $Cl^{+5}$ ,  $Te^{-2}$ , Tb.
3. Напишите электронные формулы еще неоткрытых элементов №108,
4. Установите пространственную структуру следующих молекул и ионов, определив орбитали центрального атома и их тип гибридизации:  $NF_3$ ,  $NO_2^-$ ,  $PH_3$ ,  $PO_4^{3-}$ .
5. Чем объяснить значительно более высокие  $T_{пл.}$  и  $T_{к.}$  воды и плавиковой кислоты по сравнению с теми, которые должны соответствовать их молярным массам?

#### Вариант № 2

1. Укажите значение квантовых чисел для внешних электронов в атомах элементов с порядковым номером 11, 14, 20, 23, 33.
2. Напишите электронно-графические формулы: Pd,  $Zr^{+2}$ ,  $S^{-2}$ , Fm.
3. Сколь связей у атома серы в молекуле  $SO_2Cl_2$ , у углерода в молекуле  $COCl_2$ ; как это согласуется с типом гибридизации?
4. Какая молекула может существовать и почему?  $ClF_3$ ,  $FCl_3$ ,  $BrI_3$ ,  $IBr_3$ .
5. Энергия ионизации при последовательном отрыве электрона от атомов Mg составляет:  $E_1=733$ ,  $E_2=1447$  и  $E_3=7718$  кДж/моль. Чем объяснить резкое возрастание  $E_3$ ?

### Тема «Основы термодинамики. Скорость химических реакций. Химическое равновесие»

#### 1. Вопросы для собеседования

1. Реакция идет по уравнению  $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$ . Как изменится скорость реакции, если увеличить давление в 2 раза?
2. Реакция между веществами А и В выражается уравнением  $2A + B = 2C$ . Начальная концентрация вещества А равна 0,3 моль/л, а вещества В — 0,5 моль/л. Константа скорости реакции равна 0,8 л<sup>2</sup>/моль<sup>2</sup>·мин<sup>-1</sup>. Рассчитайте начальную скорость прямой реакции и скорость по истечении некоторого времени, когда концентрация вещества А уменьшается на 0,1 моль.
3. Разложение  $N_2O$  на поверхности золота при высоких температурах протекает по уравнению:  $2N_2O = 2N_2 + O_2$  Константа скорости данной реакции равна  $5 \cdot 10^{-4}$  л/моль·мин при

1173 К. Начальная концентрация  $\text{N}_2\text{O}$  3,2 моль/л. Определите скорость реакции при заданной температуре в начальный момент и в тот момент, когда разложится 25 %  $\text{N}_2\text{O}$ .

4. Реакция идет по уравнению  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ . Начальные концентрации реагирующих веществ были (моль/л):  $\text{C}(\text{NO}) = 0,8$ ;  $\text{C}(\text{O}_2) = 0,6$ . Как изменится скорость реакции, если концентрацию кислорода увеличить до 0,9 моль/л, а концентрацию оксида азота до 1,2 моль/л?

5. При некоторой температуре константа равновесия термической диссоциации  $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$   $K = 0,26$ . Равновесная концентрация  $\text{NO}_2$  равна 0,28 моль/л. Вычислите равновесную и первоначальную концентрации  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Какая массовая доля в % этого вещества продиссоциировала к моменту установления равновесия?

6. При синтезе фосгена имеет место равновесие реакции  $\text{Cl}_2 + \text{CO} = \text{COCl}_2$ . Определите исходные концентрации хлора и оксида углерода, если равновесные концентрации равны (моль/л):  $\text{C}(\text{Cl}_2) = 2,5$ ;  $\text{C}(\text{CO}) = 1,8$ ;  $\text{C}(\text{COCl}_2) = 3,2$ .

7. Химическое равновесие реакции  $\text{COCl}_2 = \text{CO} + \text{Cl}_2$  установилось при концентрациях реагирующих веществ (моль/л):  $\text{C}(\text{COCl}_2) = 10$ ;  $\text{C}(\text{CO}) = 2$ ;  $\text{C}(\text{Cl}_2) = 4$ . В равновесную систему добавили хлор в количестве 4 моль/л. Определите новые равновесные концентрации реагирующих веществ после смещения равновесия.

8. Равновесные концентрации веществ, участвующих в реакции

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$  равны (моль/л):  $\text{C}(\text{кислоты}) = 0,02$ ;  $\text{C}(\text{спирта}) = 0,32$ ;  $\text{C}(\text{эфира}) = 0,08$ ;  $\text{C}(\text{воды}) = 0,08$ . Какими стали равновесные концентрации после смещения равновесия вследствие увеличения концентрации  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  в 4 раза?

9. На какую величину отличается изменение энтальпии от изменения внутренней энергии системы? В каких случаях  $\Delta H = \Delta U$  и  $Q_V = Q_P$ ?

10. Зависит ли изменение энтальпии системы от температуры?

11. Какой закон является основным законом термохимии? Дайте его формулировку.

12. Перечислите следствия, вытекающие из закона Гесса. Для каких определений они используются в термохимических расчетах?

13. Какой функцией состояния характеризуется тенденция системы к достижению так называемого вероятного состояния, которому соответствует максимальная беспорядочность распределения частиц?

14. В изолированной системе все самопроизвольные процессы протекают в сторону увеличения беспорядка. Как изменяется при этом энтропия?

15. Как изменяется энтропия системы с повышением температуры, в реакциях синтеза и разложения веществ?

16. Как влияет на энтропию системы образование газообразных продуктов? Как изменяется энтропия системы при испарении, конденсации, увеличении давления, фазовых переходах?

17. Какими одновременно действующими факторами определяется направленность химического процесса?

18. Что называют энергией Гиббса? Каким образом изменение этой величины ( $\Delta G$ ) указывает на термодинамическую возможность или невозможность самопроизвольного протекания процесса? Какое значение  $\Delta G$  определяет равновесное состояние системы?

19. При каком соотношении  $\Delta H$  и  $T\Delta S$ : а) система находится в равновесии, б) химический процесс направлен в сторону экзотермической или эндотермической реакции?

## 2. Лабораторная работа 2

Скорость химических реакций. Химическое равновесие

Работа 1. Исследование скорости разложения тиосульфата натрия.

Опыт 1. Зависимость от концентрации.

В пять пробирок наливают из бюретки 0,1 М  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и воду в количествах, указанных в таблице. В другие пять пробирок наливают из бюретки по 5 мл 1 М серной кислоты.

Сливают попарно приготовленные растворы тиосульфата натрия и серной кислоты (первый раствор приливают ко второму) и отсчитывают время до начала появления помутнения содержимого каждой пробирки. Результаты записывают в таблицу по форме:

| Объем, мл                                            |                         |                                       | $Na_2S_2O_3 = \frac{0,1a}{a + b + c},$ моль/л | Время до появления мути t, с | $V_{\text{усл.}} = \frac{1}{t}, \text{ с}^{-1}$ |
|------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|
| Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>(а) | H <sub>2</sub> O<br>(б) | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>(в) |                                               |                              |                                                 |
| 1                                                    | 4                       | 5                                     | 0,01                                          |                              |                                                 |
| 2                                                    | 3                       | 5                                     | 0,02                                          |                              |                                                 |
| 3                                                    | 2                       | 5                                     | 0,03                                          |                              |                                                 |
| 4                                                    | 1                       | 5                                     | 0,04                                          |                              |                                                 |
| 5                                                    | 0                       | 5                                     | 0,05                                          |                              |                                                 |

В этом и следующих опытах измеряется не скорость реакции, а промежуток времени между началом реакции и ее видимым результатом. Однако этот промежуток времени обратно пропорционален скорости реакции V, поэтому величину  $\frac{1}{t}$  назовем условной скоростью реакции ( $V_{\text{усл.}}$ ). Строят график зависимости скорости разложения тиосульфата натрия от концентрации. Какой вывод можно сделать о порядке исследуемой реакции на основании полученной зависимости?

#### Опыт 2. Зависимость от температуры.

В три пробирки наливают по 5 мл 0,1 М тиосульфата натрия, а в другие три – по 5 мл 1 М серной кислоты. Помещают все пробирки в стакан с водой и через 5-7 минут, измерив температуру воды в стакане, сливают вместе содержимое одной пары пробирок с H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и отсчитывают время до начала помутнения. Приливают в стакан немного горячей воды так, чтобы температура воды в стакане увеличилась примерно на 10°C. Вновь выдерживают растворы при этой температуре 5-7 минут. Слив содержимое второй пары пробирок с H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, определяют также время до начала появления мути. Опыт с последней парой пробирок проводят при температуре приблизительно на 20°C выше первоначальной.

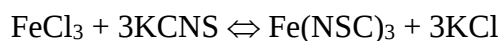
Результаты записывают в таблицу по форме:

| t, °C | $\frac{1}{T}$ | Время от начала отсчета до помутнения t, с | $V_{\text{усл.}} = \frac{1}{t}, \text{ с}^{-1}$ | lg V |
|-------|---------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|------|
|       |               |                                            |                                                 |      |

Строят график зависимости логарифма скорости реакции от обратной величины абсолютной температуры.

Работа 2. Влияние различных факторов на положение равновесия химической реакции.

Опыт 1. Влияние концентрации. Для опыта удобно воспользоваться реакцией образования роданида железа (III):



Роданид железа интенсивно окрашен в красный цвет, FeCl<sub>3</sub> – в желтый, а KCNS и KCl – бесцветны. При изменении концентрации Fe(NCS)<sub>3</sub> окраска раствора меняется, что указывает на направление смещения равновесия.

К 20 мл воды в небольшом стакане прибавляют по 1 – 2 капли насыщенных растворов FeCl<sub>3</sub> и KCNS (или NH<sub>4</sub>CNS). Полученный раствор разливают в 4 пробирки. В 1-ю добавляют несколько капель концентрированного раствора FeCl<sub>3</sub>, во 2-ю несколько капель концентрированного раствора KCNS (или NH<sub>4</sub>CNS), в 3-ю немного кристаллического KCl (или NH<sub>4</sub>Cl), а 4-ю оставляют для сравнения. Пользуясь законом действия масс, объясните изменение окраски в первых трех пробирках.

Результаты записывают в таблицу по форме:

| Добавленный раствор | Изменение интенсивности окраски | Направление смещения равновесия |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

**Опыт 2. Влияние температуры.** При взаимодействии йода с крахмалом образуется синее вещество сложного состава (соединение включения):

йод + крахмал = йодокрахмал

В две пробирки наливают по 4 – 5 мл раствора крахмала и добавляют 3 – 4 капли 0,1 н. раствора  $I_2$ . Нагревают одну из пробирок, а затем снова охлаждают. Вторую пробирку оставляют для сравнения. Что происходит? Экзо- или эндотермической является реакция образования йодокрахмала?

### 3. Тестовый контроль

#### Вариант № 1

1. Во сколько раз увеличится скорость реакции  $H_{2(г)} + I_{2(г)} = 2HI_{(г)}$  при увеличении давления в 3 раза

- 1) в 9 раз                      2) в 8 раз                      3) в 6 раз                      4) в 3 раз

2. При температуре  $90^{\circ}C$  реакция протекает 1 мин. При какой температуре реакция закончится за 1 ч 21 мин, если температурный коэффициент равен 3

- 1)  $50^{\circ}C$               2)  $40^{\circ}C$               3)  $60^{\circ}C$               4)  $150^{\circ}C$               5)  $140^{\circ}C$

3. Химическое равновесие реакции  $S_{8(г)} + 16HI_{(г)} = 8I_{2(г)} + 8H_2S_{(г)} - Q$  сместится вправо при понижении

- 1) концентрации  $H_2S$                       2) концентрации  $HI$   
3) давления                      4) температуры

4. Химическое равновесие реакции  $Zr_{(т)} + 2Cl_{2(г)} = ZrCl_{4(г)} + Q$  смещается вправо при

- 1) повышении давления                      2) повышении концентрации  $ZrCl_4$   
3) дополнительном введении  $Zr$                       4) повышении температуры

5. В гомогенной системе  $3A_{(г)} + B_{(г)} = 2C_{(г)} + D_{(г)}$  равновесные концентрации веществ (моль/л) составили:  $A - 0,03$ ;  $B - 0,02$ ;  $C - 0,004$ . Исходная концентрация вещества  $A$  (моль/л) равна

- 1) 0,036              2) 0,002              3) 0,024              4) 0,026              5) 0,030

6. Из 2 моль  $CO$  и 2 моль  $Cl_2$  образовалось при некоторой температуре 0,45 моль  $COCl_2$ . Константа равновесия реакции  $CO + Cl_2 = COCl_{2(г)}$

- 1) 0,19                      2) 0,09                      3) 0,12                      4) 0,21

7. Стандартная теплота образования  $MgO$  (к) и  $CO_2$  (г) соответственно равна -601,8 и -393,5 кДж/моль. Теплота разложения  $MgCO_3$  на  $MgO$  и  $CO_2$   $\Delta H = 100,7$  кДж/моль. Теплота образования  $MgCO_3$

- 1) -1096 кДж/моль.                      2) -1006 кДж/моль.  
3) -996 кДж/моль.                      4) -876 кДж/моль.

8. Теплота, которая поглощается или выделяется при разложении химического соединения количеством 1 моль на простые вещества называется # # #

9. Если скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции, то наступает химическое # # #

10. Зависимость скорости реакции от температуры определяется правилом # # #

#### Вариант № 2

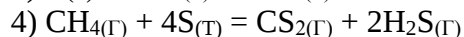
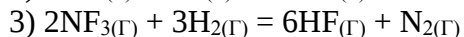
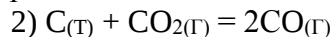
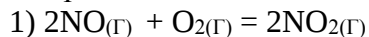
1. Во сколько раз увеличится скорость реакции  $CaO_{(т)} + CO_{2(г)} = CaCO_{3(т)}$  при увеличении давления в 3 раза

1) в 9 раз      2) в 8 раз      3) в 6 раз      4) в 3 раз      5) не изменится

2. Во сколько раз увеличится скорость реакции при нагревании от 75°C до 115°C, если температурный коэффициент равен 2

1) в 2 раз      2) в 4 раз      3) в 8 раз      4) не изменится      5) в 16 раз

3. При повышении давления химическое равновесие смещается вправо



4. Химическое равновесие реакции  $4\text{FeS}_{2(\text{т})} + 11\text{O}_{2(\text{г})} = 8\text{SO}_{2(\text{г})} + 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{т})} + Q$  сместится вправо при

1) повышении давления

2): повышении концентрации  $\text{SO}_2$

3) дополнительном введении  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

4) дополнительном введении  $\text{FeS}_2$

5. В гомогенной системе  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{I}_{2(\text{г})} = 2\text{HI}_{(\text{г})}$  равновесные концентрации веществ (моль/л) составили:  $\text{HI} - 0,02$ ;  $\text{I}_2 - 0,05$ ;  $\text{H}_2 - 0,03$ . Исходная концентрация водорода (моль/л) равна

1) 0,04      2) 0,01      3) 0,02      4) 0,03      5) 0,05

6. В гомогенной системе  $4\text{HCl}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + 2\text{Cl}_2$  равновесные концентрации веществ (моль/л) составили:  $\text{HCl} - 0,85$ ;  $\text{O}_2 - 0,44$ ;  $\text{Cl}_2 - 0,3$ . Исходная концентрация кислорода (моль/л) равна

1) 0,59      2) 0,49      3) 0,69      4) 0,79      5) 0,89

7. При сжигании графита образовался оксид углерода (IV) массой 8,86 г. Тепловой эффект реакции  $\Delta H = -79,2$  кДж. Теплота образования  $\text{CO}_2$  # # #

1) -393,3 кДж/моль

2) -358,4 кДж/моль

3) -335,5 кДж/моль

4) -326,4 кДж/моль

8. Теплота, которая поглощается или выделяется при образовании химического соединения количеством вещества 1 моль из простых веществ при заданных условиях называется # # #

9. Смещение химического равновесия определяется принципом # # #

10. Минимальная избыточная энергия, которой должны обладать молекулы, чтобы реакция между ними стала возможной называется # # #

### **Тема «Растворы. Закон действия масс, гомогенные и гетерогенные процессы, и процессы гидролиза»**

#### **1. Вопросы для собеседования**

1. Какие вещества называют электролитами? Чем отличаются их водные растворы от растворов неэлектролитов?

2. Какие величины являются количественной характеристикой процесса электролитической диссоциации? Дайте их определения. Какую из них и почему называют постоянной величиной?

3. На какие группы условно делят электролиты по величине степени их диссоциации? Приведите примеры представителей этих групп.

4. Как и почему влияет на степень диссоциации слабого электролита введение в его раствор одноименного иона и разбавление раствора?

5. Почему константа электролитической диссоциации является более удобной характеристикой электролита по сравнению со степенью диссоциации?

6. Всегда ли нейтральность раствора соли указывает на отсутствие гидролиза? Объясните.

7. Для растворов каких солей pH имеет такое же значение, как для воды? Покажите это на примере NaCl и CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>.
8. Какие из солей не подвергаются гидролизу, и если подвергаются, то по какому типу: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>Se, BaS, RbNO<sub>3</sub>, ZnCl<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, KClO<sub>3</sub>, HCOOK, NaClO<sub>4</sub>, KBrO<sub>3</sub>?
9. Для какой соли pH раствора будет иметь большее значение: NaNO<sub>3</sub> или NaNO<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>COOK или CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>, KClO или KClO<sub>3</sub>?
10. Для каких солей гидролиз проходит ступенями? Чем определяется их число и как изменяется интенсивность гидролиза от первой ступени к последней?
11. Что называют константой гидролиза  $K_2$ . Зависит ли эта величина от: природы соли, концентрации раствора, температуры? Чем определяется большее или меньшее значение  $K_2$  для различных солей?
12. Как зависит степень диссоциации электролита от константы диссоциации и концентрации? Вывести соответствующую формулу.
13. Как изменится степень диссоциации 0,1М CH<sub>3</sub>COOH при добавлении к раствору кислоты: а) 0,1М CH<sub>3</sub>COONa; б) 0,1М HCl?
14. В каком из следующих растворов: а) 0,1М NaOH; 0,1М NH<sub>3</sub>; 0,1М C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N ; б) 0,1М HCl; 0,1М CH<sub>3</sub>COOH; 0,1 М HCOOH – значение pH будет наибольшим ?
15. В каком из следующих растворов: а) 0,1М HCOOH; 0,01М HCOOH; 0,001М HCOOH – значение pH будет наибольшим? Привести формулу для расчёта равновесной концентрации ионов водорода в растворе кислоты.
16. Какие растворы поддерживают постоянным заданное значение pH? Привести примеры.
17. Привести уравнение для расчёта буферной ёмкости. Чем она характеризуется?
18. Вывести формулу для расчёта pH: а) ацетатного буферного раствора; б) аммонийного буферного раствора.
19. Как изменится pH, если к 0,1 М раствору NH<sub>3</sub> добавить равный объём: а) 0,1М NaOH; б) 0,1 М CH<sub>3</sub>COOH; в) 0,1М NH<sub>4</sub>Cl?
20. Какую реакцию (кислую, нейтральную или щелочную) имеет раствор соли , образованной: а) сильным основанием и слабой кислотой; б) слабым основанием и сильной кислотой? Привести примеры.

