

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Физическая, коллоидная и аналитическая химия

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

05.03.06 - Экология и природопользование

---

Направленность образовательной программы

Информационные технологии в экологии

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.15 Физическая, коллоидная и аналитическая химия относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1-э: Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования	ОПК-1-э.1: Знает: - основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований ОПК-1-э.2: Умеет: - использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, биологических наук и наук о Земле, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности ОПК-1-э.3: Владеет: - методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности	ОПК-1-э.1: Знает: основы современных теорий в области аналитической, физической и коллоидной химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач  ОПК-1-э.2: Умеет использовать правила и принципы работы лабораторного оборудования для проведения работ по аналитической, физической и коллоидной химии, умеет составить отчет по лабораторным исследованиям, включающий представление и анализ экспериментальных данных  ОПК-1-э.3: Владеет способностью и готовностью использовать основные положения аналитической, физической и коллоидной химии в профессиональной деятельности, способностью применять их при обсуждении полученных результатов	Кolloквиум Отчет по лабораторным работам Тест	Зачёт: Контрольные вопросы Задачи

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	28
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	40
- КСР	1
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Предмет, цели и задачи аналитической химии. Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов.	4	1	1	2	2
Состояние вещества в растворе. Ионные равновесия	4	1	1	2	2
Равновесия раствор-осадок малорастворимого электролита.	3	1	1	2	1
Реакции окисления-восстановления в аналитической химии.	3	1	1	2	1
Кисотно-основные равновесия. Теории кислот и оснований.	3	1	1	2	1
Комплексные соединения в аналитической химии.	3	1	1	2	1
Количественный анализ. Основные принципы и классификация методов количественного анализа. Отбор и подготовка проб к анализу. Гравиметрия.	6	0	3	3	3
Титриметрический анализ. Классификация методов, требования к реакциям, применяемым в титриметрии. Окислительно-восстановительное, кислотное-основное и комплексонометрическое титрование. Погрешности титрования.	5	0	2	2	3
Методы разделения и концентрирования в аналитической химии	3	1	1	2	1
Представление результатов химического анализа. Основы химической метрологии. Классификация погрешностей измерений. Оценка сходимости результатов. Правильность анализа и устранение систематических погрешностей. Понятие о стандартных образцах.	3	1	1	2	1

Классификация физических и физико- химических (инструментальных) методов анализа. Основные характеристики методов и требования, предъявляемые к ним.	3	1	1	2	1
Методы молекулярного спектрального анализа. Анализ по ИК спектрам. Спектрофотометрия и фотоколориметрия в видимой области спектра.	4	1	2	3	1
Элементный спектральный анализ. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционный метод.	3	1	1	2	1
Электрохимические методы анализа. Общая характеристика и классификация электрохимических методов. Потенциометрия. Кондуктометрия.	3	1	1	2	1
Хроматографические методы. Принципы метода хроматографии. Качественный и количественный хроматографический анализ	3	1	1	2	1
Анализ промышленных, природных и биологических объектов.	4	1	1	2	2
Задачи химической термодинамики. Первое начало термодинамики	5	2		2	3
Второе начало термодинамики. Химическое равновесие	4	2		2	2
Термодинамика растворов	4	2		2	2
Растворы электролитов	5	2		2	3
Химическая кинетика, катализ	10	2	6	8	2
Основы коллоидной химии	10	2	6	8	2
Высокомолекулярные соединения	12	2	8	10	2
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	28	40	69	39

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### Введение

Предмет аналитической химии, ее структура; место в системе наук, связь с практикой. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов. Научная химико-аналитическая литература.

Типы химических реакций и процессов в аналитической химии

Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Электролитическая диссоциация. Теория Дебая Хюккеля. Коэффициенты активности. Общая и равновесная концентрации. Графическое описание равновесий.

Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях (теория Льюиса). Теория Бренстеда-Лоури. Константы кислотности и основности. Ионное произведение воды. Константа автопротолиза. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления pH растворов кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

Реакции комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений (внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты). Свойства

комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений.

Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.

Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор - осадок. Осадки и их свойства. Производство растворимости. Условия образования осадка. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона.

Методы обнаружения и идентификации

Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ. Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа.

Экспрессный качественный анализ в производственных и полевых условиях. Примеры практического применения методов обнаружения.

Гравиметрический метод анализа

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа.

Титриметрические методы анализа

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

Кисотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры, ионной силы на величину скачка на кривой титрования. Кисотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, смесей кислот и оснований. Примеры практического применения.

Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия, йодометрия и йодиметрия, бихроматометрия). Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы.

Осадительное титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы.

Погрешности титрования. Примеры практического применения.

Комплексометрическое титрование. Использование аминополикарбоновых кислот (комплексонов) в комплексометрии. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Примеры практического применения.

Методы выделения, разделения и концентрирования

Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы.

Спектроскопические методы анализа

Спектр электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения (атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия).

Атомно-эмиссионный метод. Спектрографический и спектрометрический методы анализа, их особенности, области применения. Качественный и количественный анализ..

Атомно-абсорбционный метод. Возможности, преимущества и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионными методами (точность, избирательность, чувствительность, экспрессность).

