

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель приемной комиссии,
ректор ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

_____ Попов В. Н.

«31» марта 2022 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по научной специальности основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.4.1 Неорганическая химия

Воронеж 2022

Программа предназначена для лиц, имеющих диплом магистра, диплом специалиста (для поступающих в аспирантуру).

1. Организация внутреннего вступительного испытания

1.1. Вступительное испытание проводится в письменной форме.

1.2. Вступительное испытание содержит 2 теоретических, практически значимых вопроса по базовым дисциплинам общепрофессиональной и специальной подготовки и 1 кейс-задачу.

1.3. Вступительное испытание оценивается по 100-балльной шкале.

1.4. Длительность вступительного испытания составляет 3 часа.

2. Перечень разделов базовых дисциплин, выносимых на вступительное испытание

Общая химия

1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет и задачи химии. Химия и диалектический метод. Материал как объективно существующая реальность. Масса и энергия, как форма существования материи. Закон сохранения массы и его открытие Ломоносовым. Энергетические явления в химических процессах. Общая формулировка закона сохранения энергии.

2. АТОМ И МОЛЕКУЛА

Эквивалент. Закон постоянства состава и закон кратных отношений. Закон объемных отношений, закон Авогадро. Относительные и абсолютные массы атомов и молекул.

3. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Открытие периодического закона химических элементов Менделеевым. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Периодические и непериодические свойства элементов. Структура периодической системы. Периоды (большие и малые), ряды, группы,

подгруппы. Порядок изменения свойства элементов в периоде и в подгруппе.

4. СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ АТОМА

Открытия, предшествовавшие установлению строения атома. Катодные лучи, электрон, его масса, заряд и размеры. Планетарная модель атома, ее связь с теорией квантов и ее спектрами. Постулаты Бора. Критика теории Бора и волновые представления о строении вещества.

Характеристика энергетического состояния электрона четырьмя квантовыми числами. Правило Паули и следствия из него. Электронные оболочки. Максимальные числа электронов на каждой оболочке. Методы определения порядковых номеров элементов. Рентгеновские спектры.

Периодическая система элементов Менделеева как классификация атомов по строению их электронных оболочек. Порядок заполнения электронных оболочек у переходных элементов лантанидов и актинидов. Объяснение основных положений периодического закона строения электронных оболочек. Ионизационный потенциал.

Реакции окисления-восстановления. Окислительно-восстановительная характеристика атомов и ионов. Электронная теория окисления-восстановления. Роль среды при окислительно-восстановительном процессе.

5. ВАЛЕНТНОСТЬ И ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Валентность. Представление о химической связи и ее направленности. Теория химического строения Бутлерова. Образование молекул. Теория Косселя. Положительная и отрицательная валентность. Ионная связь. Ковалентная связь. Соотношение между ковалентной и ионной связью.

Диполи. Поляризация молекул. Дипольный момент. Диполи постоянные и наведенные. Понятие о рентгенофазовом и рентгеноструктурном методах анализа. Понятие о спектроскопии. ИК-спектроскопия, спектры в видимой и УФ-областях.

6. СТРОЕНИЕ АТОМНОГО ЯДРА

Открытие явления радиоактивности. Природа альфа, бета, гамма-лучей. Превращение радиоактивных элементов. Период полураспада. Изотопы.

Изобары. Разделение изотопов. Масс-спектрография. Атомный и молекулярный вес. Дефект массы. Правила сдвига. Ядро атома. Протон и нейтрон. Нуклеарная теория строения атомного ядра Я.Я.Иваненко. Различные виды элементарных частиц. Деление урана нейтронами.

Использование изотопов в народном хозяйстве, в исследовательских работах. Понятие о масс-спектральном, радиометрическом и радиоактивационном методах анализа.

7. АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ И КРИСТАЛЛОХИМИЯ

Газообразное состояние. Законы идеальных газов. Уравнение состояния идеальных газов, жидкое состояние. Твердое состояние. Учение о кристаллах. Типы кристаллических решеток: атомная, ионная, молекулярная. Главнейшие формы кристаллических решеток: простая кубическая, объемно-центрированная.