## 2. Лабораторная работа 3

### Теория электролитической диссоциации и гидролиз

#### Опыт 1. Диссоциация солей.

а) Взять немного хлорида меди (II) и отметить цвет твердой соли. Одну часть соли растворить в ацетоне, а другую — в воде. Наблюдать окраску раствора в первом и во втором случаях. Дать объяснение.

б) Кристаллик хлорида меди (II) растворить в 2—3 каплях воды. Отметить окраску раствора. Добавить несколько миллилитров воды. Наблюдать изменение окраски раствора. Дать объяснение. Написать уравнение реакции диссоциации хлорида меди (II).

#### Опыт 2. Сравнение химической активности сильных и слабых электролитов.

а) В пробирку налить 5 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты, в другую — столько же 0,1 н. раствора уксусной кислоты. Опустить в каждую пробирку по одинаковому кусочку цинка. Какой газ выделяется в пробирках? Написать уравнения происходящих реакций. В какой кислоте процесс идет более энергично? Дать объяснение этому явлению, пользуясь данными о степени диссоциации соляной и уксусной кислот в их 0,1 н. растворах.

б) Налить в две пробирки раствор хлорида кальция. В одну пробирку добавить 2 н. раствор гидроксида натрия, а в другую — такой же объем 2 н. раствора аммиака (растворы не должны содержать карбонатов). Что наблюдается? Объяснить причину различного действия на хлорид кальция взятых оснований.

#### Опыт 3. Окраска индикаторов

а) Налить в три пробирки по 3 мл дистиллированной воды и прибавить по 2 капли раствора одного из индикаторов: лакмуса, метилового оранжевого и фенолфталеина. Отметить в таблице их цвет в нейтральной среде. В каждую пробирку прибавить раствор какой-нибудь кислоты. Наблюдать изменения окраски и записать их в соответствующие графы таблицы.

б) Прodelать то же самое, взяв вместо кислоты раствор какой-либо щелочи.

| Среда       | Цвет индикатора |                       |               |
|-------------|-----------------|-----------------------|---------------|
|             | Лакмуса         | Оранжевого метилового | Фенолфталеина |
| Нейтральная |                 |                       |               |
| Кислая      |                 |                       |               |
| Щелочная    |                 |                       |               |

Опыт 4. Химическое равновесие в растворах электролитов.

а) В три пробирки налить по несколько капель насыщенного раствора хлорида кобальта (II)  $\text{CoCl}_2$ , отметив предварительно окраску раствора. В первую пробирку внести несколько капель концентрированной  $\text{HCl}$ , во вторую — несколько кристаллов  $\text{CaCl}_2$  и в третью — спирт. Наблюдать изменение окраски раствора во всех случаях.

К раствору, находящемуся в первой пробирке, добавить несколько капель воды до изменения окраски раствора, затем снова добавить концентрированной  $\text{HCl}$ . Что наблюдается? Написать уравнение реакции диссоциации  $\text{CoCl}_2$ . Объяснить изменение окраски растворов во всех случаях, исходя из того, что гидратированный ион кобальта (II)  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  имеет розовую окраску, а молекулы  $\text{CoCl}_2$  — синюю.

б) Налить в пробирку 5 мл воды и две капли фенолфталеина. Внести в пробирку одну каплю концентрированного раствора аммиака. Как изменилась окраска фенолфталеина? Какова реакция среды раствора аммиака?

Написать уравнения реакций обратимых процессов, происходящих при растворении аммиака в воде. Разлить содержимое пробирки пополам и к одной части добавить щепотку хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Перемешать раствор стеклянной палочкой и сравнить окраску растворов в двух пробирках. Объяснить смещение равновесия процесса диссоциации при добавлении  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Написать выражение константы диссоциации гидроксида аммония.

Опыт 5. Ионные реакции в растворах электролитов

а) Прodelать качественную реакцию на хлорид-ионы, взяв для исследования разбавленный раствор соляной кислоты и растворы хлоридов различных металлов.

Качественной реакцией на хлорид-ионы является образование белого творожистого осадка хлорида серебра.

Каким сокращенным ионным уравнением можно выразить все прodelанные реакции?

б) Испытать действие раствора нитрата серебра на раствор хлората калия  $\text{KClO}_3$  и хлороформ  $\text{CHCl}_3$ . Что наблюдается? Дать объяснение.

Опыт 6. Определение pH раствора с помощью универсальной индикаторной бумаги.

Получить у преподавателя раствор, pH которого нужно определить.

Ознакомиться с инструкцией, которая помещена на обложке книжки с универсальной индикаторной бумагой.

Прodelать опыт согласно инструкции, сделать вывод о величине pH исследуемого раствора. Указать реакцию среды и вычислить концентрацию ионов водорода.

Опыт 7. Реакция среды растворов солей при гидролизе.

а) Из имеющихся в лаборатории реактивов подобрать растворы солей, образованных слабой кислотой и сильным основанием. Налить в одну пробирку раствор соли, образованной одноосновной кислотой, в другую — раствор соли, образованной многоосновной кислотой, и исследовать реакцию среды растворов, нанося каплю раствора на лакмусовую бумажку стеклянной палочкой. Написать молекулярные и ионные уравнения реакций гидролиза взятых солей. В каком случае гидролиз будет происходить ступенчато?

б) Написать уравнение реакции гидролиза сульфата меди (II) в молекулярной и ионной формах. Как действует его раствор на лакмус? Проверить правильность заключения опытом.

Какие ионы обусловили изменение цвета лакмуса? В результате какого процесса эти ионы появились?

в) Какую реакцию на лакмус должен показывать раствор хлорида натрия? Проверить правильность заключения опытом.

Результаты испытаний растворов солей на индикатор представить в виде таблицы:

| Формула | Окраска лакмуса | Реакция среды | Значение pH в растворе: pH7, pH<7, pH>7 |
|---------|-----------------|---------------|-----------------------------------------|
|         |                 |               |                                         |

Опыт 8. Исследование продуктов гидролиза.

Налить в пробирку немного раствора хлорида железа (III)  $\text{FeCl}_3$  и испытать его действие на лакмусовую бумажку. Написать уравнение реакции гидролиза  $\text{FeCl}_3$  по первой ступени.

В раствор  $\text{FeCl}_3$  ввести немного порошка магния. Наблюдать выделение пузырьков газа. Какой газ выделяется? Дать объяснение.

Опыт 9. Влияние температуры на степень гидролиза.

Смешать в пробирке по 3 мл растворов хлорида железа (III) и ацетата натрия. Можно ли обнаружить внешние признаки протекания химической реакции? Нагреть жидкость до кипения. Что наблюдается? Написать уравнения реакций образования ацетата железа (III) и его гидролиза.

Опыт 10. Влияние разбавления раствора на степень гидролиза.

Налить в пробирку 1 мл раствора хлорида сурьмы (III) и добавить в него по каплям дистиллированную воду до образования осадка. Написать уравнения реакций гидролиза, считая, что до разбавления гидролиз практически протекает по первой ступени. После разбавления усиливается вторая ступень гидролиза и образуется  $\text{SbOCl}$  (продукт разложения дигидроксохлорида сурьмы (III)  $\text{Sb}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ). Раствор с полученным осадком сохранить для следующего опыта.

Опыт 11. Обратимость гидролиза.

а) К раствору с осадком, полученным в опыте 9, прилить  $\text{HCl}$  до растворения осадка, затем снова добавить воду. Дать объяснение наблюдаемым явлениям. Как влияет изменение концентрации ионов водорода в данном случае на равновесие гидролиза?

б) Написать уравнение реакции гидролиза ацетата натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$  в молекулярной и ионной формах. Какова должна быть реакция среды? К раствору  $\text{CH}_3\text{COONa}$  добавить 2—3 капли фенолфталеина. Отметить интенсивность окраски. Половину полученного раствора отлить в другую пробирку и оставить для сравнения, а оставшийся раствор нагреть до кипения. Как меняется интенсивность окраски? Охладить раствор и сравнить его с контрольным образцом. Дать объяснение наблюдаемым явлениям.

Опыт 12. Полный гидролиз.

К раствору соли алюминия в пробирке прилить раствор карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Нагреть пробирку, отфильтровать образовавшийся осадок и промыть его на фильтре горячей водой для удаления избытка  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Доказать опытным путем, что полученный осадок является не солью угольной кислоты, а гидроксидом алюминия. Составить уравнения реакций образования карбоната алюминия и его гидролиза.

### 3. Тестовый контроль

#### Вариант № 1

1. Смешаны 100 г 20%-ного раствора и 50 г 32%-ного раствора некоторого вещества.

Концентрация полученного раствора

- 1) 24                      2) 12                      3) 36                      4) 48

2. Для получения 9%-ного раствора соляной кислоты надо растворить 67,2 л HCl в воде массой

- 1) 1,107 кг                      2) 0,505 кг                      3) 0,987 кг                      4) 1,227 кг

3. Уравнению  $3\text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4$  соответствует взаимодействие

- 1)  $\text{AgNO}_3$  с  $\text{Na}_3\text{PO}_4$                       2)  $\text{Ag}_2\text{O}$  с  $\text{H}_3\text{PO}_4$   
3)  $\text{AgNO}_3$  с  $\text{H}_3\text{PO}_4$                       4)  $\text{AgCl}$  с  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

4. Кислотность растворов солей с одинаковой молярной концентрацией увеличивается в ряду

- 1) нитрат калия, силикат калия  
2) бромид кальция, бромид алюминия  
3) хлорид калия, фторид калия  
4) хлорид лития, хлорид калия

5. Хлорид бария массой 41,6 г растворили в воде. В полученном растворе содержится 0,35 моль хлорид-ионов. Степень диссоциации хлорида бария

- 1) 87,5%                      2) 17,5%                      3) 57,1%                      4) 96%

6. Если концентрация раствора гидроксида аммония равна 0,1М и  $K_d = 1,76 \cdot 10^{-5}$ , то его степень ионизации ( $\alpha_{\text{ион}}$ ) составит

- 1)  $1,3 \cdot 10^{-2}$                       2)  $1,5 \cdot 10^{-2}$                       3)  $1,3 \cdot 10^{-3}$                       4)  $1,5 \cdot 10^{-3}$

7. Если концентрация ионов водорода  $[\text{H}^+]$  и ацетат-ионов  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  в 0,1М растворе уксусной кислоты равна 0,00132 моль/л, то ее константа ионизации

- 1)  $1,74 \cdot 10^{-5}$                       2)  $1,76 \cdot 10^{-4}$                       3)  $1,78 \cdot 10^{-4}$                       4)  $1,74 \cdot 10^{-4}$

8. Концентрацию ионов водорода в растворе при  $\text{pH} = 4,32$  равна

- 1)  $4,78 \cdot 10^{-4}$                       2)  $4,76 \cdot 10^{-5}$                       3)  $4,74 \cdot 10^{-5}$                       4)  $4,74 \cdot 10^{-5}$

9. Активная концентрация анионов  $\text{a}_{\text{он-}}$  в 0,01М раствора гидроксида калия KOH, учитывая ионную силу раствора равна

- 1)  $9 \cdot 10^{-3}$                       2)  $8 \cdot 10^{-3}$                       3)  $7 \cdot 10^{-3}$                       4)  $6 \cdot 10^{-3}$

10. Константа гидролиза, степень гидролиза и  $\text{pH}$  0,1М раствора соли  $\text{HCOONH}_4$  ( $K_d(\text{кис}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_d(\text{осн}) = 1,76 \cdot 10^{-5}$ )

- 1)  $3,16 \cdot 10^{-6}$ , 0,177 и 6,5                      2)  $4,76 \cdot 10^{-4}$ , 0,745 и 8,3  
3)  $2,74 \cdot 10^{-5}$ , 0,587 и 8,54                      4)  $5,75 \cdot 10^{-10}$ , 0,345 и 6,62

#### Вариант № 2

1. К 100 мл 96%-ной серной кислоты ( $\rho = 1,84 \text{ г/мл}$ ) прибавили 400мл воды, получился раствор плотностью 1,225 г/мл. Молярная концентрация раствора

- 1) 3,78 М                      2) 2,21 М                      3) 2,57 М                      4) 4,02 М

2. Из 400 г 20%-ного раствора при охлаждении выделилось 50 г растворенного вещества. Массовая доля вещества в оставшемся растворе

- 1) 8,6 %                      2) 6,3 %                      3) 7,4 %                      4) 9,5 %

3. Уравнению  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$  соответствует взаимодействие

- 1)  $\text{FeCl}_3$  с KOH                      2)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  с  $\text{Ba}(\text{OH})_2$   
3)  $\text{FeSO}_4$  с NaOH                      4)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  с HCl

4. Щелочность растворов солей с одинаковой молярной концентрацией увеличивается в ряду

- 1) карбонат натрия, иодид натрия                      2) сульфит калия, сульфид натрия

3) нитрит натрия, нитрат натрия

4) хлорид лития, хлорид аммония

5. Количество отрицательных ионов в 120 г 10% раствора аммония, если степень диссоциации соли равна 90%

1) 0,135 моль 2) 0,15 моль 3) 0,167 моль 4) 1,67 моль

6. Если концентрация азотистой кислоты  $\text{HNO}_2$  равна 0,12М и  $K_d = 6,9 \cdot 10^{-4}$ , то степень ее ионизации составит

1)  $7,6 \cdot 10^{-2}$  2)  $8,6 \cdot 10^{-2}$  3)  $8,6 \cdot 10^{-3}$  4)  $7,6 \cdot 10^{-3}$

7. Если концентрация раствора гидроксида аммония равна 0,1М и  $K_d = 1,76 \cdot 10^{-5}$ , то его степень ионизации ( $\alpha_{\text{ион}}$ ) составит

1)  $1,3 \cdot 10^{-2}$  2)  $1,5 \cdot 10^{-2}$  3)  $1,3 \cdot 10^{-3}$  4)  $1,5 \cdot 10^{-3}$

8. Концентрация ионов водорода  $[\text{H}^+]$  6%-ного раствора хлороводородной кислоты ( $\rho = 1,028$  г/мл) составляет

1) 1,69 2) 1,76 3) 1,78 4) 1,65

9. Активность хлорид-ионов в 0,1 М растворе хлорида натрия  $\text{NaCl}$  равна

1)  $7,58 \cdot 10^{-2}$  2)  $7,62 \cdot 10^{-2}$  3)  $7,68 \cdot 10^{-2}$  4)  $7,54 \cdot 10^{-2}$

10. Степень гидролиза и pH соли бромида аммония  $\text{NH}_4\text{Br}$  pH 0,01н раствора ( $K_d = 1,76 \cdot 10^{-5}$ )

1)  $2,38 \cdot 10^{-2}$  и 5,62 2)  $4,52 \cdot 10^{-2}$  и 8,34

3)  $5,68 \cdot 10^{-2}$  и 6,32 4)  $3,54 \cdot 10^{-12}$  и 4,35

#### 4. Контрольная работа 3

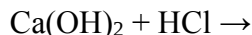
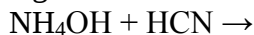
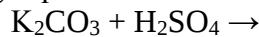
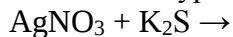
##### Вариант № 1

1. Как изменится скорость реакции  $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{г})}$ , если: а) увеличить давление в системе в 3 раза; б) уменьшить объем системы в 3 раза; в) повысить концентрацию  $\text{NO}$  в три раза?

2. Найти константу равновесия реакции  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ , если начальная концентрация  $\text{N}_2\text{O}_4$  составляла 0,08 моль/л, а к моменту наступления равновесия диссоциировало 50 %  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

3. Какой объем 0,2 н раствора щелочи потребуется для осаждения в виде гидроксида железа (III) всего железа, содержащегося в 100 мл 0,5 н раствора хлорида железа (III).

4. Написать уравнения реакций в молекулярном и ионном виде:



5. Написать гидролиз солей  $\text{AlCl}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ .

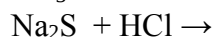
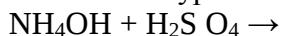
##### Вариант № 2

1. При 393 К реакция заканчивается за 18 минут. Через сколько времени эта реакция закончится при 453 К, если температурный коэффициент скорости реакции равен 3.

2. В начальный момент протекания реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  концентрации были равны (моль/л):  $c(\text{N}_2) = 1,5$ ;  $c(\text{H}_2) = 2,5$ ;  $c(\text{NH}_3) = 0$ . Каковы концентрации азота и водорода при концентрации аммиака 0,5 моль/л?

3. Какой объем 2 М раствора карбоната натрия надо взять для приготовления 1 л 0,25 н раствора?

4. Написать уравнения реакций в молекулярном и ионном виде:



5. Написать гидролиз солей  $\text{FeBr}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{HS})_2$ ,  $\text{KClO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{NaNO}_3$ .

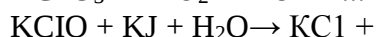
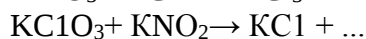
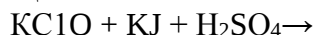
## Тема «Окислительно-восстановительные реакции. Электрохимические процессы»

### 1. Вопросы для собеседования

1. Что называют сопряженной окислительно-восстановительной парой и сколько их должно участвовать в окислительно-восстановительной реакции? Чему соответствует каждая из них?