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Основной закон светопоглощения. Отклонения от закона, их причины. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Примеры практического применения метода.

Электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения.

Потенциометрия

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Ионметрия. Примеры практического применения ионметрии.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Примеры практического применения.

Кондуктометрия

Электропроводность растворов и принципы кондуктометрии и кондуктометрического титрования. Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

Хроматографические методы анализа

Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Основные параметры хроматограммы. Качественный и количественный хроматографический анализ.

Основные объекты анализа

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Геологические объекты. Металлы и сплавы. Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы

Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

Метрологические основы химического анализа

Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, погрешности. Аналитический сигнал и помехи. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.

Основные характеристики метода и методики анализа: правильность и сходимость, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами.

Статистическая обработка результатов измерений. Способы повышения сходимости и правильности анализа.

Задачи химической термодинамики. Первое начало термодинамики.

Основные понятия и определения. Первое начало термодинамики. Процессы равновесные, неравновесные, обратимые, необратимые. Энтальпия. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса. Термохимические уравнения. Реакции образования. Энтальпия образования. Стандартные условия. Расчет энтальпий химических реакций с помощью таблиц. Теплоемкость. Зависимость энтальпии реакции от температуры.

Второе начало термодинамики. Химическое равновесие.

Второе начало термодинамики. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Понятие энтропии, ее статистическое и термодинамическое определение. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия смешения газов. Расчет изменения энтропии в химических реакциях и при фазовых переходах. Правило Трутона. Функция Гиббса и функция Гельмгольца, их физический смысл. Понятие химического потенциала. Учение о химическом равновесии. Признаки химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Закон действующих масс. Константа равновесия  $K_P$ ,  $K_C$ . Связь между константой равновесия и функцией Гиббса. Принцип Ле-Шателье–Брауна. Применение второго начала термодинамики к биологическим процессам.

Термодинамика растворов.

Определение понятия "раствор". Виды растворов. Причины образования. Роль сольватации. Влияние на взаимную растворимость химической природы веществ, агрегатного состояния, температуры, давления, присутствия других веществ. Способы выражения состава раствора. Растворимость газов в жидкости. Закон Генри. Уравнение Сеченова. Закон распределения Нернста. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов. Понижение давления паров (Закон Рауля). Эбулиоскопия и криоскопия. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Изотонические, гипертонические и гипотонические растворы. Роль осмоса в биологических системах.

Растворы электролитов.

Растворы электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Сольватация ионов. Степень диссоциации. Слабые и сильные электролиты. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда. Особенности коллигативных свойств растворов электролитов. Изотонический коэффициент. Диссоциация воды. Константа диссоциации и ионное произведение воды. Водородный показатель. Отклонение сильных электролитов от закона разведения. Современные представления о свойствах сильных электролитов. Понятие об активности электролитов и коэффициентах активности. Ионная сила раствора. Произведение растворимости.

Химическая кинетика.

Задачи химической кинетики. Скорость химической реакции, методы ее определения. Основной закон химической кинетики, константа скорости. Кинетический порядок и молекулярность реакций.

Кинетические уравнения односторонних реакций нулевого, первого и второго порядков. Период полураспада. Влияние температуры на скорость химической реакции. Эмпирическое правило Вант-Гоффа. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Понятие о гомогенном и гетерогенном катализе. Катализаторы. Специфичность и избирательность катализаторов. Промоторы и каталитические яды. Представление о механизме действия катализаторов. Ферментативный катализ.

Основы коллоидной химии.

Степень дисперсности. Классификация дисперсных систем по дисперсности, агрегатному состоянию фаз, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой. Получение коллоидно-дисперсных систем, их оптические свойства: опалесценция, эффект Фарадея–Тиндаля, окраска.

Поверхностные явления на границе раздела фаз (адсорбция, хемосорбция, капиллярная конденсация).

Поверхностная активность. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация ПАВ.

Биологические ПАВ (белки, липиды). Значение ПАВ. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Строение мицелл в гидрофобных коллоидных системах. Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция лиофобных золь. Использование коагуляции для очистки воды.

Высокомолекулярные соединения.

Особенности полимерного состояния вещества. Способы получения ВМС. Важнейшие представители полимеров. Молекулярная масса полимеров. Растворы ВМС. Набухание. Вязкость растворов ВМС. Особенности использования коллигативных свойств растворов для определения молекулярной массы полимера. Осмотическое давление растворов ВМС. Осмометрия как метод определения молекулярной массы полимеров. Мембранное равновесие Доннана. Амфотерные полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка. Высаливание белков.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу, контрольным работам, темам лабораторных работ.

Отчеты по лабораторным работам представляют собой отчетный документ о работе студента в течение семестра. Наличие отчетов, зачитанных преподавателем, ведущего лабораторные занятия, является необходимым условием допуска к сдаче зачета по дисциплине. Это также один из эффективных методов познания, так как именно в процессе написания отчета студент детально и вдумчиво анализирует полученные в ходе выполнения лабораторной работы результаты, проводит качественный и количественный анализ, формулирует вывод о проделанной работе, что способствует лучшему усвоению материала, развивает у студентов внимание и наблюдательность.

Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам:

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, теоретическая часть, содержащая основные принципы применяемых в работе методов, используемое оборудование и материалы, подробно изложен ход работы. Отчет при необходимости должен быть проиллюстрирован рисунками, таблицами, подписи и разъяснения к иллюстрациям должны быть подробными и понятными без привязки к тексту отчета. Отчеты, включающие какие-либо вычисления, должны включать расчетные формулы, первичные данные, расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Вывод должен быть развернутым и содержать объяснение полученных результатов.

Для подготовки и выполнения лабораторных работ и написания отчетов рекомендуется использовать методические пособия.

**ПРАКТИКУМ ПО КАЧЕСТВЕННОМУ И КОЛИЧЕСТВЕННОМУ АНАЛИЗУ.** Авторы: Кулешова Н.В., Абражеев Р.В., Нипрук О.В., Елипашева Е.В., Клиньшова К.А.: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. – 58 с.

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-1-э:**

1. Процессы равновесные, неравновесные, обратимые, необратимые.
2. Закон Гесса, следствия из закона Гесса.
3. Зависимость энтальпии реакции от температуры.

4. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Понятие энтропии, ее статистическое и термодинамическое определение.
5. Функция Гиббса и функция Гельмгольца, их физический смысл.
6. Признаки химического равновесия.
7. Причины образования.
8. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов.
9. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
10. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса.
11. Диссоциация воды. Константа диссоциации и ионное произведение воды. Водородный показатель.
12. Понятие об активности электролитов и коэффициентах активности.
13. Основной закон химической кинетики, константа скорости.
14. Кинетический порядок и молекулярность реакций.
15. Влияние температуры на скорость химической реакции.
16. Катализаторы. Специфичность и избирательность катализаторов.
17. Классификация дисперсных систем по дисперсности, агрегатному состоянию фаз, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой.
18. Поверхностные явления на границе раздела фаз (адсорбция, хемосорбция, капиллярная  
12  
конденсация)
19. Классификация ПАВ. Биологические ПАВ (белки, липиды). Значение ПАВ.
20. Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция лиофобных золь.
21. Способы получения ВМС.
22. Растворы ВМС. Набухание. Вязкость растворов ВМС.
23. Мембранное равновесие Доннана.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент достаточно полно отвечает на вопросы, имеет удовлетворительный объем знаний

Оценка	Критерии оценивания
	основных терминов и понятий; последовательное излагает материал; умеет формулировать некоторые обобщения по теме вопросов.
не зачтено	Студент дал ошибочные ответы, либо не дал вовсе. Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-1-э:

Отчет по лабораторной работе должен отображать следующие разделы:

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.
2. Оформление списка литературы согласно требованиям к отчету; отражение литературных источников по теме работы.
3. Приборы и реактивы, необходимые для проведения лабораторной работы.
4. Протоколирование результатов опытов.
5. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
6. Расчет содержания компонента (компонентов) по экспериментальным данным.
7. Статистическая обработка результатов анализа.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены следующие критерии представления отчета: 1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям; 2. Структурирование и комментирование лабораторной работы; 3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег); 4. Успешные ответы на контрольные вопросы.
не зачтено	Не выполнение хотя бы одного из критериев отчета: 1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям; 2. Структурирование и комментирование лабораторной работы; 3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег); 4. Успешные ответы на контрольные вопросы.

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-1-э:

- 1) Задачей элементарного анализа является
  - а) установить из каких химических веществ состоит проба
  - б) установить из каких фаз состоит проба
  - в) установить из каких химических элементов состоит проба

г) установить какие функциональные группы содержатся в пробе

2) Чем больше коэффициент градуировочного графика, тем

а) больше чувствительность определения и большие концентрации можно определять

б) меньше чувствительность определения и меньшие концентрации можно определять

в) больше чувствительность определения и меньшие концентрации можно определять

г) меньше чувствительность и большие концентрации можно определять

3) Фактор эквивалентности соляной кислоты в реакциях нейтрализации равен

а)  $1/2$               б)  $1/3$               в)  $1/1$               г)  $1/4$

4) Плотная часть ионной атмосферы создается

а) ионами того же знака и молекулами воды

б) молекулами воды

в) ионами противоположного знака и молекулами воды

г) ионами того же знака

5) При титровании по способу отдельных навесок оттитровывают

а) отдельную навеску пробы                      б) раствор пробы целиком

в) аликвоты раствора пробы                      г) весь объект целиком

6) Запись  $[H^+]$  обозначает

а) аналитическую концентрацию ионов водорода, выраженную в моль/л

б) равновесную концентрацию ионов водорода, выраженную в моль/л

в) аналитическую концентрацию ионов водорода, выраженную в г/мл

г) равновесную концентрацию ионов водорода, выраженную в г/мл

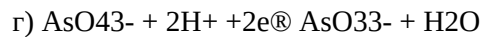
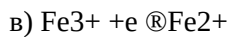
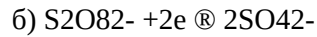
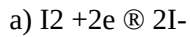
7) Какая из этих солей не подвергается гидролизу

а)  $K_2CO_3$               б)  $KNO_3$               в)  $KHCO_3$               г)  $CH_3COONa$

8) При титровании сильного основания в точке эквивалентности pH

а) равен 14              б) равен 7              в) меньше 7              г) больше 7