Понятие о ионных радиусах. Поляризация ионов. Изоморфизм и полиморфизм. Понятие об энергии кристаллической решетки.

8. ТЕРМОХИМИЯ. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ. КАТАЛИЗ

Основной закон термодинамики Гесса. Применение этого закона к решению вопросов о теплотах образования химических соединений. Экзотермические и эндотермические процессы.

Скорость химической реакции. Влияние катализаторов. Катализ гомогенный и гетерогенный. Обратимые реакции. Правило Бертолле. Химическое равновесие. Константа химического равновесия, выраженная через концентрации и через парциальные давления. Принцип подвижного равновесия. Принцип ЛеШателье и его значение в химии.

Гетерогенные равновесия. Правило фаз. Фазы, компоненты, степени свободы. Вариантность системы. Диаграмма состояния воды. Приложение закона действующих масс к гетерогенным равновесиям.

9. ТЕОРИЯ РАСТВОРОВ

Растворы жидких, газообразных и твердых веществ. Понятие о растворах с молекулярно-кинетической точки зрения. Химизм при растворении. Сольваты и гидраты. Гидратная теория растворов Д.И.Менделеева. Насыщенный раствор, как динамическая система. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Парциальное давление газов (Генри-Дальтон). Растворимость жидкостей в жидкостях. Критическая температура растворения. Ненасыщенные и пересыщенные растворы. Различные способы выражения концентрации: весовая, процентная, объемная и нормальная. Кристаллогидраты и кристаллизационная вода. Явления выветривания кристаллогидратов и расплывания кристаллов.

Упругость пара над раствором. Закон Рауля и его связь с повышением температуры кипения растворов и понижением температур замерзания их. Определение молекулярного веса растворенных веществ. Криоскопия, эбуллиоскопия, моляльные растворы. Теория электролитической диссоциации. Равновесие распада молекул электролита на ионы. Степень электролитической диссоциации и ее определение. Понятие о теории сильных электролитов. Основность кислот и атомность оснований с точки зрения электролитической диссоциации.

Понятие о произведении растворимости. Константа диссоциации слабых электролитов и ее значение для характеристики силы электролитов. Закон разбавления, электролитическая диссоциация молекул воды. Ионное произведение воды. Гидролиз. Степень гидролиза. Влияние концентрации и температуры на степень гидролиза. Теория индикаторов.

Неорганическая химия

10. КИСЛОРОД

Способы получения кислорода. Физические и химические свойства кислорода. Состав атмосферы. Сжижение воздуха. Жидкий воздух. Открытие Менделеевым критической температуры. Аллотропия кислорода. Озон. Получение озона, его свойства. Окислительная способность озона.

11. ВОДОРОД

Водород в природе. Методы получения водорода. Физические свойства водорода. Изотопия водорода. Дейтерий и тритий. Гремучий газ. Водородные соединения (Гидриды). Практическое использование водорода.

Вода и ее роль в природе. Способы ее очистки. Физические свойства воды. Строение молекул воды. Электролиз воды. Термическая диссоциация. Тяжелая вода.

Пероксид водорода. Строение молекулы. Каталитическое разложение перекиси водорода. Окислительные и восстановительные свойства. Перекись водорода как кислота. Производные перекиси водорода. Их строение.

12. ХИМИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Основы координационной теории Вернера. Константа нестойкости комплексных соединений в водных растворах. Комплексные неэлектролиты. Комплексные основания, кислоты, соли. Ацидокомплексы.

Современное воззрение на строение комплексных соединений. Донорно-акцепторная связь в комплексных соединениях. Изомерия комплексных соединений. Закономерность трансвлияния Черняева. Школа Чугаева и ее роль в развитии химии комплексных соединений. Практическое использование комплексных соединений.

13. ОБЩИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ. СПЛАВЫ

Сплавы. Понятие о металлографии. Кривые охлаждения. Диаграмма плавкости. Типичные формы характерные для их кривых. Эвтектика. Твердые растворы. Интерметаллические соединения.

Термопара, ее свойства. Принцип термографического анализа. Дифференциально-термический анализ. Термогравиметрия.

14. ПЕРВАЯ ГРУППА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Подгруппа щелочных металлов. Натрий. Нахождение его в природе. Природные соединения натрия, как сырье для промышленности. Получение натрия в свободном состоянии. Свойства натрия и его применение. Способы получения каустической соды, её свойства и применение. Галогениды натрия, нитрат, сульфат, карбонат и бикарбонат. Способы получения соды.

Калий. Его нахождение в природе. Калийные удобрения. Получения калия в свободном состоянии и его свойства. Гидроксид калия и его получение. Свойства и применение солей калия.

Литий, рубидий, цезий. Их открытие. Спектральный анализ. Нахождение лития, рубидия, цезия в природе. Их свойства и применение. Оксиды лития, рубидия, цезия и их свойства. Главнейшие соли.

Подгруппа меди. Медь. Нахождение в природе и главнейшие руды. Понятие о металлургии, пирометаллургии и электрометаллургии меди. Сплавы. Применение. Оксиды меди и ее гидрат. Соли двухвалентной меди. Аммиакаты меди. Соединения одновалентной меди.

Серебро. Нахождение его в природе. Получение в свободном состоянии. Химические свойства серебра. Соли серебра. Светочувствительность галогенидов серебра, их значение для фотографических процессов. Аммиакат, цианид и тиосульфаты серебра.

Золото. Нахождение в природе. Методы извлечения из руд: амальгамация и цианирование. Химические свойства золота. Общий обзор солей одновалентного и трехвалентного золота.

15. ВТОРАЯ ГРУППА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Бериллий и магний. Нахождение в природе. Получение в свободном состоянии и применение. Оксиды и гидраты бериллия и магния. Бериллаты. Соли бериллия и магния. Магнезиальный цемент.

Щелочноземельные металлы. Нахождение в природе. Их свойства. Оксиды и гидроксиды. Негашеная и гашеная известь. Цемент. Общая характеристика их солей. Понятие о равновесии диссоциации.

Подгруппа цинка. Цинк. Нахождение в природе, получение в свободном состоянии. Свойства цинка, применение. Взаимодействие с кислотами и щелочами. Оксид и гидроксид цинка. Цинкаты. Главнейшие соли цинка. Гидролиз солей цинка.

Кадмий. Нахождение в природе, получение в свободном состоянии. Свойства кадмия и его применение. Главнейшие соли кадмия.

Ртуть. Нахождение в природе, получение в свободном состоянии. Свойства ртути и ее применение. Амальгамы. Отношение ртути к кислотам. Амидные соединения ртути.

16. ТРЕТЬЯ ГРУППА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Подгруппа бора. Бор. Нахождение в природе. Получение бора. Свойства. Водородные соединения бора (бораты). Галоидные соединения бора. Борный ангидрид. Мета- и ортоборная кислоты. Их соли.

Алюминий. Его минералы, корунд, боксит, криолит, природные алюмосиликаты. Каолин. Получение алюминия. Свойства алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермия. Ее открытие Бекетовым. Термит и его применение. Оксид алюминия и ее гидрат. Аллюминаты. Квасцы.

Галлий, индий, таллий. Нахождение галлия, индия, таллия в природе. Свойства этих элементов. Их характеристика. Их валентность. Оксиды и гидроксиды. Общая характеристика их солей.

Подгруппа скандия. Свойства лантаноидов. Их общая характеристика. Предсказание Менделеевым свойств скандия. Особенность строения атомов редкоземельных элементов. Их валентность. Оксиды и гидроксиды элементов подгруппы скандия и свойства лантаноидов.