3. Что называют окислительно-восстановительными коэффициентами? Какие методы существуют для их определения? Покажите сущность каждого и объясните, в каких случаях и почему один из них предпочтительнее другого.

4. Напишите уравнения полуреакций и ионно-молекулярные уравнения, которыми могут быть выражены процессы окисления и восстановления в водных растворах, идущих по следующим схемам:



5. Покажите влияние среды на протекание окислительно-восстановительных реакций на примере изменения окислительной емкости перманганат - иона.

### Направление окислительно-восстановительных реакций

1. Какие окислительно-восстановительные системы называют гетеро- и гомогенными? Что является причиной возникновения скачка потенциала в системах первого типа? Удастся ли экспериментально определить его абсолютное значение, относительное значение?

2. Чем должны отличаться друг от друга две окислительно-восстановительные системы для того, чтобы их можно было использовать при составлении гальванического элемента?

3. По какой формуле можно найти электродный потенциал металла при любых температуре и концентрации раствора его соли, если для него известно значение  $\varphi^\circ$ ? При каких условиях  $\varphi = \varphi^\circ$ ?

4. Какие изменения концентраций растворов солей на электроде-окислителе и электроде-восстановителе приводят к увеличению и уменьшению ЭДС?

### Электролиз.

1. Какие электрохимические процессы протекают на электродах при электролизе расплавов электролитов? Приведите примеры.

2. Из каких процессов складывается общая реакция электрохимического разложения вещества?

3. Чем отличается электролиз водных растворов электролитов от электролиза их расплавов? Какие ионы и молекулы, находящиеся в водных растворах солей могут восстанавливаться на катоде и окисляться на аноде? Напишите уравнения соответствующих реакций.

4. При каких условиях и из каких солей, возможно, получить с помощью электролиза одновременно щелочь и кислоту?

5. Дайте формулировку законов Фарадея и их математические выражения. Что называют числом Фарадея  $F$ ? Чему равна эта величина в кулонах и ампер·часах?

### 2. Лабораторная работа 4

#### Окислительно-восстановительные реакции.

**Опыт 1.** В раствор сульфата меди опустить на 2-5 мин. железный гвоздь, поверхность которого очищена наждачной бумагой. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

**Опыт 2.** К 2-3 мл раствора йодида калия прилить равный объем хлорной воды. Чем объяснить изменение окраски раствора. Напишите уравнение реакции. Какому веществу принадлежит в растворе желтая окраска?

**Опыт 3.** К 2-3 мл сероводородной воды прибавить по каплям бромную воду. Наблюдать помутнение и обесцвечивание раствора. Напишите уравнение реакции.

**Опыт 4.** К 2-3 каплям раствора йодида калия прилить 2 мл концентрированной серной кислоты. Что наблюдаете? Доказать наличие в растворе свободного йода. Напишите уравнение реакции.

**Опыт 5.** К 2 мл раствора сульфита натрия прилить равный объем разбавленной серной кислоты и 1 мл раствора перманганата калия. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

**Опыт 6.** Установите опытным путем, что нитрит натрия в кислой среде по отношению к бихромату калия является восстановителем. (Раствор следует подогреть.) Напишите уравнение реакции.

**Опыт 7.** В пробирку с медной стружкой прилить (под тягой) 2 мл концентрированной азотной кислоты. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

**Опыт 8.** В пробирку положить несколько кристалликов перманганата калия и облить их 1 мл концентрированной серной кислоты. Через некоторое время наблюдать образование в пробирке газа. Напишите уравнение реакции.

**Опыт 9.** К 1 мл раствора хромита натрия ( $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4]$ ) прилить равный объем щелочи и 3 мл бромной воды и кипятить. Как изменяется цвет раствора. Напишите уравнение реакции.

**Опыт 10.** К раствору хлорида марганца (II) прибавить раствор щелочи и затем бромной воды. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции (обмена и окисления-восстановления).

### 3. Тестовый контроль

#### Вариант № 1

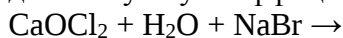
1. Реакция диспропорционирования

- 1)  $\text{HNO}_2 = \text{HNO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_4 + \text{KOH}$
- 3)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{KClO}_3 = \text{O}_2 + \text{KCl}$

2. Реакция внутримолекулярного окисления-восстановления

- 1)  $\text{AgNO}_3 = \text{Ag} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
- 2)  $\text{Ag}_2\text{O} = \text{O}_2 + \text{Ag}$
- 3)  $\text{K}_2\text{SO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}$
- 4)  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$

3. Определите сумму коэффициентов в уравнение реакции



- 1) 8
- 2) 7
- 3) 9
- 4) 10

4. Установить соответствие

- |                                                             |                                 |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1: продукты электролиза расплава $\text{CuCl}_2$            | A: Cu и $\text{Cl}_2$           |
| 2: продукты электролиза раствора $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ | B: Cu и $\text{O}_2$            |
| 3: продукты электролиза раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | B: $\text{H}_2$ и $\text{O}_2$  |
|                                                             | Г: Ca и $\text{O}_2$            |
|                                                             | Д: $\text{H}_2$ и $\text{Cl}_2$ |

5. В процессе электролиза раствора  $\text{NaCl}$ , при силе тока 5А за 85 мин на аноде выделяется продукт объемом # # # л (округлить до десятых)

6. Для окисления в кислой среде 0,05 л 0,2 М  $\text{NaNO}_2$  потребуется 0,25 н раствор  $\text{KMnO}_4$  объемом # # # л (округлить до сотых)

7. Исходя из реакции  $\text{SO}_2 + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ , где 1 л раствора содержится 10 г  $\text{HClO}_4$ , нормальность  $\text{HClO}_4$  равна # # # моль/л (округлить до десятых)

### Вариант № 2

1. Реакция внутримолекулярного окисления-восстановления

- 1)  $\text{KClO}_3 = \text{O}_2 + \text{KCl}$
- 2)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{HNO}_2 = \text{HNO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_4 + \text{KOH}$

2. Реакция диспропорционирования

- 1)  $\text{K}_2\text{SO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}$
- 2)  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$
- 3)  $\text{AgNO}_3 = \text{Ag} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
- 4)  $\text{Ag}_2\text{O} = \text{O}_2 + \text{Ag}$

3. Определите сумму коэффициентов в уравнение реакции



- 1) 17
- 2) 18
- 3) 19
- 4) 20

4. Установить соответствие

- |                                                                                 |                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1: $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ | A: $\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ |
| 2: $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$    | Б: $\text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$                                  |
| 3: $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$            | В: $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$                |
|                                                                                 | Г: $\text{MnSO}_4 + \text{KOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$            |

5. В процессе электролиза расплава  $\text{NaCl}$ , при силе тока 2А за 45 мин. на катоде выделяется продукт массой # # # г (округлить до сотых)

6. В процессе электролиза раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , при силе тока 2А за 2 ч на аноде выделяется продукт объемом # # # л (округлить до сотых)

7. Если дихромат-ион восстанавливается до хрома (III), то молярная концентрация эквивалента дихромата калия ( $\omega = 10\%$ ;  $\rho = 1,07$  г/мл) равна # # # моль/л. (округлить до сотых)

### Тема «Комплексные соединения. Комплексообразование в аналитической химии»

#### 1. Вопросы для собеседования

1. Какие соединения можно отнести к комплексным?
2. Пользуясь положениями координационной теории Вернера дайте определения следующим понятиям: а) комплексообразователь, б) лиганды, в) координационное число комплексообразователя, г) внутренняя и внешняя сфера комплекса.
3. Как определяются заряд комплексного иона и степень окисления комплексообразователя?
4. Какая связь между строением атомов элементов и их способностью к комплексообразованию? Приведите примеры типичных комплексообразователей.
5. Приведите примеры типичных лигандов. Какие лиганды называются монодентатными и какие полидентатными?
6. Какое влияние должно оказывать на значение координационного числа увеличение радиуса и заряда: а) комплексообразователя, б) лигандов? Каким соотношением двух сил, действующих между центральным атомом и лигандами и между самими лигандами, определяется координационное число?

7. Приведите примеры комплексных соединений:

- 1) с комплексным анионом,
- 2) с комплексным катионом,
- 3) являющихся неэлектролитами.

Дайте им название.

8. Дайте определение и приведите примеры основных типов комплексных соединений.

9. Укажите основные виды изомерии комплексных соединений. Приведите примеры.

10. Как с позиций метода валентных связей объяснить образование связей между комплексообразователем и лигандами? Какие орбитали центрального атома могут одновременно участвовать в образовании связей? Чем это определяется?

11. Какую геометрическую конфигурацию имеет комплексный ион при значении координационного числа комплексообразователя 2, 4, 6? Укажите соответствующие типы гибридизации орбиталей.

12. Какие комплексные соединения называются внешнеорбитальными и внутриорбитальными? Чем объясняется их различная прочность?

13. Какие комплексы называют высокоспиновыми и низкоспиновыми? Укажите параметры, которые являются для них общими и различными.

14. Чему равно координационное число и дентантность лиганда координационных соединений: а)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ ; б)  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ ; в)  $\text{Cu}^{2+}$  с аминокислотой; г)  $\text{Ni}^{2+}$  с диметилглиоксимом?

15. Написать выражения общей и ступенчатых констант устойчивости координационного соединения  $\text{ML}_n$ . Какую константу устойчивости называют термодинамической, концентрационной, условной? От каких факторов зависят эти константы?

16. Привести примеры использования координационных соединений в анализе для: открытия ионов, маскировки мешающих ионов, растворения осадков, изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств.

17. К раствору, содержащему ионы  $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ , добавили избыток  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Написать уравнение реакции и выражение для константы равновесия.

18. Как изменится равновесная концентрация  $\text{Fe}^{3+}$ , если к раствору  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  добавить  $\text{KF}$ ? Написать уравнение реакции и выражение для константы равновесия.

19. В чем растворится осадок  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ : в избытке  $\text{NH}_3$  или в избытке  $\text{NaOH}$ ? Написать уравнение реакции и выражение для константы равновесия.

20. Будет ли растворяться  $\text{Al}(\text{OH})_3$  в растворах  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_3$ ? Написать уравнение реакции и выражение для константы равновесия.

21. Почему  $\text{HgS}$  не растворяется в  $\text{HNO}_3$  (конц), в  $\text{HCl}$  (конц), но растворяется в «царской водке» ( $\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$ )? Написать уравнение реакции растворения.

22. Привести примеры использования в качественном анализе «маскирующих» лигандов.

## 2. Лабораторная работа 5.

### Комплексные соединения

Опыт 1. Образование и диссоциация соединений с комплексным катионом.

а) Налить в пробирку 1-2 мл раствора  $\text{AgNO}_3$  и добавить немного раствора  $\text{NaCl}$ . К образовавшемуся осадку приливать раствор аммиака до его растворения. Составить уравнения реакций, учитывая, что координационное число  $\text{Ag}^+$  равно двум. Объяснить происходящие изменения.

б) Налить в пробирку 1-2 мл раствора  $\text{CuCl}_2$  и прибавлять по каплям раствор аммиака до образования осадка  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , затем прилить избыток раствора аммиака до растворения осадка. Сравнить окраску ионов  $\text{Cu}^{2+}$  с окраской полученного раствора. Присутствие каких

ионов сообщает окраску раствору? Написать уравнение реакции получения комплексного основания и его координационную формулу, учитывая, что координационное число  $\text{Cu}^{2+}$  равно четырем. Какое основание является более сильным: гидроксид меди (II) или соответствующее комплексное основание? Почему?

Полученный раствор сохранить для опыта 4.

Опыт 2. Образование и диссоциация соединений с комплексным анионом.

а) К 1-2 мл раствора нитрата ртути (II) (сильный яд!) добавлять по каплям разбавленный раствор KI до образования осадка  $\text{HgI}_2$ . Затем прилить избыток раствора KI до растворения осадка. Написать уравнения реакций и координационную формулу полученного комплексного соединения, учитывая, что, координационное число  $\text{Hg}^{2+}$  равно четырем.

б) В пробирку с 2-3 мл раствора  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  добавлять по каплям 0,5 н. раствор KI до выпадения осадка  $\text{BiI}_3$ . Затем добавить еще несколько капель раствора KI до растворения выпавшего осадка. Каков цвет полученного раствора? Может ли эта окраска обуславливаться присутствием ионов  $\text{K}^+$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ? Написать уравнение реакций образования и диссоциации комплексного соединения и его координационную формулу, учитывая, что координационное число  $\text{Bi}^{3+}$  равно четырем.

Опыт 3. Различие между простыми и комплексными ионами железа (III).

а) К 1—2 мл раствора  $\text{FeCl}_3$  прилить немного раствора KSCN. Написать уравнение реакции. Эта реакция характерна для иона  $\text{Fe}^{3+}$  и применяется для его обнаружения.

б) Доказать, обнаруживается ли ион  $\text{Fe}^{3+}$  в растворе  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , проделав характерную реакцию, как в опыте 3, а.

в) Налить в одну пробирку немного раствора  $\text{FeCl}_3$ , а в другую —  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и добавить в каждую из них одинаковое количество раствора  $\text{FeSO}_4$ . Объяснить отсутствие изменений в первой пробирке и образование во второй осадка так называемой турнбулевой сини  $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ . Написать уравнение реакции в молекулярной и ионной формах.

Реакция образования турнбулевой сини является характерной для комплексного иона  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ .

Опыт 4. Прочность и разрушение комплексных ионов.

а) Получить в пробирке  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , как это было сделано в опыте 1. Полученный раствор разлить в четыре пробирки и использовать в опытах 4б, 4в и 4д.

б) Налить в пробирку 1-2 мл раствора  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , полученного в опыте 4а, и добавить туда кусочек цинка. Что наблюдается? Записать уравнение реакции образования комплексного аммиаката цинка, учитывая, что координационное число  $\text{Zn}^{2+}$  равно четырем.

Объяснить, пользуясь таблицей констант нестойкости комплексных ионов, причину вытеснения цинком серебра из его комплексного иона.

в) Налить в две пробирки одинаковое количество раствора  $\text{AgNO}_3$ . В одну из них добавить раствор NaOH, в другую KI. Записать наблюдения.

Эти реакции характерны для иона  $\text{Ag}^+$  и могут быть использованы для его обнаружения. Составить уравнения реакций.

Раствор  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , полученный в опыте 4а, налить по 1 мл в две пробирки. В одну пробирку прилить раствор NaOH, а в другую – раствор KI. Что происходит? Написать уравнение диссоциации комплексного иона  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  и выражение константы нестойкости его. Дать объяснение наблюдаемым явлениям, пользуясь уравнением диссоциации комплексного иона и правилом произведения растворимости.

г) Получить в пробирке осадок  $\text{AgCl}$ . Затем добавлять 1 н. раствор  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  до полного растворения осадка. Написать уравнение реакции образования  $\text{Na}_2[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ .

К полученному раствору комплексного соединения добавить раствор KI. Сравнить результаты с полученными в опыте 4в. Написать выражения для констант нестойкости аммиачного и тиосульфатного комплексов и решить по результатам опытов 4в и 4г, какая константа имеет большее значение. Проверить вывод по табличным данным.

д) Налить в пробирку 1-2 мл раствора  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , полученного в опыте 4а, и добавлять разбавленную  $\text{HNO}_3$  до выпадения осадка  $\text{AgCl}$ . Объяснить наблюдаемые явления,

исходя из того, что константы нестойкости ионов  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  и  $\text{NH}_4^+$  соответственно равны  $6,8 \cdot 10^{-8}$  и  $6,0 \cdot 10^{-10}$ .

е) Налить в две пробирки одинаковые количества раствора  $\text{CuCl}_2$ . В одну из них добавить раствор  $\text{NaOH}$ , в другую –  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ . Отметить цвет образующихся осадков. Эти реакции можно использовать для открытия иона  $\text{Cu}^{2+}$ . Составить уравнения реакций.

Раствор  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ , полученный в опыте 1, разделить поровну в две пробирки. В одну прилить раствор  $\text{NaOH}$ , а в другую — раствор  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ . Что наблюдается? Написать уравнения происходящих реакций.

Дать объяснение наблюдаемым явлениям, исходя из данных о величинах произведений растворимости  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и  $\text{CuS}$  и константы нестойкости иона  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .

Опыт 5. Диссоциация двойной соли.

Доказать наличие ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  в растворе железоаммонийных квасцов  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ , проделав для них характерные реакции с помощью растворов щелочи,  $\text{KSCN}$  и  $\text{BaCl}_2$ .

Написать ионные уравнения реакций. Составить уравнение электролитической диссоциации железоаммонийных квасцов.

В чем состоит сходство и отличие между двойными солями и другими комплексными соединениями?

Опыт 6. Влияние концентрации раствора на комплексообразование

К нескольким каплям раствора  $\text{CoCl}_2$  в пробирке прилить концентрированный раствор  $\text{KSCN}$ . Наблюдать изменение цвета раствора вследствие образования комплексной соли  $\text{K}_2[\text{Co}(\text{SCN})_4]$ . Разбавить полученный раствор водой. Объяснить изменение его цвета. Написать уравнения реакций.

Какое влияние оказывает концентрация раствора на комплексообразование?

Опыт 7. Гидратная изомерия аквокомплексов

Несколько фиолетовых кристалликов  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  растворить в воде. Наблюдать окраску раствора. Нагреть раствор до изменения окраски. Дать объяснение.