9) Для какой полуреакции стандартный нулевой и условный нулевой потенциал при  $\text{pH}=3$  будут отличаться



10) Йодиметрическое редокс-титрование нельзя проводить в

а) сильно кислой среде

б) слабо кислой среде

в) нейтральной среде

г) сильно щелочной среде

11) Трилон Б - это

а) этилендиаминтетрауксусная кислота

б) динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты

в) эриохром черный Т

г) нитрилотриуксусная кислота

12) Если к насыщенному раствору добавить кристаллическое растворенное вещество, концентрация раствора

а) увеличится

б) уменьшится

в) не изменится

г) сначала увеличится, затем уменьшится

13) Растворимость хлорида серебра  $\text{AgCl}$  в воде можно рассчитать по формуле

а)  $S = (\text{ПР})^{1/2}$

б)  $S = (\text{ПР})^{1/3}$

в)  $S = (\text{ПР}/3)^{1/2}$

г)  $S = (\text{ПР}/3)^{1/3}$

14) Осадок, который взвешивают в гравиметрии, называют

а) осаждаемой формой

б) гравиметрической формой

в) труднорастворимой формой

г) обезвоженной формой

15) Оптическая плотность раствора в соответствии с законом Бугера-Ламберта-Бера пропорциональна

а) молярному коэффициенту светопоглощения и температуре

б) длине волны и молярному коэффициенту светопоглощения

в) длине волны и толщине слоя раствора в кювете

г) толщине слоя раствора в кювете и молярному коэффициенту светопоглощения

16) Погрешность определения концентрации в ионометрии составляет

а) десятые доли процента

б) десятки процентов

в) несколько процентов

г) сотые доли процента

17) Качественный анализ в хроматографии проводят по

а) времени удерживания

б) площади пика

в) высоте пика

г) форме пика

18) Смещение серии результатов относительно истинного значения измеряемой величины называется

а) случайной погрешностью

б) систематической погрешностью

в) точностью

г) неопределенностью

19) Согласно теории Аррениуса, слабая кислота диссоциирует

а) необратимо с выделением иона водорода

б) обратимо с выделением гидроксид-иона

в) обратимо с выделением иона водорода

г) необратимо с выделением гидроксид-иона

20) Раствор имеет кислую среду, если

а)  $[H^+] = 10^{-7}$  моль/л

б)  $[H^+] < 10^{-7}$  моль/л

в)  $[H^+] > 10^{-7}$  моль/л

г)  $[H^+] < 10^{-7}$  г/л

21) Какой раствор является буферным раствором

а) раствор соли

б) раствор, содержащий слабое основание и его соль

в) раствор, содержащий сильное основание и его соль

г) раствор слабого основания

22) Что такое показатель титрования рТ

- а) рН                      б) рКН<sub>ind</sub>                      в) рК<sub>w</sub>                      г) КН<sub>ind</sub>

23) Выберите наиболее сильный восстановитель для восстановления брома ( $E_0(\text{Br}_2/2\text{Br}^-)=+1.087 \text{ В})$ )

- а) цинк ( $E_0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})=-0.764 \text{ В})$ )  
б) ионы марганца (2+) ( $E_0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})=+1.51 \text{ В})$ )  
в) ионы железа (2+) ( $E_0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})=+0.771 \text{ В})$ )  
г) ионы олова (2+) ( $E_0(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+})=+0.15 \text{ В})$ )

24) Индикатором в перманганатометрическом редокс-титровании служит

- а) раствор перманганата калия  
б) раствор серной кислоты  
в) раствор фенолфталеина  
г) раствор метилоранжа

25) Если для комплексонометрического титрования используется специфический индикатор, то окраска в конечной точке титрования обусловлена

- а) этилендиаминтетрауксусной кислотой  
б) комплексом индикатора с определяемыми ионами  
в) трилоном Б  
г) комплексом трилона Б с определяемыми ионами

В каком из следующих процессов реакция неосуществима при любых температурах:

- 1)  $\Delta H > 0, \Delta S > 0$   
2)  $\Delta H > 0, \Delta S < 0$   
3)  $\Delta H < 0, \Delta S < 0$   
4)  $\Delta H < 0, \Delta S > 0$

Функции состояния системы это

- 1) внутренняя энергия и энтропия

- 2) теплота и работа
- 3) энтропия и теплота
- 4) работа и энтальпия

Термодинамическая функция, которая характеризует меру упорядоченности системы или меру беспорядка, называется:

- 1) энтропией
- 2) энтальпией
- 3) внутренней энергией
- 4) функцией Гиббса

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Не менее 50% верных ответов
не зачтено	Менее 50% верных ответов