17. ЧЕТВЕРТАЯ ГРУППА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Углерод. Нахождение в природе. Аллотропические видоизменения углерода. Кристаллическая решетка алмаза и графита. Древесный уголь. Активированный уголь и животный. Адсорбция на угле из раствора. Химические свойства углерода. Его восстановительная способность. Кислородные соединения углерода. Карбонилы металлов. Карбиды металлов.

Водородные соединения углерода: метан, этилен, ацетилен.

Кремний. Нахождение в природе. Получение в свободном состоянии. Свойства кремния. Силициды металлов. Карбид кремния. Кварцевое стекло. Мета-, орто-, и поликремниевые кислоты и их соли. Стекловарение. Галогениды кремния. Кремнефтористо-водородная кислота и ее соли (фторсиликаты). Водородные соединения кремния.

Подгруппа германия. Германий. Предсказание Менделеевым свойств германия. Нахождение его в природе. Свойства германия и его основные соединения. Применение германия.

Олово. Нахождение его в природе. Получение в свободном состоянии. Свойства олова и его применение. Аллотропия олова. Взаимодействие олова с кислотами и щелочами. Соли двухвалентного олова. Хлорид олова. Станиты. Восстановительные свойства соединений двухвалентного олова. Мета- и ортооловянные кислоты. Станнаты.

Свинец. Нахождение в природе. Получение в свободном состоянии. Свойства и применение. Отношение свинца к кислотам, щелочам. Оксид свинца и ее гидрат. Соли двухвалентного свинца. Окислительные свойства соединений четырехвалентного свинца. Свинцовый аккумулятор и его работа.

Подгруппа титана. Титан, цирконий, гафний и торий. Нахождение в природе. Свойства и применение. Радиоактивность тория. Общая характеристика солей титана и его аналогов.

18. ПЯТАЯ ГРУППА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Азот. Нахождение азота в природе. Получение азота и его свойства. Соединение азота с металлами (нитриды). Водородные соединения азота. Синтетический аммиак и способы его получения. Физические и химические свойства аммиака. Сжижение аммиака. Жидкий аммиак как растворитель. Амиды металлов. Окисление аммиака. Соли аммония. Их термическая и электролитическая диссоциация. Структура солей аммония. Гидразин, его строение и химические свойства. Азотоводородная кислота и ее соли (азиды). Строение молекулы азотистоводородной кислоты. Гидроксиламин и его химические свойства.

Соединение азота с галогенами. Кислородные соединения азота. Азотистая кислота, ее окислительные и восстановительные свойства. Соли азотистой кислоты (нитриты). Азотистый ангидрид.

Азотный ангидрид. Азотная кислота, ее получение. Окислительные

свойства азотной кислоты. Действие азотной кислоты на неметаллы. Царская водка. Роль промышленности связанного азота в народном хозяйстве. Азотные удобрения. Круговорот азота в природе.

Фосфор, мышьяк, сурьма и висмут. Фосфор. Нахождение его в природе. Хибинские апатиты, их переработка. Получение чистого фосфора. Аллотропические видоизменения фосфора. Соединения фосфора с водородом. Соли фосфорных кислот (мета- и ортофосфаты). Соединения фосфора с галогенами. Сульфиды фосфора, фосфорные удобрения. Суперфосфаты, преципитатидругие концентрированные удобрения.

Мышьяк. Нахождение его в природе. Получение его в свободном состоянии. Свойства мышьяка и его практическое применение. Мышьяковистые кислоты и их соли (арсенаты). Мышьяковистый водород. Сернистые соединения мышьяка. Галогениды мышьяка и их свойства.

Сурьма. Нахождение ее в природе. Получение в свободном состоянии. Сурьма и ее химические свойства. Сурьмянистая кислота и ее соли (антимониты). Соли трехвалентной сурьмы и их гидролиз. Мета-, пиро- и ортосурьмяные кислоты. Соли этих кислот. Сернистые соединения сурьмы.

Висмут. Нахождение его в природе. Получение в свободном состоянии. Свойства висмута и его применение. Оксиды висмута и их химическая природа. Соли трехвалентного висмута и их гидролиз. Соединения висмута с водородом.