### 3. Тестовый контроль

#### Вариант № 1

1. Парамагнитный низкоспиновый внутриорбитальный

- |                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 1) $[\text{Mn}(\text{NO}_2)_6]^{4-}$ | 2) $[\text{CoBr}_6]^{3-}$ |
| 3) $[\text{Fe}(\text{CO})_4]^{2+}$   | 4) $[\text{VCl}_6]^{4-}$  |

2. Установить соответствие между названием и формулой комплексной соли

- |                                                           |
|-----------------------------------------------------------|
| 1: $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$                            |
| 2: $[\text{PtCl}_3(\text{NH}_3)_3]\text{Br}$              |
| 3: $[\text{CoF}_3(\text{H}_2\text{O})_3]$                 |
| 4: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ |
| А: тетрахлороплатинат (II) калия                          |
| Б: бромид триамминитринитрохлороплатины (IV)              |
| В: триакватрифторокобальт                                 |
| Г: гексанитрокобальтат (III) гексаамминкобальта (III)     |
| Д: дихлоротетраамминникеля                                |
| Е: гексацианоферрат(II) калия                             |

3. Установить соответствие между формулой соединения и координационным числом

- |                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| 1 $[\text{FeF}_x]^{-(x-2)}$                   | А: 6 |
| 2: $[\text{Pt}(\text{N}_2\text{H}_4)_x]^{2+}$ | Б: 4 |
| 3: $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_x]^{2+}$          | В: 5 |
|                                               | Г: 7 |
|                                               | Д: 3 |

4. Если раствор содержит 0,05 моль/л  $K_2[Ag(CN)_3]$  и 0,05 моль KCN,  $K_n = 1 \cdot 10^{-21}$ , то концентрация ионов серебра в моль/л # # #

5. Если при действии раствора серной кислоты весь барий из раствора  $Ba(CN)_2 \cdot Cu(CNS)_2$  осаждается в виде сульфата бария, то координационная формула соли # # #

#### Вариант № 2

1. Парамагнитный высокоспиновый внутриорбитальный

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| 1) $[VCl_6]^{4-}$  | 2) $[Fe(CO)_4]^{2+}$   |
| 3) $[NiCl_4]^{2-}$ | 4) $[Pd(NH_3)_6]^{2+}$ |

2. Установить соответствие между названием и формулой комплексной соли

- |                       |                                 |
|-----------------------|---------------------------------|
| 1: $K_3[Fe(CN)_6]$    | А: гексацианоферрат(III) калия  |
| 2: $[Ni(NH_3)_4]Cl_2$ | Б: хлорид тетраамминникеля(II)  |
| 3: $K_2[SiF_6]$       | В: гексафторосиликат (IV) калия |
| 4: $[Ni(CO)_4]$       | Г: тетракарбонилникель          |
|                       | Д: дихлоротетраамминникеля      |
|                       | Е: гексацианоферрат(II) калия   |

3. Установить соответствие между формулой соединения и координационным числом

- |                          |      |
|--------------------------|------|
| 1: $[Ni(CO)_x]^0$        | А: 4 |
| 2: $[Co(CN)_x]^{-(x-3)}$ | Б: 6 |
| 3: $[Fe(CO)_x]^0$        | В: 5 |
|                          | Г: 7 |
|                          | Д: 3 |

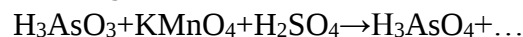
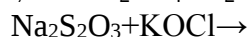
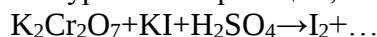
4. Если раствор содержит 0,02 моль/л  $Cd(NO_3)_2$  и 1 моль  $NH_3$ ,  $K_n = 2,75 \cdot 10^{-7}$ , то концентрация ионов кадмия в моль/л # # #

5. Если для осаждения хлора из раствора на 1 моль  $PtCl_4 \cdot 3NH_3$  ( $K_{P_t} = 6$ ) требуется 1 моль нитрата серебра, то координационная формула соединения # # #

#### 4. Контрольная работа 4.

##### Вариант № 1

1. Напишите уравнения реакций, и подобрать коэффициенты электронно-ионным методом:



2. Назвать комплексные соединения:  $Na_3[V(CNS)_6]$ ,  $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$ ,  $[Cu(CNS)_2(NH_3)_2]$  (1 любой комплексный ион расписать по МБС).

3. Написать формулы: а) дицианоаргентат(I) калия; б) хлорид тетраамминоксоосмий(IV).

4. В каком растворе больше концентрация ионов  $Cd^{2+}$  в 0,1М  $[Cd(NH_3)_4]Cl_2$  или в 0,1М  $K_2[Cd(CN)_4]$ ? Во сколько раз?

5. Образуется ли осадок сульфида кадмия, если к 0,1М раствору соли  $[Cd(NH_3)_4]Cl_2$  добавили равный объем 0,1М раствора сульфида натрия?

##### Вариант № 2

1. Напишите уравнения реакций, и подобрать коэффициенты электронно-ионным методом:



2. Назвать комплексные соединения:  $Na[Co(NH_3)_2(CNS)_2(C_2O_4)]$ ,  $[Pt(NH_3)_4(OH)_2]SO_4$ ,  $K_4[CrF_6]$  (1 любой комплексный ион расписать по МБС).

3. Написать формулы: а) аквапентахлорорутенат(III) натрия; б) гексаамминхром(III) гексанитрокобальтат(III).
4. Вычислить концентрацию ионов  $\text{Hg}^{2+}$  в 0,1М растворе  $\text{K}_2[\text{HgCl}_4]$ .
5. Рассчитайте, образуется ли осадок  $\text{FeS}$ , если к 0,2М раствору  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  добавить равный объем 0,02 М раствора  $\text{Na}_2\text{S}$ .

## **Тема «Общая характеристика неметаллов (галогены, халькогены, элементы V группы главной подгруппы)»**

### **1. Вопросы для собеседования**

1. Рассмотрите зависимость атомного радиуса, энергии ионизации и сродства к электрону атомов элементов VIIA, VIA или VA группы от их атомного номера.
2. Каковы степени окисления атомов этих элементов, и какая степень окисления наиболее устойчива для каждого из них?
3. В виде каких соединений они находятся в природе?
4. На чем основан общий принцип получения неметаллов в технике и в лаборатории? Приведите примеры реакций получения простых веществ элементов неметаллов.
5. Используя теорию МВС, объясните, как образуются связи в молекулах простых веществ. Как изменяется структура простых веществ?
6. Как изменяется агрегатное состояние неметаллов? Почему?
7. Как изменяется окислительно-восстановительная активность в ряду неметаллов?
8. Водородные соединения неметаллов. Их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.
9. Оксиды неметаллов. Способы получения. Свойства.
10. Гидроксиды неметаллов. Способы получения. Свойства.

### **2. Лабораторная работа 6.**

#### **Хлор и хлороводород**

##### Получение хлора.

а) В три пробирки насыпать небольшое количество следующих веществ: в первую - оксид марганца (IV), во вторую - дихромат калия, в третью - перманганата калия. В каждую пробирку прилить по 1мл  $\text{HCl}$  (конц). Содержимое первой и второй пробирок слегка подогреть. Наблюдать происходящие процессы. Определить выделяющийся газ по цвету (на фоне белой бумаги) и запаху (соблюдать осторожность!).

Написать уравнения реакций получения хлора, составить схемы перехода электронов в этих реакциях. Чем являются в проведенных реакциях  $\text{MO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{KMnO}_4$ ?

#### **Бром, иод и их соединения.**

##### Получение брома и иода. (работу проводить в вытяжном шкафу)

а) Смешать немного кристаллов  $\text{KBr}$  с небольшим количеством порошка  $\text{MnO}_2$ , всыпать в пробирку, прилить несколько капель концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и слабо подогреть. Отметить цвет и запах (*осторожно!*) выделяющихся паров брома. Написать уравнение реакции.

б) Прodelать аналогичный опыт с  $\text{KI}$ . Какое вещество выделяется в виде паров? Каков их цвет и запах? Написать уравнение реакции.

в) К раствору  $\text{KBr}$  приливать по каплям свежеприготовленную хлорную воду. Наличием какого вещества обусловлена окраска раствора? Добавить к раствору 1мл бензола. Энергично встряхнуть содержимое пробирки. Отметить цвет раствора и слоя бензола.

Сделать вывод о растворимости бензола в воде и в органическом растворителе. Написать уравнение реакции взаимодействия КВг с хлорной водой.

Свойства иода (опыт д проводить в вытяжном шкафу)

а) Поместить в сухую пробирку кристаллик йода. Дно пробирки слегка нагреть в пламени горелки. Затем охладить на воздухе. Наблюдать за изменением цвета и агрегатного состояния возгоняющегося йода при охлаждении.

б) Положить в пробирку несколько кристалликов йода, прилить к ним 5- 10мл воды и сильно взболтать. Отметить цвет жидкости. Хорошо ли растворяется йод в воде? К водному раствору с не растворившимися кристалликами йода добавить несколько капель KI. Записать наблюдения.

в) Испытать растворимость йода в этиловом спирте, для этого 1 кристаллик йода опустить в 1-2мл спирта, налитого в пробирку. Отметить цвет раствора.

г) К 2-3мл сероводородной воды добавлять при взбалтывании равный объем водного раствора йода. Отметить признаки химической реакции

взаимодействия между йодом и сероводородной водой. Написать уравнения реакции.

д) В фарфоровой чашке или на асбестовой сетке перемешать немного порошка алюминия или цинковой пыли с мелко растертым йодом. Смочить смесь несколькими каплями воды. Что происходит? Написать уравнение реакции, имея в виду, что вода играет роль катализатора. На основании проведенных опытов сделать вывод о свойствах йода.

Водородные соединения брома и иода (работу проводить в вытяжном шкафу!)

а) Поместить в сухую пробирку 0,5г КВг и прилить немного 70%-ного раствора  $H_2SO_4$ , осторожно подогреть. Что наблюдается? Чем загрязнен бромоводород, полученный этим способом? Написать уравнения реакций.

б) В пробирку поместить немного KI, добавить к нему (60%-ной)  $H_3PO_4$  и слабо подогреть. Какой выделяется газ? Написать уравнение реакции.

Восстановительные свойства галогеноводородов

В три сухие пробирки положить по 1 г измельченных KCl, КВг и KI и прилить в каждую пробирку по одинаковому объему концентрированной  $H_2SO_4$ . Наблюдать появление белых паров в первый момент во всех трех пробирках. Каков состав выделяющихся веществ? Следить за дальнейшими изменениями веществ в пробирках. Объяснить происходящие явления. Сравнить восстановительные свойства НВг и HI. Написать уравнения реакций окисления НВг и HI концентрированной серной кислотой. Расположить галогеноводороды в порядке возрастания их восстановительной активности.

**Сера. Сероводород. Сульфиды.**

Получение пластической серы

Пробирку наполнить до половины ее объема кусочками черенковой серы, укрепить в держателе и очень осторожно нагревать, все время встряхивая. Сера начинает плавиться, образуя желтую, легкоподвижную жидкость. Продолжать медленно нагревать расплавленную серу, наблюдая последующее изменение ее цвета и вязкости. Объяснить наблюдаемые явления. Довести серу до кипения и вылить тонкой струей в кристаллизатор с холодной водой. Если сера при этом загорится, закрыть отверстие пробирки куском асбеста или асбестированной сеткой. Вынуть полученную массу из воды и убедиться в ее эластичности. Сохранить образовавшуюся пластическую серу до конца занятий, чтобы проследить переход аморфной модификации в кристаллическую. Какая модификация серы является наиболее устойчивой при комнатной температуре? Объяснить свойства полученного вещества и происходящие с ним изменения.

Взаимодействие серы с металлами (работу проводить в вытяжном шкафу)

а) Взаимодействие серы с железом. Приготовить 3,5 г смеси, содержащей эквивалентные количества серы и железа. Для опыта следует взять порошок восстановленного железа и серы. Рассчитанные количества железа и серы взвесить на теххимических весах, тщательно перемешать стеклянной палочкой. Всыпать полученную

смесь в пробирку, укрепить ее вертикально в штативе. Нагреть слегка всю смесь, а затем сильно греть в одном месте у дна пробирки. Как только смесь раскалится, горелку отставить.

Наблюдать за протеканием реакции. Какое вещество образовалось в результате реакции? Отметить его окраску. Написать уравнение реакции.

Какие химические свойства проявляет сера при взаимодействии с металлами?

Восстановительные свойства сероводорода (на примере  $\text{Na}_2\text{S}$ )

Поддействовать раствором  $\text{Na}_2\text{S}$  на подкисленные растворы перманганата калия, дихромата калия, и на бромную воду. Какие внешние признаки протекания химических реакций вы наблюдаете? Составить уравнение реакций. Указать переход электронов. Подобрать коэффициенты.

Получение и свойства сульфидов металлов

а) Получить осадки сульфидов цинка, марганца, кадмия, свинца, меди, используя в качестве осадителя сульфид натрия. Отметить цвет образующихся осадков. Написать уравнения реакций в молекулярной и ионной формах. Взяв небольшие количества осадков, подействовать на них соляной кислотой. Отметить, какие осадки растворились. Дать объяснение наблюдаемым явлениям, пользуясь значениями произведения растворимости этих сульфидов.

Гидролиз сульфидов

а) Несколько кристаллов сульфида натрия растворить в воде. Исследовать характер среды раствора. Объяснить происходящее изменение окраски индикатора. Написать уравнения реакций гидролиза в молекулярной и ионной формах.

б) К раствору соли алюминия прилить раствор сульфида натрия. Нагреть пробирку, отфильтровать образовавшийся осадок и промыть его горячей водой. Доказать экспериментально, что образовавшийся осадок является гидроксидом алюминия. Написать уравнение реакции в молекулярной и ионной формах.

### **Кислородные соединения серы**

Свойства серной кислоты

(Опыт а проводить в вытяжном шкафу)

а) *Взаимодействие концентрированной серной кислоты с неметаллами.* В фарфоровых чашках при осторожном нагревании провести реакции между концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и неметаллами: в одной — с серой, в другой — с углем. Установить (по запаху), какой газ выделяется (*осторожно*). Написать уравнения реакций.

Какие свойства проявляет конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в этих реакциях?

б) *Действие разб.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  на металлы.* Получить у преподавателя образцы металлов (медь, цинк, железо, алюминий и т. п.). Исходя из положения этих металлов в электрохимическом ряду напряжений металлов, сделать предположительный вывод о возможности протекания реакций между этими металлами и разбавленной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Доказать опытным путем, все ли взятые металлы взаимодействуют с разб. (2 н.)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Отметить различие в скорости протекания реакций и дать объяснения, используя данные таблицы нормальных электродных потенциалов.

Доказать опытным путем, какой газ выделяется в результате реакций. Написать уравнения реакций в молекулярной и ионной формах. Какой ион является в этих реакциях окислителем?

## **3. Тестовый контроль**

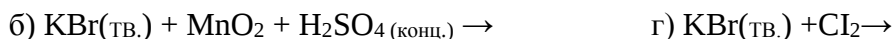
### **Вариант № 1**

1. Для поглощения хлора можно использовать:

- |                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| а) $\text{NaOH}$           | в) $\text{NaCl}$ |
| б) $\text{H}_2\text{SO}_4$ | г) $\text{HCl}$  |

2. Обычно для получения брома в лаборатории используют реакции:

- |                                                                         |                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| а) $\text{KBr(тв.)} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow$ | в) $\text{KBr(тв.)} + \text{HBrO}_3 (\text{р-р}) \rightarrow$ |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|



3. В свежеприготовленной хлорной воде содержатся соединения хлора:

- а)  $\text{HCl}$  б)  $\text{HClO}_4$   
в)  $\text{HClO}$  г)  $\text{HClO}_3$

4. Кислотные свойства в ряду  $\text{HClO}_4 - \text{HBrO}_4 - \text{H}_5\text{IO}_6$  # # #

5. Конфигурация валентных электронов в атоме селена в основном состоянии:

- а)  $3s^2 3p^4$  б)  $4s^2 4p^4$   
в)  $5s^2 5p^4$  г)  $4s^1 4p^3 4d^2$

6. Установите соответствие между рядами веществ и изменением свойств в них

- 1)  $\text{HClO} - \text{HClO}_2 - \text{HBrO}_3 - \text{HClO}_3 - \text{HBrO}_4 - \text{HClO}_4$   
2)  $\text{HClO}_4 - \text{HBrO}_4 - \text{H}_5\text{IO}_6$   
3)  $\text{HClO} - \text{NaClO} - \text{NaClO}_3 - \text{NaClO}_4$   
4)  $\text{KClO}_4 - \text{HClO}_4 - \text{HClO}_3 - \text{HClO} - \text{HClO}_2$

- А) уменьшение кислотных свойств  
Б) увеличение окислительной активности  
В) увеличение кислотных свойств  
Г) увеличение устойчивости

7. Сульфид алюминия получается в результате реакций:

- а)  $\text{AlCl}_{3(\text{тв.})} + \text{H}_2\text{S}_{(\text{газ})} \rightarrow$  б)  $\text{Al} + \text{S}_{(\text{т})} \rightarrow$   
в)  $\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  г)  $\text{AlCl}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

8. Восстановительные свойства в ряду  $\text{H}_3\text{PO}_2 - \text{H}_3\text{PO}_3 - \text{H}_3\text{PO}_4$

- а) увеличиваются  
б) сначала увеличиваются, затем уменьшаются  
в) сначала уменьшаются, затем увеличиваются  
г) уменьшаются

9. Простое вещество азот существует в виде двухатомной молекулы, так как атомы азота способны образовывать между собой очень прочные # # #

10. Сумма коэффициентов в уравнении реакции  $\text{Se} + \text{NaOH}_{(\text{конц.})} \rightarrow$  равна # # #

### Вариант № 2

1. Для смещения равновесия реакции  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$  влево следует добавить к хлорной воде:

- а)  $\text{NaCl}$  б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
в)  $\text{NaOH}$  г)  $\text{AgNO}_3$

2. Наиболее сильной кислотой является водный раствор:

- а) фтороводорода б) бромоводорода  
в) хлороводорода г) иодоводорода

3. Из перечисленных хлоридов нерастворимыми в воде являются

- а)  $\text{AgCl}$  б)  $\text{BaCl}_2$  в)  $\text{RbCl}$  г)  $\text{HgCl}_2$  д)  $\text{AlCl}_3$  е)  $\text{PbCl}_2$

4. Самой сильной из кислородсодержащих кислот галогенов является # # #

а)  $3s^2 3p^4$                       в)  $4s^2 4p^4$   
б)  $5s^2 5p^4$                       г)  $4s^1 4p^3 4d^2$

Д) амфотерное соединение

$$\text{г) } \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow$$

ПОТОМУ ЧТО # # #

B)  $\text{H}_2\text{O}_2$ 

6)  $\text{NaHCO}_3$ .

9. Сравнение физических и химических свойств простых веществ.
10. Соединения металлов побочных подгрупп. Оксиды. Способы получения. Зависимость кислотно-основных свойств от степени окисления элемента.
11. Гидроксиды металлов побочных подгрупп. Способы получения. Свойства.
12. Соли и комплексные соединения металлов побочных подгрупп.