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1-э

1. Качественный химический анализ в химических и биологических исследованиях.
2. Требования к аналитическим реакциям и условия их протекания.
3. Направление аналитических реакций.
4. Классификация реакций и реагентов для качественного химического анализа.
5. Чувствительность и селективность аналитических реакций.
6. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации.
7. Диссоциация солей различных типов.
8. Диссоциация полиэлектролитов (на примере угольной и фосфорной кислот).
9. Диаграмма состояния слабых электролитов в растворе (на примере угольной кислоты).
10. Сильные электролиты. Ионная сила раствора.
11. Активность ионов в растворе и коэффициент активности.
12. Концентрированные и разбавленные растворы. Насыщенные и ненасыщенные растворы. Растворимость.
13. Гетерогенное равновесие. Произведение растворимости.
14. Условия образования осадков.
15. Солевой эффект в гетерогенных системах.
16. Влияние избытка одноименных ионов на растворимость осадков малорастворимых соединений.
17. Влияние pH на растворимость осадков.
18. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Правила уравнивания.
19. Константа равновесия и направление реакций окисления-восстановления.
20. Кисотно-основное равновесие. Теория Аррениуса.
21. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури.
22. Автопротолиз воды. Ионное произведение воды. pH водных растворов.
23. Вычисление pH растворов сильных кислот и оснований.
24. Вычисление pH растворов слабых кислот и оснований.
25. Буферные растворы. Буферная емкость.
26. Вычисление pH буферных растворов. Уравнение Гендерсона.
27. Гидролиз солей различных типов.
28. Вычисление pH в растворах гидролизующихся солей.
29. Количественный анализ в химических и биологических исследованиях.
30. Способы выражения концентраций. Приготовление и разбавление растворов.
31. Титриметрический анализ. Классификация по типу протекающих реакций и способу проведения титрования.
32. Виды и источники погрешностей эксперимента.
33. Представление аналитических данных.
34. Растворы в титриметрии. Первичный и вторичный стандарты.
35. Метод нейтрализации. Титранты и индикаторы.
36. Выбор индикатора для кислотно-основного титрования.
37. Перманганатометрия. Возможности метода и условия определения. Определение перманганатного индекса.
38. Йодометрия. Возможности метода. Определение БПК.
39. Комплексонометрия. Определение жесткости воды.
40. Физико-химические методы анализа. Краткая характеристика.
41. Фотометрические методы анализа. Закон Бугера.

42. Фотометрическое титрование. Возможности и ограничения метода.
43. Фотометрическое определение методом градуировочного графика.
44. Спектральные методы анализа.
45. Потенциометрия. Уравнение Нернста.
46. Возможности метода потенциометрического титрования.
47. Ионметрия. Возможности и ограничения метода.
48. Хроматографические методы анализа.
49. Методы химического и биологического тестирования.
50. Термодинамика. Термодинамические системы. Классификация систем
51. Параметры термодинамической системы. Термодинамические процессы
52. Понятие о внутренней энергии, теплоте и работе. Математическое выражение первого закона термодинамики
53. Первый закон термодинамики для изохорного и изобарного процесса. Понятие об энтальпии
54. Тепловой эффект химической реакции, теплота образования химического вещества. Теплота сгорания химического вещества
55. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него
56. Энтропия. Направление химических реакций. Второе начало термодинамики
57. Термодинамические потенциалы, определяющие самопроизвольное протекание реакций. Энергия Гесса
58. Компонент, фаза, число термодинамических степеней свободы системы. Правило фаз Гиббса
59. Однокомпонентные системы. Системы гомогенные и гетерогенные. Диаграмма состояния воды
60. Теплота растворения: молярная. Удельная. Механизм растворения твердых веществ
61. Выделение теплоты при растворении некоторых твердых веществ. Сольватная теория Д.И. Менделеева
62. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Факторы, определяющие растворимость газов в жидкостях
63. Растворимость жидкостей в жидкостях. Закон распределения. Экстракция
64. Коллигативные свойства растворов. Диффузия. Осмос. Осмотическое давление растворов
65. Плазмолиз. Тургор. Биологическое значение осмоса
66. Давление насыщенного пара над раствором. Закон Рауля. Идеальные растворы. Отклонения от закона Рауля
67. Законы Коновалова. Азеотропные смеси. Перегонка. Фракционная перегонка. Ректификация
68. Понижение температуры замерзания растворов. Криоскопическая константа. Криоскопия. Антифриза
69. Повышение температуры кипения растворов. Эбулиоскопическая константа. Эбулиоскопия
70. Растворы электролитов. Изотонический коэффициент
71. Основные понятия химической кинетики. Кинетические уравнения. Кинетические кривые
72. Влияние концентрации на скорость химической реакции. Закон действующих масс. Физический смысл константы. Скорость реакции
73. Порядок и молекулярность реакции. Реакции I, II порядков
74. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа
75. Уравнение Аррениуса. Физический смысл энергии активации. Энергетическая диаграмма химической реакции
76. Катализаторы. Катализ. Виды катализа. Энергетическая диаграмма химической реакции. Механизм гомогенного катализа. Влияние катализатора на энергию активации  $E_a$  реакции
77. Гетерогенный катализ, его стадии. Применение катализа, его стадии. Применение катализа. Ингибиторы. Антиоксиданты
78. Особенности ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен
79. Применение ферментативного катализа в пищевой промышленности (по отраслям)

80. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Смещение равновесия. Принцип Ле-Шателье
81. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по разным признакам
82. Поверхностная энергия. Явление сорбции. Адсорбция и абсорбция
83. Адсорбтив. Адсорбент. Назовите вещества, наиболее часто употребляемые в качестве адсорбента. Удельная поверхность адсорбента. Единицы ее измерения
84. Адсорбция газов твердыми адсорбентами. Зависимость адсорбции газов от разных факторов. Изотермы адсорбции Гиббса
85. Принципиальное отличие химической адсорбции от физической
86. Основные положения мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Изотерма адсорбции. Определение константы уравнения Ленгмюра
87. Поверхностная активность молекул ПАВ. Механизм действия ПАВ. Правило Дюкло-Траубе
88. Молекулярная адсорбция из растворов. Уравнение Френдлиха. Определение констант уравнения Френдлиха
89. Правило уравнения поверхностей Ребиндера. Какие адсорбенты (полярные или неполярные) следует выбирать для очистки питьевой воды от фенола?
90. Влияние размеров пор адсорбента на его адсорбционную способность. Обращение правила Дюкло-Траубе при адсорбции на неполярных адсорбентах органических веществ из водных растворов. Какие адсорбенты (полярные или неполярные) следует выбирать для получения абсолютного спирта, т.е. для извлечения из спирта следов воды
91. Примеры адсорбционных процессов в технологии пищевых производств. Хроматография, ее применение в теххимическом контроле пищевых производств
92. Адсорбция ионов на поверхности кристаллических веществ. Правило Фаянса-Панета
93. Смачивание. Угол смачивания. Флотация. Эффект Ребиндера
94. Методы получения коллоидных систем: диспергирование, конденсация
95. Очистка коллоидных систем. Диализ. Ультрафильтрация. Применение этих процессов в пищевой промышленности
96. Оптические свойства коллоидных систем. Эффект Тиндаля. Опалесценция
97. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Диффузия и осмос в золях. Седиментация
98. Строение мицеллы золя на примере. Адсорбционный и диффузионный слои ионов. Потенциалопределяющие ионы и противоионы. Падение потенциала в Д.Э.С. мицеллы
99. Строение двойного электрического слоя. Причины возникновения Д.Э.С. Поверхностный и электрокинетический потенциалы; изменение потенциала с изменением расстояния от поверхности
100. Что называют электрокинетическим потенциалом? Как определить дзетапотенциал частиц золя экспериментально? Факторы, влияющие на электрокинетический потенциал
101. Электрокинетические явления. Электрофорез. Электроосмос. Причины электрокинетических явлений; их применение
102. Виды устойчивости коллоидных систем: агрегативная, седиментационная (кинетическая). Факторы, обеспечивающие кинетическую устойчивость золей. Лиотропные ряды
103. Коагуляция золей. Факторы, вызывающие коагуляцию. Порог коагуляции. Коагулирующая способность ионов
104. Концентрационная нейтрализованная коагуляция; изменение поверхностного и электрокинетического потенциала. Изoeлектрическое состояние золя
105. Свободно- и связнодисперсные системы. Механизм процесса гелеобразования. Тиксотропия и синерезис в пищевых продуктах. Пептизация
106. Коллоидные ПАВ. Строение мицелл коллоидных ПАВ в водных растворах
107. Моющее действие коллоидных ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (К.К.М.). Солюбилизация

108. Общая характеристика микрогетерогенных систем
109. Суспензии. Агрегативная устойчивость суспензий. Стабилизатор суспензий. Пасты. Примеры суспензий в пищевой промышленности
110. Эмульсии. Классификация эмульсий: а) по концентрации частиц дисперсионной фазы; б) по полярности дисперсионной фазы и дисперсионной среды
111. Эмульгаторы. Эмульгаторы в пищевой специальности. Обращение фаз эмульсий
112. Изобразите адсорбционно-сольватный слой, который образуют на поверхности капельки ПАВ: а) в случае прямой эмульсии; б) в случае обратной эмульсии. Пищевые продукты – эмульсии
113. Пены. Пищевые продукты, имеющие структуру пены. Стабилизаторы пен. Пеногасители
114. Аэрозоли. Классификация аэрозолей по разным признакам. Взрывоопасность. Методы разрушения аэрозолей. Применение аэрозолей
115. Порошки. Текучесть порошков. Пищевые продукты, имеющие структуру порошков
116. Набухание полимеров. Стадии набухания. Теплота и давления набухания. Растворы В.М.С. Сходство и различие растворов В.М.С. с коллоидными и истинными растворами, коацервация, студни

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, на уточняющие вопросы даны правильные ответы, компетенция (части компетенции), на формирование которых направлена дисциплина, сформирована на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Студент затрудняется дать ответ, компетенция (части компетенции), на формирование которых направлена дисциплина, сформирована на уровне «неудовлетворительно».

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1-э

Рассчитайте концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рН и рОН в растворе серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с концентрацией  $5 \cdot 10^{-3} \text{ М}$ .

Ответ:  $[\text{H}^+] = 1 \times 10^{-2} \text{ моль/л}$ ;  $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-12} \text{ моль/л}$ ;  $\text{pH} = 2$ ;  $\text{pOH} = 12$

Рассчитайте концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рН и рОН в растворе хлорной кислоты  $\text{HClO}_4$  с концентрацией  $5 \cdot 10^{-3} \text{ М}$ .

Ответ:  $[\text{H}^+] = 5 \times 10^{-3} \text{ моль/л}$ ;  $[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-12} \text{ моль/л}$ ;  $\text{pH} = 2.2$ ;  $\text{pOH} = 11.7$

рН раствора равен 7.4. Вычислите концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рОН в этом растворе.