Обзор и сопоставление между собой свойств фосфора, мышьяка, сурьмы и висмута и их соединений.

Подгруппа ванадия. Ванадий, ниобий, тантал. Нахождение в природе. Свойства элементов подгруппы ванадия и их применение. Их высшие оксиды и гидроксиды. Оксид ванадия как катализатор.

19. ШЕСТАЯ ГРУППА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Подгруппа серы. Сера. Нахождение в природе и получение. Физические свойства серы. Аллотропия серы. Кислородные соединения серы. Сернистая

кислота и ее соли (сульфиты, бисульфиты). Восстановительные свойства сернистой кислоты. Гидросернистая кислота. Гидросульфиты. Серная кислота. Принципы камерного, башенного и контактного методов ее получения. Свойства серной кислоты, действие ее на металлы. Соли серной кислоты. Олеум и пиросерная кислота. Пиросульфаты. Персульфаты и их свойства.

Соединения серы с водородом. Сероводород. Методы его получения и свойства. Сероводородная кислота и ее соли (сульфиды, гидросульфиды). Полисульфиды. Общая характеристика соединений серы с галогенидами.

Селен. Нахождение в природе и получение. Свойства и применение. Аллотропия. Оксид селена и его свойства. Селеновая кислота и ее соли. Селенистый водород и его свойства. Селениды.

Теллур. Нахождение его в природе и получение. Свойства. Аллотропия. Двуокись теллура и ее свойства. Теллуристая кислота и ее соли. Трехокись теллура. Теллуровая кислота и ее соли (теллураты). Теллуристый водород и его свойства. Теллуриды.

Подгруппа хрома. Хром, молибден, вольфрам и уран. Нахождение в природе и нахождение в свободном состоянии. Свойства и применение.

Хромовые квасцы. Хромиты. Хромовый ангидрид. Хромовая кислота и ее соли. Двухромовая кислота и ее соли (бихроматы). Изополикислоты хрома. Окислительные свойства шестивалентного хрома. Взаимные переходы соединений трех- и шестивалентного хрома.

Оксиды молибдена и вольфрама и отвечающие им гидраты. Молибдаты и вольфраматы.

Оксиды урана и их свойства. Уранаты и диуранаты. Соли уранила. Соли четырехвалентного урана. Значение урана в ядерной энергетике.

20. СЕДЬМАЯ ГРУППА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Подгруппа галогенидов. Хлор. Нахождение в природе. Способы получения и свойства. Растворимость хлора в воде. Гидролиз хлора. Хлор как окислитель. Взаимодействие хлора с металлами и неметаллами. Галогены,

ангидриды и их свойства. Хлороводород. Получение и свойства. Механизм цепной реакции образования хлороводорода из элементарных газов. Соляная кислота. Ее значение для промышленности. Хлорноватистая кислота и ее свойства. Соли (гипохлориты). Белильная известь. Внутримолекулярные реакции окисления-восстановления.

Бром. Нахождение в природе. Получение и свойства. Бромная вода. Гидролиз брома. Бром как окислитель. Бромоводород, его получение и свойства. Бромоводородная кислота. Бромиды. Кислородные соединения брома. Бромноватистая кислота и ее свойства и соли (гипобромиты). Бромноватая кислота и ее соли (броматы). Окись брома.

Йод. Нахождение в природе. Получение и свойства, растворимость йода в воде, спирте и растворе йодида калия. Йод как окислитель. Реакция йода с крахмалом. Йодоводород, его получение и свойства. Термическая диссоциация йодоводорода. Йодистоводородная кислота. Кислородные соединения йода. Взаимодействие йода с водой и щелочами. Йодноватистая кислота и ее соли. Йодная кислота и ее соли.

Фтор. Получение фтора и его свойства. Активность фтора. Действие фтора на воду. Фтороводород. Его получение и свойства. Фтороводородная кислота, фториды, ее взаимодействие с кремнеземом и силикатами. Травление стекла.