## 2. Лабораторная работа 7

### Щелочные металлы и их соединения

Взаимодействие лития и натрия с кислородом воздуха (Работу проводить за стеклом вытяжного шкафа)

а) В укрепленную на деревянной ручке маленькую железную ложку положить кусочек металлического лития и внести ложку в пламя газовой горелки. Наблюдать плавление металла, а затем через некоторое время его сгорание. Отметить цвет пламени. Написать уравнение реакции, отметить название и цвет продукта реакции. Растворить полученное соединение в небольшом количестве воды и испытать раствор индикатором. Сделать вывод о химическом характере полученного соединения. Написать уравнение реакции.

б) Вынуть пинцетом из банки с керосином кусок металлического натрия, положить на фильтровальную бумагу и отрезать от него ножом кусочек величиной с горошину. Хорошо осушить поверхности фильтровальной бумагой кусочек натрия и поместить в фарфоровый тигель. Поместить тигель в треугольнике на кольце штатива и осторожно нагревать небольшим пламенем горелки до воспламенения натрия, после чего отставить горелку. Какое соединение получилось в результате реакции? Отметить его цвет. Написать его структурную формулу.

Доказать образование пероксид-иона, для чего добавить в тигель по несколько капель раствора KI и 2н. раствора  $H_2SO_4$  одну-две капли крахмального клейстера. Наблюдать изменение окраски. О чем оно свидетельствует? Написать уравнения происходящих реакций.

Взаимодействие щелочных металлов с водой (Работу проводить за стеклом вытяжного шкафа)

Взять три фарфоровые чашки с водой. Отрезать по маленькому кусочку лития, натрия и калия и, обсушив их фильтровальной бумагой, бросить каждый в отдельную чашку с водой. Наблюдать за ходом реакции через стекло вытяжного шкафа. Защита стеклом необходима ввиду разбрызгивания раствора, происходящего в конце реакции. Отметить, какой из металлов наиболее активно взаимодействует с водой. Какой газ выделяется? Испытать индикатором полученные растворы. Написать уравнения реакций.

#### Гидролиз солей щелочных металлов

В четыре пробирки положить порознь по несколько кристалликов  $KNO_3$ ,  $Na_2S$ ,  $KCl$  и  $K_2CO_3$ . Прилить по 2—3 мл дистиллированной воды.

Какие соли должны подвергаться гидролизу? Доказать это опытным путем.

Написать уравнения реакций гидролиза в молекулярной ионной формах.

#### Окрашивание пламени солями щелочных металлов

Очищенную путем промывания в  $HCl$  и прокаливания платиновую или нихромовую проволоку внести в раствор какой соли калия, а затем в несветящееся пламя газовой горелки. Наблюдать окрашивание пламени. Записать цвет пламени. То же проделать с солями лития и натрия.

Проволоку после каждой соли промывать  $HCl$  и прокалывать до полного исчезновения окрашивания пламени.

### Бериллий и магний, щелочноземельные металлы и их соединения

#### Восстановительные свойства металлического магния

а) *Взаимодействие магния с водой.* Кусочек ленты магния, очищенный наждачной бумагой, опустить в пробирку с дистиллированной водой. Можно ли обнаружить внешние признаки протекания химической реакции на холоду? Закрепить пробирку в штативе и нагреть небольшим пламенем горелки. Что наблюдается? После остывания пробирки испытать полученный раствор индикатором.

Написать уравнение реакции и отметить, при каких условиях она протекает.

б) *Взаимодействие магния с кислотами.* Ознакомиться по таблице с величиной

нормального электродного потенциала магния и сделать вывод о возможности его взаимодействия с разбавленными растворами  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Проверить сделанные предположения опытным путем. Написать уравнения реакций.

#### Получение и свойства оксида и гидроксида магния

а) *Получение и свойства оксида магния.* Сжечь кусочек ленты магния над асбестовой сеткой и собрать продукты горения. Каков цвет полученного соединения? Внести порошок оксида магния в пробирку с дистиллированной водой, тщательно размешать стеклянной палочкой и добавить к раствору несколько капель раствора фенолфталеина. Что наблюдается? Написать уравнения реакций.

б) *Получение гидроксида магния.* Налить в две пробирки понемногу раствора какой-нибудь соли магния. Затем одну пробирку добавить раствор гидроксида натрия, в другую — раствор аммиака. Отметить цвет и характер образующихся осадков. Обратит внимание на количество осадков. Написать уравнения реакций в молекулярной и ионной формах. Дать объяснение, почему количество осадка неодинаково в обеих пробирках. Отметить, концентрация какого иона увеличивается в растворе. Как накопление этого иона влияет на концентрацию иона  $\text{OH}^-$  в растворе аммиака? Пробирку с осадком сохранить для следующего опыта.

в) *Свойства гидроксида магния.* В пробирку осадком гидроксида магния, полученным в опыте б), прилить раствор хлорида аммония. Что наблюдается? Написать уравнение реакции в молекулярной и ионной формах и объяснить причину растворения осадка. Можно ли растворить осадок гидроксида магния добавлением раствора хлорида натрия?

Получить осадок гидроксида магния. Разделить его на две пробирки.

Испытать отношение осадка к раствору  $\text{HCl}$  и к избытку раствора  $\text{NaOH}$ . Сделать вывод о химическом характере гидроксида магния. Написать уравнение реакции.

#### Взаимодействие кальция с водой.

В пробирку на  $\frac{1}{3}$  ее объема налить дистиллированную воду и опустить маленький кусочек кальция. Какой газ выделяется? Почему происходит помутнение раствора? Внести в раствор 1—2 капли раствора фенолфталеина. Что наблюдается? Написать уравнение реакции. Будет ли аналогичная реакция протекать со стронцием и барием?

#### Получение гидроксидов щелочноземельных металлов

а) К одинаковому количеству растворов  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$  и  $\text{BaCl}_2$ , взятых в отдельных пробирках, прилить разбавленный раствор  $\text{NaOH}$ , не содержащий примеси карбоната. Обратит внимание на количество выпавшего осадка в каждой пробирке. Написать уравнения реакций.

#### Получение и свойства солей щелочноземельных металлов

а) *Получение и свойства карбонатов щелочноземельных металлов.* Получить в отдельных пробирках карбонаты кальция, стронция и бария из растворов соответствующих солей. Каков вид и цвет осадков? Нагреть содержимое пробирок. Обратит внимание на изменение вида осадков. Прилить во все пробирки разбавленный раствор  $\text{HCl}$ . Что происходит? Написать уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

б) *Термическая диссоциация карбоната кальция.* Получить  $\text{CaCO}_3$ . Осадок отфильтровать, промыть и разделить на две порции. Одну порцию растереть с водой в кашицу и испытать ее реакцию на лакмус.

Другую порцию после высушивания положить в фарфоровый тигель и в течение 5—10 мин сильно прокалывать в пламени горелки. После, охлаждения тигля его содержимое смешать с водой и испытать лакмусовой бумагой. Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

в) *Получение сульфатов щелочноземельных металлов.* Получить в отдельных пробирках сульфаты кальция, стронция и бария из растворов соответствующих солей. Отметить цвет полученных осадков. Написать уравнения реакций. Испытать отношение осадков к разбавленным растворам  $\text{HCl}$  и  $\text{HNO}_3$ . Дать объяснение наблюдаемым явлениям.

#### Окрашивание пламени солями кальция, стронция и бария

Очистить платиновую проволоку, опуская ее в HCl и прокаливая в пламени газовой горелки. Затем опустить ее в раствор соли кальция и ввести в бесцветное пламя горелки. Наблюдать окрашивание пламени.

Прodelать аналогичный опыт с солями стронция и бария. Записать цвет, в который окрашивают пламя соли щелочноземельных металлов.

### 3. Тестовый контроль

#### Вариант № 1

1. Самый распространенный металл, входящий в состав земной коры - это

- а) Al                                      в) La
- б) Fe                                      г) Be

2. Серная и азотная кислоты по разному взаимодействуют с алюминием в зависимости от условий:

- а)  $H_2SO_{4(конц)}$  и  $HNO_{3(конц)}$  на холоде не действуют на алюминий
- б)  $H_2SO_{4(конц)}$  на холоде выделяет  $H_2S$
- в)  $HNO_{3(конц)}$  на холоде выделяет  $H_2$
- г)  $H_2SO_{4(разб)}$  при любой температуре не реагирует с алюминием

3. В одной пробирке находится раствор  $MgCl_2$ , в другой- $AlCl_3$ . Растворы этих солей можно различить с помощью одного реактива:

- а) HCl                                      в)  $CaSO_4$
- б)  $AgNO_3$                               г) KOH

4. В ряду щелочных металлов наиболее отрицательное значение электродного потенциала имеет

- а) натрий                              г) цезий
- б) калий                              д) литий
- в) рубидий

5. Электролиз водного раствора NaCl – это способ одновременного получения

- а) NaOH,  $Cl_2$ ,  $H_2$                               в) NaH,  $Cl_2$ ,  $O_2$
- б) Na,  $O_2$ ,  $Cl_2$                               г) Na,  $Cl_2$ ,  $H_2$

6. Среди гидроксидов элементов IIA группы амфотерными свойствами обладает # # #

7. Электронная конфигурация атома хрома в основном состоянии

- а)  $3d^5 4s^1$                               в)  $3d^4 4s^1 4p^1$
- б)  $3d^4 4s^2$                               г)  $4s^2 4p^4$

8. В ряду  $Mn(OH)_2$  -  $Mn(OH)_3$  -  $Mn(OH)_4$  -  $HMnO_4$  кислотные свойства # # #, потому что # # #.

9. При взаимодействии  $Fe^{3+}$  с  $I^-$  и  $S^{2-}$  образуются соединения:

- а)  $Fe^{3+}$                                       в)  $Fe^{8+}$
- б)  $Fe^{6+}$                                       г)  $Fe^{2+}$

10. Сумма коэффициентов в правой части уравнения реакции  $K_2Cr_2O_7 + C_2H_5OH + H_2SO_4 \rightarrow$  равна ####

#### Вариант № 2

1. Бор в отличие от алюминия

- а) химически инертен

- б) образует только анионные комплексы
- в) при нагревании реагирует с азотом
- г) при комнатной температуре реагирует с серой

2. В ряду  $\text{BF}_3$ - $\text{BCl}_3$ - $\text{BBr}_3$ - $\text{BI}_3$  увеличиваются:

- а) температуры плавления и кипения
- б) термическая устойчивость
- в) длина связи
- г) энергия связи

3. Основные свойства в ряду гидроксидов  $\text{Al}(\text{OH})_3$ - $\text{Ga}(\text{OH})_3$ - $\text{In}(\text{OH})_3$ - $\text{Tl}(\text{OH})_3$

- а) к гидроксиду галлия уменьшаются, затем увеличиваются
- б) уменьшаются
- в) увеличиваются
- г) не изменяются

4. Fr, завершающий IА группу, и Ra, завершающий IIА группу, являются

- а) радиоактивными элементами
- б) очень мягкими
- в) самыми распространенными в природе среди всех s-элементов
- г) надежными изоляторами

5. Щелочные металлы, а также Ca, Sr, Ba при нагревании в атмосфере аммиака образуют

- а) амиды и водород
- б) гидриды и азот
- в) гидриды и ангидрид  $\text{HNO}_2$
- г) амиды и азот

6. Из щелочных металлов в обычных условиях с азотом реагирует # # #

7. При сплавлении  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  с KOH и  $\text{KNO}_3$  образуется

- а)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$
- б)  $\text{KCrO}_2$
- в)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- г)  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$

8. Восстановление перманганат-иона в зависимости от реакции среды протекает по-разному. Установите соответствие:

- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| 1) до $\text{Mn}^{2+}$    | А) в щелочной среде    |
| 2) до $\text{MnO}_2$      | Б) в кислой среде      |
| 3) до $\text{MnO}_4^{2-}$ | В) в нейтральной среде |

9. С увеличением степени окисления железа в ряду  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ - $\text{Fe}(\text{OH})_3$ - $\text{H}_2\text{FeO}_4$  кислотные свойства # # #, потому что # # #.

10. Сумма коэффициентов в правой части уравнения реакции  $\text{KI} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  равна # # #

### Тема «Основы количественного анализа. Гравиметрический и титриметрический анализ»

#### 1. Вопросы для собеседования

1. Сущность гравиметрического анализа. Количественное выделение из раствора компонента в виде осадка. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка.
2. Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет массы навески, количества осадителя.
3. Условия осаждения. Полнота осаждения. Созревание осадков. Чистота осадков.
4. Промывание, высушивание и прокаливание осадков. Точность гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.

5. Что такое соосаждение? Какие физико-химические процессы в растворе приводят к соосаждению?
6. Какие ионы будут адсорбироваться на поверхности осадка в начале осаждения:  
а)  $\text{BaCl}_2$  раствором  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , б)  $\text{CaCl}_2$  раствором  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ , в)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  раствором  $\text{BaCl}_2$ ?
7. Что такое адсорбция? Указать факторы, влияющие на адсорбцию ионным кристаллом. Что такое обменная адсорбция?
8. Как влияют количество промывной жидкости и кратность промывания на эффективность промывания?
9. Какие растворы используют в качестве промывной жидкости при весовых определениях?
10. В каком случае потери при промывании осадка  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  будут наибольшими, а в каком – наименьшими: а) 100 мл воды, б) 100 мл 0,1 М  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ , в) 500 мл воды?
11. Сущность титриметрического (объемного) анализа. Методы объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе.
12. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Исходные вещества и требования к ним.
13. Вычисления в объемном анализе.
14. Сущность методов кислотно-основного титрования и область их применения. Ацидиметрия и алкалиметрия.
15. Различные случаи титрования. Кривые титрования. Точка эквивалентности в различных случаях титрования. Выбор индикаторов для конкретных случаев.
16. Метод кислотно-основного титрования.
17. Перечислить наиболее распространенные окислительно-восстановительные методы титриметрического анализа. Какие титранты (рабочие растворы) и индикаторы применяются в каждом из этих методов?
18. Назвать основные характеристики редокс-индикаторов, указать их практическое назначение.

## **2. Контрольная работа 5.**

### **Вариант № 1**

1. Из навески стальных стружек в 2,051 г после соответствующей обработки был получен прокаленный осадок  $\text{WO}_3$  массой 0,1898 г. Вычислить массовую долю (%) вольфрама в анализируемой стали.
2. Из 10 мл 5,23%-ного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  осаждаются ионы  $\text{SO}_4^{2-}$  раствором хлорида бария. Сколько мл хлорида бария потребуется, если избыток осадителя составляет 20%?
3. Какой объем воды потребуется для промывания осадка  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  массой 0,5 г, чтобы потери за счет растворимости не превышали 0,05%?
4. К 550 мл 0,1925 н  $\text{HCl}$  прибавили 50 мл раствора  $\text{HCl}$  с титром 0,02370 г/мл. Вычислить нормальную концентрацию и титр полученного раствора.
5. Навеску  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 20,00 мл полученного раствора израсходовано 18,34 мл  $\text{NaOH}$ . Определить молярную концентрацию раствора  $\text{NaOH}$ , его титр и титр этого раствора по  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .
6. Вычислить массовую долю (%) меди в руде, если из навески руды массой 0,6215 г медь перевели в раствор в виде  $\text{Cu}^{2+}$  и при добавлении к этому раствору  $\text{KI}$  выделившийся иод оттитровали 18,23 мл раствора тиосульфата натрия с  $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01545$ .

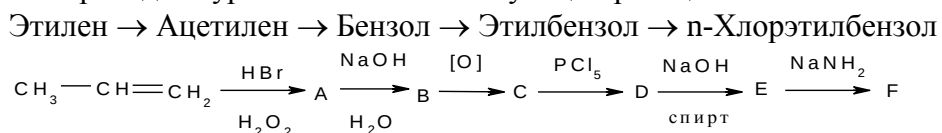
### **Вариант № 2**

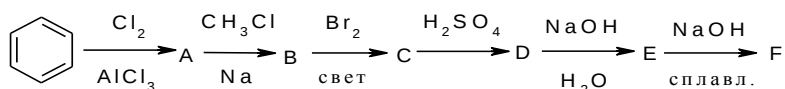
1. При анализе пробы гранита из навески в 1,096 г было получено 0,0198 г прокаленного осадка  $P_2O_5 \cdot 24MoO_3$ . Вычислить массовую долю (%) фосфора и оксида фосфора (V) в этой пробе.
2. Осадок, содержащий 0,3 г  $CaCO_3$ , промыт 300 мл воды. Рассчитайте, сколько г  $CaCO_3$  будет растворено при этом и какую часть от массы осадка составит (%) потеря в следствии растворимости его.
3. Из образца технического сульфата цинка массой 1,135 г получили осадки: 0,5298 г  $Zn_2P_2O_7$  и 0,9052 г  $BaSO_4$ . Вычислить массовые доли (%)  $ZnSO_4$  и  $K_2SO_4$  в техническом продукте.
4. До какого объема нужно довести раствор, в котором содержится 1,53 г NaOH, чтобы на титрование 20 мл раствора израсходовать 14,7 мл 0,1041 н раствора HCl.
5. Навеску неизвестного вещества массой 2,000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 25,00 мл раствора израсходовали 20,00 мл 0,4455 М HCl. Определить, что входило в состав анализируемого вещества: KOH или NaOH.
6. Какую массу  $KMnO_4$  надо взять для приготовления: а) 500,0 мл 0,05 н. раствора ( $f_{экв} = 1/5$ ); б) 500 мл раствора с  $T(KMnO_4/Fe) = 0,005932$ ? Во всех случаях предусматривается титрование в кислой среде.