Ответ:  $[\text{H}^+] = 4 \times 10^{-8} \text{ моль/л}$ ;  $[\text{OH}^-] = 2.5 \times 10^{-7} \text{ моль/л}$ ;  $\text{pOH} = 6.6$

рН раствора равен 4.3. Вычислите концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рОН в этом растворе.

Ответ:  $[\text{H}^+] = 5 \times 10^{-5} \text{ моль/л}$ ;  $[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-10} \text{ моль/л}$ ;  $\text{pOH} = 9.7$

Рассчитайте концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рН и рОН в растворе гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  с концентрацией  $5 \cdot 10^{-2} \text{ М}$ .

Ответ:  $[H^+] = 2 \times 10^{-13}$  моль/л;  $[OH^-] = 5 \times 10^{-2}$  моль/л;  $pH = 12.7$ ;  $pOH = 1.3$

Рассчитайте концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, pH и pOH в растворе гидроксида бария  $Ba(OH)_2$  с концентрацией  $5 \cdot 10^{-4}$  М.

Ответ:  $[H^+] = 1 \times 10^{-11}$  моль/л;  $[OH^-] = 1 \times 10^{-3}$  моль/л;  $pH = 11$ ;  $pOH = 3$

Вычислите pH раствора синильной кислоты  $HCN$  с концентрацией 0.01 М ( $K_a = 7.2 \cdot 10^{-10}$ ).

Ответ: 5.7

Вычислите pH раствора молочной кислоты  $CH_3CH(OH)COOH$  с концентрацией 0.001 М ( $K_a = 1.5 \cdot 10^{-4}$ ).

Ответ: 3.4

Вычислите pH раствора глюконовой кислоты  $CH_2OH(CHOH)_4COOH$  с концентрацией 0.1 М ( $K_a = 1.4 \cdot 10^{-4}$ ).

Ответ: 2.4

Вычислите pH раствора аммиака  $NH_4OH$  с концентрацией 0.01 М ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ: 10.6

Вычислите pH раствора аммиака  $NH_4OH$  с концентрацией 0.002 М ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ: 10.3

Вычислите pH раствора аммиака  $NH_4OH$  с концентрацией 0.5 М ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ: 11.5

Рассчитайте значение pH раствора, содержащего 0.01 моль глюконовой кислоты  $CH_2OH(CHOH)_4COOH$  и 0.02 моль глюконата натрия  $CH_2OH(CHOH)_4COONa$  в 1 литре ( $K_a = 1.4 \cdot 10^{-4}$ )?

Ответ: 4.2

Какое значение pH имеет раствор, содержащий 0.005 моль молочной кислоты  $CH_3CH(OH)COOH$  и 0.001 моль ее соли  $CH_3CH(OH)COONa$  в 1 литре ( $K_a = 1.5 \cdot 10^{-4}$ )?

Ответ: 3.1

Какое значение pH имеет раствор, содержащий 0.02 моль уксусной кислоты  $CH_3COOH$  и 0.05 моль ацетата натрия  $CH_3COONa$  в 1 литре ( $K_a = 1.74 \cdot 10^{-5}$ )?

Ответ: 5.2

Какое значение pH имеет раствор, содержащий 0.02 моль аммиака  $NH_4OH$  и 0.05 моль хлорида аммония  $NH_4Cl$  в 1 литре ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ )?

Ответ: 8.8

Какое значение pH имеет раствор, содержащий 0.2 моль аммиака  $NH_4OH$  и 0.1 моль хлорида аммония  $NH_4Cl$  в 1 литре ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ )?

Ответ: 9.5

Какое значение pH имеет раствор, содержащий 0.005 моль аммиака  $NH_4OH$  и 0.05 моль хлорида аммония  $NH_4Cl$  в 1 литре ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ )?

Ответ: 8.2

Рассчитайте ионную силу 0.02 моль/л раствора хлорида бария.

Ответ: 0.06 моль/л.

Рассчитайте ионную силу 0.02 моль/л раствора сульфата висмута (III).

Ответ: 0.3 моль/л.

Рассчитайте ионную силу смешанного раствора, одновременно содержащего 0.050 моль/л сульфата натрия и 0.020 моль/л хлорида натрия.

Ответ: 0.17 моль/л.

Рассчитайте коэффициенты активности одно-, двух- и трёхзарядных ионов при значениях ионной силы раствора: а) 0.0050 моль/л и б) 0.10 моль/л.

Ответ: а) 0.92; 0.72; 0.47;

б) 0.75; 0.32; 0.079.

Рассчитайте коэффициенты активности: а) ионов цинка и б) нитрат-ионов в 0.0030 моль/л растворе нитрата цинка.

Ответ: а) 0.64; 0.89.

Рассчитайте коэффициент активности ионов магния: а) в 0.010 моль/л растворе хлорида магния; б) в растворе, содержащем 0.010 моль/л хлорида магния и 0.030 моль/л хлорида натрия.

Ответ: а) 0.50; б) 0.40.

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем одновременно 0.02 М  $\text{MgCl}_2$  и 0.01 М  $\text{KCl}$ .