Подгруппа марганца. Марганец. Нахождение в природе, способы получения, свойства и применение. Легированные стали. Окисление перманганатов в кислом, нейтральном и щелочном растворах. Окислительный эквивалент.

Рений. Нахождение в природе. Главнейшие свойства. Валентность рения. Ренистый ангидрид. Рениевая кислота и ее соли (перренаты).

21. ВОСЬМАЯ ГРУППА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Особенности строения атомов элементов главной подгруппы. Инертные газы, история их открытия. Положение инертных газов в периодической системе. Свойства инертных газов. Их практическое

применение. Открытие Никитиным гидратов инертных газов. Соединения инертных газов, фториды.

Подгруппа железа. Железо. Нахождение в природе. Выделение в свободном состоянии. Доменный процесс. Чугун. Методы передела чугуна в сталь. Стали углеродистые и легированные.

Свойства железа. Коррозия железа и борьба с ней. Карбиды и карбонил железа. Железные квасцы, ферриты, (феррицианиды). Турibuлева синь. Железная кислота и ее соли (ферраты).

Никель, кобальт. Нахождение в природе, их свойства и применение. Карбонильные соединения. Оксиды никеля и кобальта. Их химические свойства. Комплексные соединения кобальта и никеля. Реакция Чугаева.

Подгруппа платиновых металлов. Нахождение в природе. Открытие Клауссом рутения. Свойства платиновых металлов. Характерные для платиновых металлов типы соединений. Хлориды платины. Платинисто- и платинохлористоводородные кислоты и их соли. Аммиачные комплексные соединения платины. Платиновые металлы как комплексообразователи и катализаторы.

3. Список рекомендуемой литературы

Основная

Гельфман, М. И. Неорганическая химия : учебное пособие / М. И. Гельфман, В. П. Юстратов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 528 с.

Павлов, Н. Н. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Н. Н. Павлов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 496 с.

Сизова, О. В. Молекулярная симметрия в неорганической и координационной химии : учебное пособие для вузов / О. В. Сизова, Н. В. Иванова, А. А. Ванин. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 276 с.

Петухова, Л. И. Неорганическая химия. Химия элементов : учебное

пособие / Л. И. Петухова. – Норильск : НГИИ, 2019. – 136 с.

Дополнительная

Дударева, Г. Н. Общая и неорганическая химия. Химия металлов : учебное пособие / Г. Н. Дударева, Е. Г. Филатова, В. И. Дударев. – Иркутск : ИРНИТУ, 2018. – 100 с.

Ильин, А. П. Химия твердого тела : учебное пособие / А. П. Ильин, Н. Е. Гордина. – Иваново : ИГХТУ, 2006. – 216 с.

Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник / Н. С. Ахметов. – 9-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 744 с.

Семенов, В. Н. Химия координационных соединений : учебное пособие / В. Н. Семенов, С. Ю. Васильева, А. Ю. Завражнов. – Воронеж : ВГУ, 2016. – 39 с.

4. Примерный образец контрольно-измерительного материала

Минобрнауки России
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Экзаменационный билет № 1

1. Строение атома водорода. Изотопы водорода. Физические и химические свойства водорода. Способы получения и применение водорода.

2. Золото. Нахождение в природе. Методы извлечения из руд: амальгамация и цианирование. Химические свойства золота.

3. Сточные воды некоторого промышленного предприятия содержат соли тяжелых металлов, неорганические кислоты, соли и другие загрязнители окружающей среды. В процессе их очистки происходят процессы нейтрализации, осаждения, фильтрации и извлечения веществ, которые могут быть использованы повторно.

3.1 Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, осуществляемой в водной среде ионно-электронным методом:



3.2. Определите окислитель и восстановитель, рассчитайте сумму коэффициентов в окислительно-восстановительной реакции.

3.3. Поясните необходимость безопасного обращения с химическими веществами, указанными в уравнении реакции, с учетом их физических и химических свойств, оцените возможные риски для здоровья работающего с этими веществами сотрудника.