## Тема «Основы строения органических соединений. Углеводороды»

### 1. Вопросы для собеседования

1. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова.
2. Электронная структура атома углерода в органических соединениях. Химические связи в органических соединениях.
3. Взаимное влияние атомов в молекуле и электронные эффекты. Пространственная структура и виды изомерии.
4. Алканы. Особенности строения, изомерия и реакционная способность.
5. Алкены. Особенности строения, изомерия и реакционная способность.
6. Алкины. Особенности строения, изомерия и реакционная способность
7. Реакции радикального замещения в ряду алканов.
8. Реакции электрофильного присоединения в ряду алкенов.
9. Окисление и полимеризация алкенов и алкинов.
10. Циклоалканы: Особенности строения и реакционная способность в зависимости от величины цикла.
11. Диеновые углеводороды: Особенности строения и реакционная способность.
12. Газ, полученный при сжигании 5,6 л (н.у.) смеси этана и пропана, плотность которой по водороду равна 19,9, пропустили через 20% раствор гидроксида натрия массой 160 г. Определите массовую долю веществ в образовавшемся растворе.
13. Газ, полученный при сжигании 5,6 л (н.у.) смеси этана и пропана, плотность которой по водороду равна 19,9, пропустили через 20% раствор гидроксида натрия массой 160 г. Определить массовые доли веществ в исходной смеси.
14. При сжигании 4,1 г углеводорода состава  $C_nH_{2n-2}$  образовалось 6,8 л оксида углерода(IV). Определить формулу соединения и написать его изомеры.
15. Смесь бутана и бутена-2 массой 5,28 г обесцветили 32 г раствора брома в  $CCl_4$  (массовая доля брома 10%). Найдите массу бутана в смеси, изобразите структурные формулы геометрических изомеров бутена-2.
16. Приведите уравнения соответствующих реакций:





## 2. Лабораторная работа 8

### Предельные углеводороды (алканы)

#### 1. Получение метана из ацетата натрия и изучение его свойств.

В пробирку на  $\frac{1}{2}$  ее объема поместить смесь из одной части обезвоженного тонко измельченного ацетата натрия и двух частей натронной извести. Пробирку закрыть пробкой с газоотводной трубкой, укрепить горизонтально в зажиме штатива и нагревать пламенем спиртовки. Свободный конец газоотводной трубки погрузить в пробирку с водой. Сначала из прибора вытесняется воздух. Появление непрерывной цепочки пузырьков газа в воде свидетельствует о начале реакции. Выделяющийся метан пропускать в течение 1–2 мин в отдельные пробирки, наполненные на 3–4 мл водным раствором перманганата калия и бромной водой. По неизменности окраски убеждаются в отсутствии взаимодействия метана с данными веществами. Метан можно поджечь у выхода газоотводной трубки через 1–2 мин после начала его выделения (т.е. после того, как вытеснится гремучая смесь).

Написать уравнения реакций получения и горения метана.

После охлаждения в пробирку прибавить разведенную (1:1) соляную кислоту. При этом происходит выделение  $\text{CO}_2$ , что указывает на образование в процессе сплавления карбоната натрия.

#### 2. Отношение высших алканов к окислителям, галогенам, кислотам

В отдельные пробирки прилить по 2 мл бромной воды, 1 %-ного раствора перманганата калия, концентрированных азотной и серной кислот. В каждую пробирку добавить по 0,5 мл гептана или другого жидкого алкана, пробирки закрыть пробками и смеси встряхнуть. Наблюдается ли изменение окраски растворов? Разогреваются ли смеси алканов с концентрированными кислотами? Почему?

Указать условия, при которых алканы окисляются, галогенируются, взаимодействуют с концентрированной азотной кислотой.

#### 3. Бромирование алканов

В сухую пробирку налить 1 мл жидкого алкана и добавить несколько капель 5 %-ного раствора брома в четыреххлористом углероде (тяга!). Содержимое пробирки перемешать на холоде. Исчезает ли окраска брома? Затем смесь нагреть на водяной бане. Что наблюдается с окраской брома? Какой газ при этом выделяется? Его обнаруживают по изменению цвета влажной синей лакмусовой бумаги, внесенной пинцетом в верхнюю часть пробирки, либо по образованию тумана, который получается при внесении стеклянной палочки, смоченной в 25 %-ном растворе аммиака, в пары, выделяющиеся из пробирки.

Написать уравнение реакции бромирования гептана. Привести механизм реакции.

### Непредельные углеводороды ряда этилена (Алкены)

#### 4. Получение этилена (одновременно готовят все необходимое для выполнения опытов 6–9)

В пробирку, снабженную изогнутой газоотводной трубкой, поместить 4–5 мл заранее приготовленной смеси из 1 части этилового спирта и 5 частей по объему концентрированной серной кислоты, несколько крупинок обожженной глины или песка («кипелки»), необходимых для обеспечения равномерного кипения смеси. Пробирку закрепить в зажиме штатива под углом  $45^\circ$ . Смесь осторожно нагревать. При этом выделяется этилен, и содержимое пробирки вследствие окисления спирта чернеет. С полученным этиленом проделать опыты 6–9.

Написать уравнение реакции получения этилена. Указать, как могла бы протекать реакция при иных соотношениях спирта и кислоты.

#### 5. Присоединение брома к этилену

С помощью резиновой газоотводной трубки со стеклянным наконечником этилен, полученный в опыте 5, пропускать в пробирку, содержащую 4 мл бромной воды. Что при этом наблюдается?

Написать уравнение реакции. Рассмотрите механизм этой реакции.

6. Окисление этилена водным раствором перманганата калия (реакция Вагнера Е.Е.)

В пробирку с 2 мл 2 %-ного раствора перманганата калия добавить 0,5 мл 10 %-ного раствора соды и пропускать этилен. Наблюдают исчезновение фиолетовой окраски раствора перманганата калия и образование хлопьевидного осадка бурого цвета.

Написать уравнение реакции окисления этилена водным раствором перманганата калия.

7. Окисление этилена в кислой среде

В пробирку с 2 мл 1 %-ного раствора перманганата калия и одной каплей концентрированной серной кислоты пропускать этилен. Наблюдается быстрое обесцвечивание раствора. Происходит ли образование бурых хлопьев? Почему?

Написать уравнение реакции.

8. Горение этилена

Поджечь этилен у конца газоотводной трубки. Этилен горит ярким светящимся пламенем. Внести в пламя этилена крышку от тигля. Объяснить, почему на крышке образуется черное пятно.

Написать уравнение реакции горения этилена.

### 3. *Тестовый контроль*

#### Вариант № 1

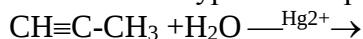
1. Укажите общую формулу гомологического ряда алкадиенов.

1)  $C_nH_{2n+2}$  ; 2)  $C_nH_{2n}$  ; 3)  $C_nH_{2n-2}$  ; 4)  $C_nH_{2n-4}$  ; 5)  $C_nH_{2n-6}$ .

2. Укажите число всех возможных изомеров гексана, напишите их структурные формулы, назовите их.

1) 3 ; 2) 4 ; 3) 5 ; 4) 6 ; 5) 7 .

3. Закончите уравнение реакции



Назовите, чье имя носит эта реакция .

1) реакция Вюрца ; 2) реакция Коновалова ; 3) реакция Зинина ;  
4) реакция Кучерова ; 5) реакция Зелинского.

4. Составьте уравнение реакций:  $CH_4 \rightarrow X \rightarrow C_6H_6$ . Определите вещество X .

1)  $CO_2$  ; 2)  $C_2H_2$  ; 3)  $CH_3OH$  ; 4)  $CH_3Br$  ; 5)  $HCHO$ .

5. Какое из перечисленных соединений образует при полимеризации каучук ?

Напишите уравнение реакции.

1) этаналь ; 2) 2-бутен ; 3) дивинил ; 4) этилен ; 5) бензол .

6. Органическое соединение содержит 84,51% углерода и 15, 49% водорода по массе. Определите формулу этого вещества, если относительная плотность его паров по воздуху равна 4,9.

1)  $C_8H_{18}$  ; 2)  $C_{10}H_{22}$  ; 3)  $C_{11}H_{24}$  ; 4)  $C_9H_{20}$  ; 5)  $C_6H_6$ .

7. Смесь бензола и циклогексана массой 3,98 г обесцвечивают 160 г бромной воды с массовой долей 2% . Какой объем (н.у.) воздуха необходим для сжигания 20 г этой же смеси, если объемная доля кислорода в воздухе равна 21%?

1) 48 л ; 2) 75 л ; 3) 124 л ; 4) 196 л ; 5) 212 л.

8. В ходе каталитического гидрирования этиленового углеводорода  $C_nH_{2n}$  израсходовано 672 мл (н.у.) водорода. Определите формулу этого алкена, если при бромировании такого же количества этого углеводорода получено 6,48 г дибромида .

1)  $C_2H_4$  ; 2)  $C_3H_6$  ; 3)  $C_4H_8$  ; 4)  $C_5H_{10}$  ; 5)  $C_6H_{12}$ .

### Вариант № 2

1. Укажите общую формулу гомологического ряда ароматических углеводородов.

1)  $C_nH_{2n}$ ; 2)  $C_nH_{2n+2}$  ; 3)  $C_nH_{2n-2}$  ; 4)  $C_nH_{2n-6}$  ; 5)  $C_nH_{2n+1}OH$ .

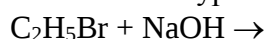
2. Какое соединение обесцвечивает водный раствор перманганата на холоде?

1) бензол ; 2) толуол ; 3) фенол ; 4) циклогексен; 5) циклогексан.

3. Укажите число всех возможных изомеров гептана, напишите их структурные формулы, назовите их.

1) 5 ; 2) 6; 3) 7; 4) 8 ; 5) 9.

4. Закончите уравнение реакции



Назовите, чье имя носит эта реакция.

1) реакция Вюрца; 2) реакция Коновалова; 3) реакция Зинина; 4) реакция Кучерова; 5) реакция Зелинского.

5. Какое из перечисленных соединений может вступить в реакцию с уксусной кислотой ?

Напишите уравнение реакции.

1) метан; 2) этилен ; 3) этаналь ; 4) этанол ; 5) нитробензол .

6. При сгорании 11,4 г углеводорода образовалось 16,2 г воды и оксид углерода (IV).

Определите объем (н.у.) израсходованного кислорода.

1) 30 л; 2) 28 л; 3) 26 л ; 4) 24 л; 5) 22л.

7. Смесь этана и этилена объемом 1 л (н.у.) обесцветила 200 г бромной воды с массовой долей брома 2,4 %. Определите массовую долю этана в смеси.

1) 34; 2) 0,42 ; 3) 0,51 ; 4) 0,62 ; 5) 0,72.

8. При сжигании гомолога бензола массой 3,18 г получили оксид углерода (IV) , при пропускании которого в избыток раствора гидроксида кальция образовался осадок 24 г . Определите формулу этого углеводорода.

1)  $C_6H_6$  ; 2)  $C_7H_8$  ; 3)  $C_8H_{10}$  ; 4)  $C_9H_{12}$  ; 5)  $C_{10}H_{14}$ .

### Тема «Кислородосодержащие органические соединения»

#### 1. Вопросы для собеседования

1. Физические и химические свойства спиртов: кислотно-основные свойства, реакции нуклеофильного замещения, реакции элиминирования, реакции окисления.

2. Двух- и трехатомные спирты.

3. Фенолы. Ароматические спирты.

4. Альдегиды и кетоны. Номенклатура и изомерия. Способы получения. Физические и химические свойства.

5. Карбоновые кислоты. Кислотные свойства. Монокарбоновые кислоты: номенклатура и изомерия, способы получения, физические и химические свойства.

6. Дикарбоновые кислоты: номенклатура и изомерия, способы получения, физические и химические свойства.

7. Углеводы. Классификация моноз. Стереоизомерия моноз. Циклические формы. Таутомерия. Свойства моноз.

8. Олигосахариды. Классификация олигосахаридов. Физические и химические свойства.

9. Полисахариды. Сравнительная характеристика строения и свойств полисахаридов.

10. Для гидролиза к смеси этиловых эфиров уксусной и муравьиной кислот массой 25 г был прибавлен раствор гидроксида натрия ( $\rho = 1,22$ ) объемом 65,67 мл с  $\omega\%(\text{NaOH}) = 20\%$ . Избыток щелочи после окончания гидролиза был нейтрализован 1 М серной кислотой объемом 50 мл. Определите массовую долю (в %) эфиров в исходной смеси.

11. При сплавлении натриевой соли одноосновной органической кислоты с гидроксидом натрия выделилось 11,2 л (н.у.) газообразного органического соединения, которое при нормальных условиях имеет плотность 1,965 г/л. Определите, сколько граммов соли вступило в реакцию, и какой газ выделился.

12. В смесь этилового и пропилового спиртов массой 16,6 г поместили избыток натрия, при этом выделился водород (н.у.) объемом 3,36 л. Каков состав исходной смеси? Какая масса этой смеси потребуется для того, чтобы выделившимся газом восстановить до амина нитробензол массой 24,6 г?

13. Приведите уравнения соответствующих реакций

Карбид алюминия  $\rightarrow$  метан  $\rightarrow$  этан  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  хлоруксусная кислота

Метан  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  этаналь  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  диэтиловый эфир

Этилен  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  бензол  $\rightarrow$  этилбензол  $\rightarrow$  п-хлорэтилбензол  $\rightarrow$  п-хлорбензойная кислота

Карбид кальция  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  этаналь  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  ацетат натрия  $\rightarrow$  метан

Пропаналь  $\rightarrow$  пропанол  $\rightarrow$  пропен  $\rightarrow$  пропандиол-1,2  $\rightarrow$  метиловый эфир пропандиола-1,2

Пропанол  $\rightarrow$  пропановая кислота  $\rightarrow$  пропионат натрия  $\rightarrow$  этан  $\rightarrow$  бромэтан  $\rightarrow$  этанол

## 2. Лабораторная работа 9

### Спирты и фенолы

#### 1. Растворимость спиртов, отношение их к индикаторам, горение

1 а. В 4 пробирки налить по 0,5 мл спиртов: этилового, пропилового, бутилового и амилового /или изоамилового/. Отметить запах спиртов /нюхать осторожно/. В каждую пробирку добавить по 1 мл воды и содержимое пробирок встряхнуть. Сделать вывод о растворимости спиртов.

1 б. Из каждой пробирки стеклянной палочкой нанести по капле растворов на синюю и красную лакмусовую бумагу. В пробирки добавить по 1 капле раствора фенолфталеина. Изменяется ли окраска индикаторов?

1 в. В фарфоровые чашки налить по 2 мл спиртов, располагая их в порядке увеличения молекулярной массы /метиловый, этиловый, пропиловый, бутиловый, амиловый или изоамиловый/. Поджечь спирты лучинкой и сравнить характер пламени. Объясните опыты 1 а-в. Напишите уравнения реакций горения спиртов.

#### 2. Абсолютирование этилового спирта

В маленькую фарфоровую чашку поместить 1 г кристаллического сульфата меди (II) и прокалить его в пламени спиртовки до исчезновения голубой окраски. В сухую пробирку налить 2-3 мл этилового спирта-ректификата и внести полученный безводный сульфат меди (II) /белого цвета/. Слегка нагреть пробирку в водяной бане и размешать ее содержимое. Отметить изменение цвета сульфата меди. Объясните результат опыта. Полученный абсолютный этанол перелить в сухую /!/. пробирку. Его используют для получения алкоголята натрия /опыт 3/. Можно ли воду удалить из спирта перегонкой?

### 3. Образование и гидролиз алкоголятов натрия

В три сухие пробирки налить по 2 мл спиртов: в первую - абсолютный этиловый, во вторую - пропиловый /или изопропиловый/, в третью - амиловый /или изоамиловый/. В каждую пробирку внести по кусочку /размером с горошину/ очищенного металлического натрия. Пробирки закрыть пробками с газоотводными трубками, концы которых оттянуты. Отметить, в какой пробирке реакция идет наиболее интенсивно и в какой - медленно. Через 1-2 мин после начала реакции поджечь выделяющийся газ у отверстий газоотводных трубок.

Напишите уравнение реакции спирта /R-OH/ с металлическим натрием. Почему спирты реагируют с натрием спокойнее, чем вода?

Добавить в пробирки по 1 капле раствора фенолфталеина. Изменяется ли окраска индикатора?

Довести реакцию этанола с натрием до конца. Для этого пробирку осторожно подогреть. На дне пробирки образуется белый твердый этилат натрия. Добавить 1,5 мл воды и растворить этилат натрия. Если окраска не появляется, добавить 1 каплю раствора Фенолфталеина.

Напишите уравнение реакции этилата натрия с водой.

### 4. Реакции окисления спиртов

В 2 пробирки налить по 2-3 мл хромовой смеси /готовят смешением 4 мл 10 %-ного раствора дихромата калия с 1 мл разбавленной /1:1/ серной кислоты/ и по каплям при встряхивании добавить в одну пробирку 0,5 мл этилового спирта /осторожно! Смесь сильно разогревается!/, а во вторую - 0,5 мл изоамилового спирта. Цвет растворов меняется из оранжевого в зеленый, а в пробирке с этиловым спиртом ощущается запах уксусного альдегида, напоминающего запах яблок /нюхать осторожно!/, а в пробирке с изоамиловым спиртом - специфический запах изовалерианового альдегида. Напишите уравнения реакций окисления хромовой смесью этилового и изоамилового спиртов. Подберите коэффициенты

В сухую пробирку поместить 2 капли этилового спирта. Держа спираль из медной проволоки пинцетом, нагреть ее в пламени спиртовки до появления черного налета оксида меди. Еще горячую спираль опустить в пробирку с этиловым спиртом. Черная поверхность спирали немедленно становится золотистой вследствие восстановления оксида меди. При этом ощущается характерный запах уксусного альдегида. Подтверждением образования уксусного альдегида может служить реакция с фуксинсернистой кислотой. В пробирку поместить 3 капли раствора фуксинсернистой кислоты и пипеткой внести 1 каплю полученного раствора. Появляется розово-фиолетовая окраска /цветная реакция на альдегид/.

### 5. Свойства глицерина и этиленгликоля

Получение глицерата и гликолята меди

В пробирку налить 3-4 капли 2 %-ного раствора сернокислой меди и 2-3 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия. К образовавшемуся осадку голубого цвета прилить несколько капель глицерина и смесь перемешать. Осадок растворяется, появляется васильковое окрашивание раствора от образующегося комплексного соединения - глицерата меди. Напишите уравнения происходящих реакций, укажите, какие свойства глицерина проявляются в реакции с гидроксидом меди (II).

Опыт повторить, но вместо глицерина ввести в реакцию этиленгликоль.

Напишите уравнение реакции образования гликолята меди.

### 6. Растворение фенола в воде

Поместить в пробирку 2 капли жидкого фенола, прибавить 2 капли воды и взболтать. Образуется мутная жидкость - эмульсия фенола. Дать содержимому пробирки отстояться. После отстаивания эмульсия постепенно расслаивается: верхний слой - раствор фенола в воде, нижний - раствор воды в феноле. Осторожно нагреть содержимое пробирки.

Получается однородный раствор. При охлаждении вновь образуется мутная жидкость. Сделать вывод о растворимости фенола в воде.

### 7. Образование и разложение фенолятов

К 0,2 г Фенола прибавить 1 мл раствора гидроксида натрия /2 н. раствор/. Постепенно происходит растворение фенола. Смесь нагреть до получения однородной жидкости. К охлажденному раствору прилить разбавленную серную кислоту /2 н. раствор/. Наблюдать помутнение раствора.

Напишите уравнение образования фенолята натрия. Объясните причину помутнения смеси при взаимодействии с серной кислотой.

Для проведения опыта в две пробирки поместить по 0,2 г фенола. В одну прилить 1 мл 2 н. раствора карбоната натрия, в другую - такой же объем 2 н. раствора гидрокарбоната натрия. Наблюдается ли растворение Фенола и образование однородной жидкости в обеих пробирках? О чем свидетельствует этот опыт? Напишите уравнение реакции карбоната натрия с фенолом. Какие свойства проявляет фенол при взаимодействии со щелочами и карбонатом натрия?

### 8. Реакция фенола с хлоридом железа (III)

Поместить в пробирку 2 капли насыщенного водного раствора фенола, добавить 3 капли воды и 1 каплю 0,1 н. раствора  $\text{FeCl}_3$ . Появляется интенсивное красно-фиолетовое окрашивание.

## 3. *Тестовый контроль*

### Вариант № 1

1. Укажите, какое название соответствует соединению Z в следующих превращениях:  
 $\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{Hg}} \text{X} \xrightarrow{\text{H}_2} \text{Y} \xrightarrow{\text{Na}} \text{Z}$

1) пропионат натрия ; 2) ацетат натрия ; 3) этилат натрия ; 4) формиат натрия ; 5) бутан.

2. Составьте уравнения реакций:  $\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$   
Определите вещество X.

1)  $\text{C}_2\text{H}_5$  ; 2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ; 3)  $\text{CH}_3\text{CHO}$  ; 4)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}_4$  ; 5)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}_2$ .

4. Укажите, какое название соответствует соединению Z в следующих превращениях :  
 $\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} \text{X} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{Hg}} \text{Y} \xrightarrow{\text{Ag}_2\text{O}, \text{NH}_3} \text{Z}$

1) метаналь ; 2) этанол ; 3) этаналь ; 4) уксусная кислота ; 5) ацетат аммония.

5. При добавлении избытка металлического натрия к смеси этанола с фенолом выделилось 896 мл (н.у.) водорода. При действии избытка раствора брома на такое же количество смеси этанола с фенолом образовался осадок массой 9,93 г . Определите массовую долю этанола в смеси.

1) 0,50 ; 2) 0,45 ; 3) 0,40 ; 4) 0,35 ; 5) 0,30.

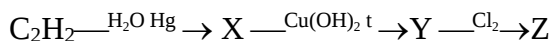
6. На нейтрализацию смеси муравьиной и уксусной кислот израсходовано 10 мл раствора с массовой долей гидроксида калия 0,40 и плотностью 1,40 г/мл . При взаимодействии такого же количества смеси с избытком аммиачного раствора оксида серебра образовалось 8,64 г серебра. Определите массовую долю уксусной кислоты в смеси .

1) 0,66; 2) 0,63 ; 3) 0,54 ; 4) 0,48 ; 5) 0,34.

7. Дихлорид, полученный количественным присоединением 3,36 л (н.у.) хлора к алкену, при гидролизе водным раствором щелочи превратился в 9,12 г двухатомного спирта. Определите формулу алкена, если выход продукта реакции гидролиза равен 80%.

1)  $\text{C}_2\text{H}_4$  ; 2)  $\text{C}_3\text{H}_6$  ; 3)  $\text{C}_4\text{H}_8$  ; 4)  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ ; 5)  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  .

8. Укажите, какое название соответствует соединению Z в следующих превращениях:



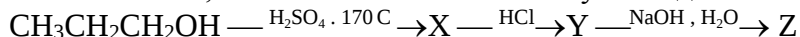
1) этаналь ; 2) хлорэтан; 3) этиленгликоль ; 4) хлоруксусная кислота ; 5) 1,2 - дихлорэтан .

9. Какой продукт образуется , если пропанол-1 подвергнется дегидратации , а затем на полученное соединение подействовать хлороводородом?

1) 1,2-дихлорпропан; 2) 2-хлорпропан; 3) 1-хлорпропан; 4) хлорэтан ; 5) 1,1- дихлорпропан.

### Вариант № 2

1. Укажите, какое название соответствует соединению Z в следующих превращениях:



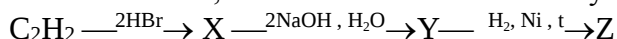
1) пропионат натрия ;2) пропаналь ; 3) пропанол-1 ; 4) пропанол-2 ; 5) глицерин.

2. Составьте уравнение реакций:  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{CH}_4$

Определите вещество X.

1)  $\text{CH}_3\text{CHO}$  ; 2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ; 3)  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ; 4)  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  ;5)  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$  .

3. Укажите , какое название соответствует соединению Z в следующих превращениях :



1) пропанол; 2) этаналь ; 3) уксусная кислота ; 4) этан ; 5) пропандиол-1,2.

4. Уксусная кислота содержит примеси уксусного альдегида и этанола . При обработке образца кислоты массой 10 г избытком аммиачного раствора оксида серебра образовался металлический осадок массой 6,48 г. На нейтрализацию такого же образца кислоты потребовалось 42,42 мл раствора с массовой долей гидроксида калия 0,12 и плотностью 1,10 г/мл. Определите массовую долю этанола в техническом образце кислоты .

1) 0,21; 2) 0,08 ; 3) 0,40 ; 4) 0,27 ; 5) 0,13 .

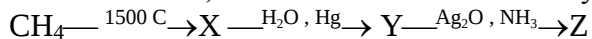
5. При нагревании предельного одноатомного спирта массой 12 г с концентрированной серной кислотой образовался алкен массой 6,72г. Определите формулу исходного спирта, если выход составил 80%.

1)  $\text{CH}_3\text{OH}$  ; 2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ; 3)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  ; 4)  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  ; 5)  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  .

6. Определите объем раствора с массовой долей фенола в бензоле 0,094 и плотностью 0,9 г/мл, который должен прореагировать с избытком металлического натрия для получения такого количества водорода, чтобы его хватило на полное каталитическое гидрирование 2,24 л (н.у.) ацетилен.

1) 111 мл; 2) 222 мл; 3) 333 мл; 4) 444 мл ; 5) 555 мл.

7. Укажите, какое название соответствует соединению Z в следующих превращениях:



1) уксусная кислота; 2) ацетат аммония; 3) этаналь; 4) этиленгликоль; 5) метанол.

8. С помощью какого реагента можно отличить олеиновую кислоту от стеариновой?

1) хлороформ; 2) этанол ;3) бензол; 4) бромная вода; 5) гексан

### Тема «Азотосодержащие органические соединения»

#### 1. Вопросы для собеседования

1. Амины: номенклатура и изомерия. Амины – органические основания.
2. Аминокислоты: номенклатура и изомерия, кислотно-основные свойства.
3. Природные аминокислоты: классификация, номенклатура, физические и химические свойства.

4. Качественные реакции на аминокислоты.

5. Белки: строение молекул, свойства, роль в организме.

6. Качественные реакции на белки.

7. На нейтрализацию смеси массой 50 г, состоящей из бензола, фенола, анилина пошло 49,7 мл 17% HCl ( $\rho = 1,08$ ). При взаимодействии такой же массы смеси с избытком бромной воды образовался осадок массой 99,1 г. Определить массовые доли веществ в исходной смеси.

8. Установите формулу соединения, при сжигании 10 г которого образовалось 3,672 л  $\text{CO}_2$ , 1,863 л азота, 4,426 г воды. Плотность паров данного соединения по воздуху равна 2,103.

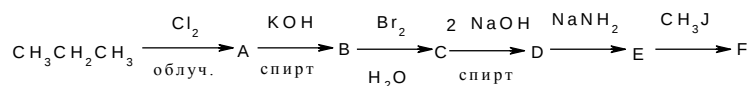
9. Смесь пиридина и анилина массой 16,5 г обработали 66,8 мл раствора соляной кислоты с массовой долей 14% (плотность 1,07 г/мл). для нейтрализации смеси потребовалось добавить 7,5 г триэтиламина. Вычислите массовые доли солей в образовавшемся растворе.

10. Приведите уравнения соответствующих реакций

АЦЕТИЛЕН  $\rightarrow$  БЕНЗОЛ  $\rightarrow$  НИТРОБЕНЗОЛ  $\rightarrow$  АНИЛИН  $\rightarrow$  2,4,6-ТРИХЛОРАНИЛИН

КАРБИД КАЛЬЦИЯ  $\rightarrow$  АЦЕТИЛЕН  $\rightarrow$  УКСУСНАЯ КИСЛОТА  $\rightarrow$  ХЛОРУКСУСНАЯ КИСЛОТА  $\rightarrow$  АМИНОУКСУСНАЯ КИСЛОТА  $\rightarrow$  ДИПЕПТИД

БЕНЗОЛ  $\rightarrow$  ЭТИЛБЕНЗОЛ  $\rightarrow$  БЕНЗОЙНАЯ КИСЛОТА  $\rightarrow$  М-НИТРОБЕНЗОЙНАЯ КИСЛОТА



## 2. Тестовый контроль

### Вариант № 1

1. С помощью какого реагента можно выделить анилин из его смеси с бензолом и фенолом?

1) NaOH ; 2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ; 3) HCl ; 4)  $\text{CCl}_4$  ; 5)  $\text{Br}_2$  .

3. Укажите число всех возможных структурных изомерных аминов, имеющих формулу  $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ , напишите их структурные формулы, назовите их .

1) 3; 2) 4 ; 3) 5 ; 4) 6; 5) 7 .

4. Составьте уравнение реакций :  $\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

Определите вещество X .

1)  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  ; 2)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$  ; 3)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$  ; 4)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  ; 5)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  .

5. Какой из приведенных аминов третичный ?

1)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$  ; 2)  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$  ; 3)  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$  ; 4)  $\text{CH}_3\text{NHC}_2\text{H}_5$  ; 5)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHNHCH}_3$  .

6. Закончите уравнение реакции:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Кат}} \rightarrow$

Назовите чье имя носит эта реакция.

1) реакция Вюрца ; 2) реакция Коновалова ; 3) реакция Зинина ;

4) реакция Кучерова ; 5) реакция Зелинского.

6. При полном гидролизе дипептида состава  $\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_4$  образовалось два продукта, один из которых – 2-аминопропионовая кислота. Установите молекулярную формулу второго продукта гидролиза

1)  $\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_2$       2)  $\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_3$       3)  $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_3$       4)  $\text{C}_9\text{H}_7\text{NO}$

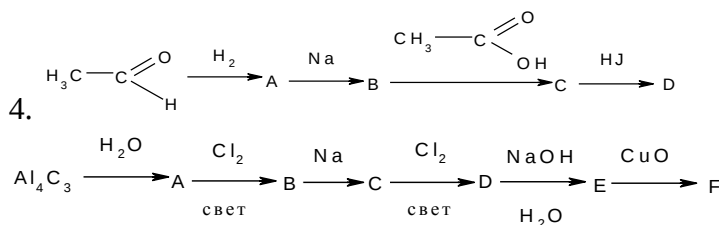
### Вариант № 2

1. Какое из соединений может вступить в реакцию с соляной кислотой?  
1) хлорметан ; 2) метиламин ; 3) этаналь ; 4) нитробензол ; 5) этанол
2. Какой объем имеет наибольшие основные свойства?  
1) метиламин ; 2) диметиламин ; 3) анилин ; 4) 4-аминотолуол ; 5) дифениламин
3. Составьте уравнение реакций:  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$   
Определите вещество X.  
1)  $\text{CH}_3\text{CHO}$  ; 2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ; 3)  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ; 4)  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  ; 5)  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ .
4. С помощью какого реагента можно разделить смесь анилина и бензола, переводя одно из этих соединений в осадок ? Напишите уравнение реакции.  
1) этанол; 2) хлороформ; 3) гексан ; 4) хлороводород ; 5) гидроксид натрия .
5. Закончите уравнение реакции:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 6\text{HCl} + 3\text{Fe} \rightarrow$   
Назовите, чье имя носит эта реакция.  
1) реакция Вюрца ; 2) реакция Коновалова ; 3) реакция Зинина ;  
4) реакция Кучерова; 5) реакция Зелинского.
6. При полном гидролизе дипептида состава  $\text{C}_{17}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_5$  образовалось два продукта, один из которых – аминокислота. Установите молекулярную формулу второго продукта гидролиза  
1)  $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_3$     2)  $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_4$     3)  $\text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4$     4)  $\text{C}_5\text{H}_5\text{NO}_2$

### 3. Контрольная работа 6

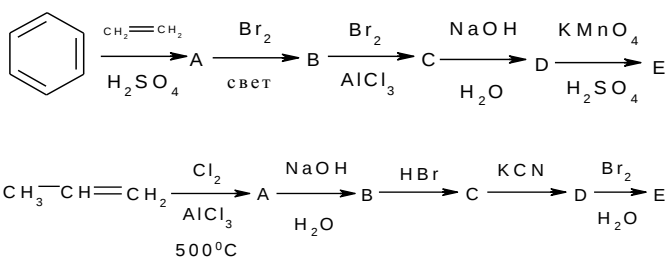
#### Вариант № 1

1. На нейтрализацию смеси массой 50 г, состоящей из бензола, фенола, анилина пошло 49,7 мл 17%  $\text{HCl}$  ( $\rho = 1,08$ ). При взаимодействии такой же массы смеси с избытком бромной воды образовался осадок массой 99,1 г. Определить массовые доли веществ в исходной смеси.
2. При сжигании 4,1 г углеводорода состава  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  образовалось 6,8 л оксида углерода(IV). Определить формулу соединения и написать его изомеры.
3. Приведите уравнения соответствующих реакций:  
Метан  $\rightarrow$  Ацетилен  $\rightarrow$  Этаналь  $\rightarrow$  Этанол  $\rightarrow$  Диэтиловый эфир  
Этилен  $\rightarrow$  Ацетилен  $\rightarrow$  Бензол  $\rightarrow$  Этилбензол  $\rightarrow$  п-Хлорэтилбензол  $\rightarrow$  п-Хлорбензойная кислота



#### Вариант № 2

1. 68 г смеси бензола, толуола и этилбензола обработали подкисленным раствором  $\text{KMnO}_4$ . При этом образовалось 36,6 г бензойной кислоты и выделилось 2,24 л углекислого газа. Определить массовую долю веществ в исходной смеси.
2. При окислении 2 г диальдегида избытком аммиачного раствора оксида серебра образовалось 8,64 г осадка. Установить строение альдегида, если известно, что в его молекуле есть четвертичный атом углерода.
3. Приведите уравнения соответствующих реакций:



4. КАРБИД КАЛЬЦИЯ → АЦЕТИЛЕН → ЭТАНАЛЬ → УКСУСНАЯ КИСЛОТА → АЦЕТАТ НАТРИЯ → МЕТАН

Пропаналь → пропанол → пропен → пропандиол-1,2 → метиловый эфир пропандиола-1,2

## Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Оксиды солеобразующие и несолеобразующие. Кислотные, основные и амфотерные оксиды. Номенклатура оксидов. Основания. Одно- и многокислотные основания. Щелочи. Номенклатура оснований.

2. Кислоты: бескислородные и кислородосодержащие. Мета-, пиро-, ортокислоты. Одно- и многоосновные кислоты. Номенклатура кислот. Соли: средние, кислые, основные. Двойные и смешанные соли. Номенклатура солей.

3. Квантовомеханическая модель атома водорода. Электронная орбиталь. Квантовые числа как параметры, определяющие состояние электрона в атоме. Физический смысл квантовых чисел. Атомная орбиталь.

4. Принципы заполнения орбиталей в атомах: принцип наименьшей энергии, принцип Паули, правило Гунда. Правило Клечковского.

5. Открытие периодического закона Д.И. Менделеевым. Принцип построения естественной системы элементов. Современная формулировка периодического закона.

6. Изменение величин радиусов, энергий ионизации, сродства к электрону и электроотрицательности атомов элементов с ростом зарядов их ядер. Периодичность изменения свойств элементов как проявление периодичности изменения электронных конфигураций атомов.

7. Развитие представлений о сущности химической связи. Основные параметры химической связи: длина, энергия, направленность. Основные типы химической связи.

8. Свойства ковалентной связи. Насыщаемость, направленность, поляризуемость.

9. Гибридизация атомных орбиталей. Типы гибридизации и геометрия молекул. Теория отталкивания электронных пар.

10. Ионная связь. Свойства ионной связи. Область применимости ионной модели. Ионные кристаллические решетки.

11. Межмолекулярные взаимодействия. Диполь-диполь, диполь-индуцированный диполь, дисперсионное взаимодействие.

12. Скорость химических реакций. Ее количественное выражение. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ. Закон действия масс. Константа скорости реакции.

13. Необратимые и обратимые химические реакции. Условия обратимости и необратимости химических процессов. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Принцип Ле-Шателье.

14. Растворы. Способы выражения концентрации растворов.

15. Основные положения теории электролитической диссоциации. Механизм диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации. Константа диссоциации.

16. Ионное произведение воды. Водородный показатель.

17. Окислительно-восстановительные реакции. Окислители, восстановители. Основные закономерности в изменении окислительно-восстановительных свойств простых веществ и соединений.

18. Электролиз как окислительно-восстановительный процесс. Электролиз расплавов. Электролиз водных растворов кислот, щелочей, солей и его практическое значение.

19. Основные положения координационной теории Вернера. Состав комплексных соединений. Внешняя и внутренняя сферы комплексов. Характеристика лигандов. Координационное число комплексообразователя.

20. Природа химической связи в комплексных соединениях. Рассмотрение ее с позиции метода валентных связей. Внешне- и внутриорбитальные комплексы. Магнитные свойства комплексных соединений.

21. Сущность гравиметрического анализа. Количественное выделение из раствора компонента в виде осадка. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка.

22. Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет массы навески, количества осадителя. Условия осаждения. Полнота осаждения.

23. Промывание, высушивание и прокаливание осадков. Точность гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.

24. Сущность титриметрического (объемного) анализа. Методы объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе.

25. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Исходные вещества и требования к ним. Вычисления в объемном анализе.

26. Сколько мл 0,5% раствора соляной кислоты следует добавить к 25 мл 0,2 М раствора аммиака, чтобы получить раствор с  $\text{pH}=8,5$

27. Вычислить степень гидролиза и концентрацию цианид-иона в 0,03 М раствора цианида калия.

28. Какой величине должна соответствовать константа диссоциации, чтобы при концентрации  $3 \cdot 10^{-3}$  М степень диссоциации была равна 5%?

29. Какой буферный раствор следует использовать чтобы поддерживать постоянную величину  $\text{pH}$ : а) 8-10, б) 3-5. ответ обосновать соответствующими уравнениями реакций и расчетами.

30. Как влияют на окислительно-восстановительный потенциал температура, кислотность раствора, концентрация окисленной и восстановленной форм?

31. Вычислить потенциал серебряного электрода в растворе, содержащем 17 г/л  $\text{AgNO}_3$  и 1,2 моль/л  $\text{NH}_3$ .

32. Йодометрия. Приготовление рабочих растворов. Индикаторы йодометрического титрования. Основные условия проведения реакции йода с тиосульфатом.

33. Требования к осадкам. Выбор осадителя.

34. Расчеты в титриметрическом анализе. Фактор эквивалентности, условная частица. Соотношение между нормальной и молярной концентрации.

35. Перманганатометрия. Прямое титрование при определении восстановителей. Обратное титрование при определении окислителей. Определение по методу замещения

36. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, дайте ответ на вопрос: нитрат железа (II) или железа (III) образуется при взаимодействии железа с азотной кислотой. Напишите уравнение реакции.

37. Чем объяснить, что перманганат способен в растворах с  $\text{pH}=5-6$  окислять иодиды (но не бромиды и хлориды), а в растворах с  $\text{pH}=3-5$  иодиды и бромиды (но не хлориды) и только в растворах с  $\text{pH}=1-3$  хлориды?

38. Теория сильных электролитов. Активность ионов. Ионная сила раствора.

39. Солевой эффект.

40. Произведение растворимости.

41. Влияние одноименных ионов на растворимость малорастворимых соединений.

42. Сравнительная характеристика алканов и алкенов.

43. Сравнительная характеристика этанола и фенола.
44. Сравнительная характеристика фенола и анилина.
45. Сравнительная характеристика алкинов и алкенов.
46. Общая характеристика альдегидов и кетонов.
47. Общая характеристика карбоновых кислот. Отличительные свойства муравьиной кислоты.
48. Термохимия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса.
49. Расчетные задачи по пройденным темам курса

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

| № п/п                                                                                                                                                                                                  | Тип задания            | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Правильный ответ        | Время выполнения (в минутах) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| <b>ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий</b> |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                         |                              |
| 1.                                                                                                                                                                                                     | Задание закрытого типа | Формула кристаллогидрата сульфата натрия, масса которого при обезвоживании уменьшилась на 47%<br>1) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$<br>2) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$<br>3) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$<br>4) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                           | 1                       | 10                           |
| 2.                                                                                                                                                                                                     |                        | Установить соответствие<br>1) $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$<br>2) $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$<br>3) $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$<br><br>а) $\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$<br>б) $\text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$<br>в) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$<br>г) $\text{MnSO}_4 + \text{KOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | 1 – а<br>2 – б<br>3 – в | 2-3                          |
| 3.                                                                                                                                                                                                     |                        | Из 200 мл озонированного воздуха после разложения содержащегося в нем озона образовалось 216 мл газа. Объемная доля озона в исходной смеси (в %):<br>1) 32<br>2) 16<br>3) 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                       | 5-7                          |

| №<br>п/п | Тип<br>задания               | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Время<br>выполнения<br>(в минутах) |
|----------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|          |                              | 4) 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                    |
| 4.       |                              | В гомогенной системе<br>$\text{H}_{2(\text{г})} + \text{I}_{2(\text{г})} = 2\text{HI}_{(\text{г})}$<br>равновесные<br>концентрации веществ<br>(моль/л) составили: HI –<br>0,02; I <sub>2</sub> – 0,05; H <sub>2</sub> – 0,03.<br>Исходная концентрация<br>водорода (моль/л) равна:<br>1) 0,04<br>2) 0,01<br>3) 0,02<br>4) 0,03<br>5) 0,05 | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7-9                                |
| 5.       |                              | В процессе электролиза<br>расплава NaCl, при силе<br>тока 2А за 45 мин. на<br>катоде выделяется<br>продукт массой # # # г<br>(округлить до сотых).<br>1) 1,92<br>2) 0,64<br>3) 1,28<br>4) 2,56                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5-8                                |
| 6.       | Задание<br>открытого<br>типа | Напишите уравнения<br>реакций, при помощи<br>которых перечисленные<br>ниже соли могут быть<br>переведены в средние:<br>(CuOH) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ,<br>[Al(OH) <sub>2</sub> ] <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ,<br>Cr <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> .                         | $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$<br>$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$<br>$[\text{Al}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$<br>$\text{Cr}_2(\text{OH})_4\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                             | 5-8                                |
| 7.       |                              | На нейтрализацию 3 г<br>H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> израсходовалось<br>2,366 г KOH. Основность<br>кислоты равна...                                                                                                                                                                                                                    | Решение:<br>По закону эквивалентов<br>$\frac{m(\text{H}_3\text{AsO}_4)}{M_3(\text{H}_3\text{AsO}_4)} = \frac{m(\text{KOH})}{M_3(\text{KOH})}$<br>$M(\text{H}_3\text{AsO}_4) = 142 \text{ г/моль}$<br>$M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}$<br>$f_3(\text{KOH}) = 1; M_3(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}$<br>$M_3(\text{H}_3\text{AsO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{AsO}_4) \times M_3(\text{KOH})}{m(\text{KOH})}$ $= \frac{3 \times 56}{2,366} = 71 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ Основность = $\frac{M(\text{H}_3\text{AsO}_4)}{M_3(\text{H}_3\text{AsO}_4)} = \frac{142}{71} = 2$ | 8-10                               |

| №<br>п/п | Тип<br>задания | Формулировка задания                                                                                                                              | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Время<br>выполнения<br>(в минутах) |
|----------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|          |                |                                                                                                                                                   | Ответ: 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |
| 8.       |                | Какие соли и в каком количестве образуются, если к 100 г 9,8%-ного раствора фосфорной кислоты прилить 200 г 3,2%-ного раствора гидроксида натрия. | <p>Решение.</p> <p>Определение количества вещества NaOH и H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>:</p> $\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{100 \cdot 0,098}{98} = 0.1 \text{ моль}$ $\nu(\text{NaOH}) = \frac{200 \cdot 0,032}{40} = 0.16$ <p>моль</p> <p>Подбор соответствующего уравнения реакции:</p> $0.1 \text{ моль} \quad 0.1 \text{ моль} \quad 0.1 \text{ моль}$ $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$ <p>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> в недостатке, следовательно расчет ведем по <math>\nu(\text{H}_3\text{PO}_4)</math>.</p> <p>Анализ уравнения: 2 балла</p> $\nu(\text{NaOH})_{\text{прореагировавшего}} = 0,1$ <p>моль</p> $\nu(\text{NaOH})_{\text{оставшегося}} = 0,16 - 0,1 = 0,06 \text{ моль}$ $\nu(\text{NaH}_2\text{PO}_4)_{\text{образовавшегося}} = 0,1$ <p>моль</p> <p>Вывод о ходе продолжения реакции:</p> <p>Т.к NaOH в избытке, а образовалась кислая соль, реакция идет дальше:</p> $0.06 \text{ моль} \quad 0.06 \text{ моль} \quad 0.06 \text{ моль}$ $\text{NaOH} + \text{NaH}_2\text{PO}_4 = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$ <p>Теперь <math>\nu(\text{NaOH})</math> в недостатке, и расчет ведем по нему.</p> <p>Анализ второго уравнения:</p> $\nu(\text{NaH}_2\text{PO}_4)_{\text{прореагировавшего}} = 0,06$ <p>моль</p> $\nu(\text{NaH}_2\text{PO}_4)_{\text{оставшегося}} = 0,1 - 0,06 = 0,04 \text{ моль}$ $\nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4)_{\text{образовавшегося}} = 0,06$ <p>моль</p> <p>Расчеты массы солей:</p> <p>В растворе присутствуют две соли: NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> и Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.</p> $m = M \nu$ $m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 120 \cdot 0,04 = 4,8 \text{ г}$ $m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 142 \cdot 0,06 = 8,52 \text{ г}$ | 10-12                              |

| №<br>п/п | Тип<br>задания | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                                                   | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Время<br>выполнения<br>(в минутах) |
|----------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 9.       |                | <p>Как изменится концентрация ионов <math>H^+</math> в 0,1 М растворе синильной кислоты, если в 1 л раствора добавить 0,1 моль NaCN, кажущаяся степень диссоциации которого 85 %? Константа диссоциации HCN равна <math>4,9 \cdot 10^{-10}</math>.</p> | <p>Решение:<br/>Найдем степень диссоциации в растворе слабой кислоты:</p> $\alpha_1 = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{4,9 \cdot 10^{-10}}{0,1}} = 7 \cdot 10^{-5}$ <p>После добавления в раствор HCN сильного электролита с одноименным ионом NaCN равновесие в системе нарушается и смещается в сторону образования недиссоциированных молекул HCN, т.к. увеличивается концентрация продукта <math>CN^-</math>.</p> $HCN \leftrightarrow H^+ + CN^-$ $NaCN \rightarrow Na^+ + CN^-$ $K = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = 4,9 \cdot 10^{-10}$ $[CN^-]_{общая} = [CN^-]_{HCN} + [CN^-]_{NaCN}$ $[H^+] = [CN^-]_{HCN} = x \text{ моль/л}$ <p>Рассчитаем концентрацию NaCN и цианид-иона из соли:</p> $c(NaCN) = \frac{n \cdot \alpha}{V} = \frac{0,1 \cdot 0,85}{1} = 0,085 \text{ моль/л}$ $[CN^-]_{NaCN} = 0,085 \text{ моль/л}$ $[CN^-]_{общая} = [CN^-]_{HCN} + [CN^-]_{NaCN} = (x + 0,085) \text{ моль/л}$ <p>Подставляем полученные значения в константу диссоциации:</p> $K = \frac{[H^+] \cdot [CN^-]}{[HCN]} = \frac{x \cdot (x + 0,085)}{0,1} = 4,9 \cdot 10^{-10}$ <p>Так как <math>x \ll 0,085</math>, величиной <math>x</math> в <math>(x + 0,085)</math> можно пренебречь, тогда уравнение упрощается:</p> $0,085x = 4,9 \cdot 10^{-11}$ $x = \frac{4,9 \cdot 10^{-11}}{0,085} = 5,76 \cdot 10^{-10}$ $\alpha_2 = 5,76 \cdot 10^{-10}$ | 10-12                              |

| №<br>п/п | Тип<br>задания | Формулировка задания                                                                                                                                                                                                                                                   | Правильный<br>ответ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Время<br>выполнения<br>(в минутах) |
|----------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|          |                |                                                                                                                                                                                                                                                                        | $\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{7 \cdot 10^{-5}}{5,76 \cdot 10^{-10}}$ $= 121527,8 \text{ раз}$ <p>Ответ: <math>\alpha</math> уменьшилась в 121527,8 раз.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |
| 10.      |                | Гальванический элемент состоит из металлического цинка, погруженного в 0,1 М раствор нитрата цинка, и металлического свинца, погруженного в 0,02 М раствор нитрата свинца. Вычислить ЭДС элемента, написать уравнения электродных процессов, составить схему элемента. | <p>Решение:</p> <p>Рассчитаем по уравнению Нернста потенциалы цинкового и свинцового электродов.</p> <p>В справочнике находим значения стандартных электродных потенциалов:</p> $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ В};$ $E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,13 \text{ В}$ $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 + \frac{0,059}{2} \lg 0,1$ $= -0,79 \text{ В} \quad \text{А}(-)$ $E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,13 + \frac{0,059}{2} \lg 0,02$ $= -0,18 \text{ В} \quad \text{К}(+)$ <p>Находим ЭДС элемента:</p> $\text{ЭДС} = E_{\text{К}} - E_{\text{А}} = -0,18 - (-0,79) = 0,61 \text{ В}$ <p>На свинцовом электроде (катод) восстанавливается свинец:</p> $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e} = \text{Pb}^0$ <p>На цинковом электроде (анод) окисляется цинк: <math>\text{Zn}^0 - 2\text{e} = \text{Zn}^{2+}</math></p> <p>Схема гальванического элемента:</p> $\text{А}(-) \text{ Zn} \mid \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 (0,1 \text{ М}) \parallel \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 (0,02 \text{ М}) \mid \text{Pb} (+) \text{К}$ | 8-10                               |

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

**Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю) (1 семестр)**

| №<br>п/п             | Контролируемые мероприятия   | Количество мероприятий / баллы | Максимальное количество баллов | Срок представления |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| <b>Основной блок</b> |                              |                                |                                |                    |
| 1.                   | Выполнение тестовых заданий  | 12/1                           | 12                             | по расписанию      |
| 2.                   | Отчет по лабораторной работе | 9/1                            | 9                              | по расписанию      |

| №<br>п/п                     | Контролируемые мероприятия                         | Количество мероприятий / баллы | Максимальное количество баллов | Срок представления |
|------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 3.                           | Рейтинговые контрольные работы                     | 6/3,17                         | 19                             | по расписанию      |
| <b>Всего</b>                 |                                                    |                                | <b>40**</b>                    | -                  |
| <b>Блок бонусов</b>          |                                                    |                                |                                |                    |
| 4.                           | Посещение занятий (за семестр)                     | -                              | 2                              | -                  |
| 5.                           | Своевременное выполнение всех заданий (за семестр) | -                              | 3                              | -                  |
| 6.                           | Активность на занятии (за семестр)                 | -                              | 5                              | -                  |
| <b>Всего</b>                 |                                                    |                                | <b>10</b>                      | -                  |
| <b>Дополнительный блок**</b> |                                                    |                                |                                |                    |
| 7.                           | Экзамен                                            |                                |                                |                    |
| <b>Всего</b>                 |                                                    |                                | <b>50</b>                      | -                  |
| <b>ИТОГО</b>                 |                                                    |                                | <b>100</b>                     | -                  |

[Примечание: \* – для дисциплины (модуля) с итоговой формой контроля «Зачёт» / «Дифференцированный зачёт», \*\* – для дисциплины (модуля) с итоговой формой контроля «Экзамен»]

**Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)**

| Показатель                               | Балл     |
|------------------------------------------|----------|
| Опоздание на занятие                     | -0,02... |
| Нарушение учебной дисциплины             | -0,02... |
| Неготовность к занятию                   | -0,1...  |
| Пропуск занятия без уважительной причины | -0,2...  |

**Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)**

| Сумма баллов | Оценка по 4-балльной шкале |
|--------------|----------------------------|
| 90–100       | 5 (отлично)                |
| 85–89        | 4 (хорошо)                 |
| 75–84        |                            |
| 70–74        |                            |
| 65–69        | 3 (удовлетворительно)      |
| 60–64        |                            |
| Ниже 60      | 2 (неудовлетворительно)    |

[Примечание: если в семестре итоговой формой контроля по дисциплине (модулю) является экзамен, графа со словами «Зачтено», «Не зачтено» не приводится]

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Основная литература:**

#### **а) основная литература:**

1. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. В.В. Денисова, В.М. Таланова. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - (Высшее образование) - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222206744.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Основы органической химии [Электронный ресурс]/ М.А. Юровская, А.В. Куркин. – М.: БИНОМ. 2015. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326297.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] / А. П. Беляев, В. И. Кучук; под ред. А. П. Беляева" - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014." <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427668.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Иванов В.Г. Органическая химия: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Г. Иванов, В.А. Горленко, О.Н. Гева. – М.: Мастерство, 2003. – 624 с. (25 экз.)
5. Будяк Е.В., Общая химия: Учебно-методическое пособие./ Е.В. Будяк – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 384 с.: ил. (+CD).(28 экз.)

## 8.2. Дополнительная литература:

1. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] : учеб.-метод. Пособие / Н.Ш. Мифтахова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214887.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Аналитическая химия. Практикум [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970413852.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Грандберг И.И. Органическая химия: рек. УМО по агрономическому образованию в качестве учебника для студентов ... по направлениям и специальностям агрономического образования. – 7-е изд.; перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2009. – 607 с.(40 экз.)
5. Кругляков П.М. Физическая и коллоидная химия: Учеб. пособие / П.М. Кругляков, Т.Н. Хаскова. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк, 2007. – 319 с.(34 экз.)

## 8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС « Электронный Читальный зал - БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

*Учетная запись образовательного портала АГУ*

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru). *Регистрация с компьютеров АГУ*

Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru), <https://urait.ru/>

Электронная библиотечная система IPRbooks. [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)

Электронно-библиотечная система elibrary. <http://elibrary.ru>

Электронно-библиотечная система BOOK.ru

[www.asu.edu.ru](http://www.asu.edu.ru)

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию (столы – 14 шт., стулья – 31 шт., доска – 1 шт., проектор – 1 шт.,

экран проектора – 1 шт., плазменная панель – 1 шт., компьютер – 1 шт.), лабораторию по проведению лабораторного практикума и семинарских занятий (лабораторные столы – 13 шт., стулья – 25 шт., доска – 1 шт., проектор – 1 шт., экран проектора – 1 шт., компьютер – 1 шт., штатив – 3 шт., вытяжной шкаф – 2 шт., сушильный шкаф – 1 шт., спектрофотометр – 1 шт., плитка электрическая – 1 шт.). Лабораторный практикум обеспечен химическими реактивами, лабораторной посудой и учебно-научным оборудованием: шкафы для химических реактивов и химической посуды, набор химических реактивов, набор химической посуды.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).