Ответ:  $I = 0.07$ ;  $g(\text{Mg}^{2+}) = 0.382$ ;  $g(\text{K}^+) = 0.786$ ;  $g(\text{Cl}^-) = 0.786$ .

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем одновременно 0.02 моль/л  $\text{NiCl}_2$  и 0.1 моль/л  $\text{HCl}$ .

Ответ:  $I = 0.16$ ;  $g(\text{Ni}^{2+}) = 0.268$ ;  $g(\text{H}^+) = 0.720$ ;  $g(\text{Cl}^-) = 0.720$ .

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем 0.01 моль/л  $\text{AlCl}_3$  и 0.05 моль/л  $\text{HCl}$ .

Ответ:  $I = 0.11$ ;  $g(\text{Al}^{3+}) = 0.076$ ;  $g(\text{H}^+) = 0.750$ ;  $g(\text{Cl}^-) = 0.750$ .

Рассчитайте, во сколько раз ионная сила больше молярной концентрации для растворов следующих солей: а) сульфат натрия, б) сульфат цинка, в) гексацианоферрат(III) калия, г) нитрат тория(IV).

Ответ: а) 3; б) 4; в) 6; г) 10.

Рассчитайте ионную силу смешанного раствора, одновременно содержащего 0.5 моль/л уксусной кислоты, 0.2 моль/л ацетата аммония и 0.1 моль/л сульфата натрия. При решении задачи учтите взаимное влияние веществ на диссоциацию друг друга.

Ответ: 0.5 моль/л.

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем одновременно 0.01 моль/л  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и 0.05 моль/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Ответ:  $I = 0.30$ ;  $g(\text{Na}^+) = 0.665$ ;  $g(\text{PO}_4^{3-}) = 0.026$ .

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем одновременно  $0.05$  моль/л  $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $0.2$  моль/л  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Ответ:  $I = 0.2$ ;  $g(\text{NH}_4^+) = 0.701$ ;  $g(\text{Cl}^-) = 0.701$ .

( $K_a = 1.1 \cdot 10^{-3}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 7.78$

Вычислите значение  $\text{pH}$   $0.01$  М раствора ацетата калия  $\text{CH}_3\text{COOK}$  ( $K_a = 1.74 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 8.38$

Вычислите значение  $\text{pH}$   $0.1$  М раствора глюконата натрия

$\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONa}$  ( $K_a = 1.4 \cdot 10^{-4}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 8.43$

Вычислите значение  $\text{pH}$   $0.1$  М раствора хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 5.12$

Вычислите значение  $\text{pH}$   $0.01$  М раствора нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 5.62$

Вычислите значение  $\text{pH}$   $0.005$  М раствора нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 5.77$

Вычислите значение  $\text{pH}$   $0.01$  М раствора бензоата аммония  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONH}_4$  ( $K_a =$

$6.6 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 6.71$

Вычислите значение  $\text{pH}$   $0.01$  М раствора салицилата

аммония  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COONa}$  ( $K_a = 1.1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 6.10$

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 41

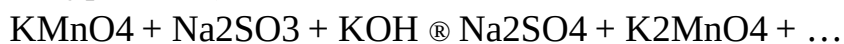
Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 21

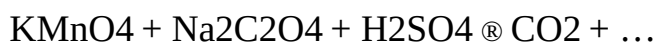
Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 9

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 41

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 8

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 26

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 12

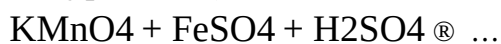
Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 20

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 18 (без дробных коэффициентов 36)

Рассчитайте растворимость фосфата цинка  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$  в воде, если его произведение растворимости  $\text{ПР} = 9.1 \cdot 10^{-33}$ .

Ответ:  $1.5 \cdot 10^{-7}$  моль/л

Рассчитайте растворимость иодида золота  $\text{AuI}_3$  в воде, если известно, что его произведение растворимости  $\text{ПР} = 1 \cdot 10^{-46}$ .

Ответ:  $1.4 \cdot 10^{-12}$  моль/л

Рассчитайте растворимость хромата бария  $\text{BaCrO}_4$  в воде, если его произведение растворимости  $\text{ПР} = 1.2 \cdot 10^{-10}$ .

Ответ:  $1.1 \times 10^{-5}$  моль/л

Рассчитайте растворимость оксалата серебра  $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$  в воде, если его произведение растворимости равно  $\text{ПР} = 3.5 \cdot 10^{-11}$ .

Ответ:  $2.1 \times 10^{-4}$  моль/л

Рассчитайте растворимость  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  в воде, если его произведение растворимости  $\text{ПР} = 2.5 \cdot 10^{-13}$ .

Ответ:  $6.3 \times 10^{-5}$  моль/л

Рассчитайте произведение растворимости сульфида серебра  $\text{Ag}_2\text{S}$ , если его растворимость в воде составляет  $1.7 \cdot 10^{-17}$  моль/л.

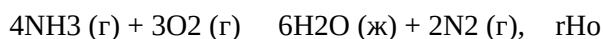
Ответ:  $2.0 \times 10^{-50}$

1. Рассчитайте стандартную энтальпию образования аммиака при 298 К, если известны

стандартные энтальпии (при той же температуре) следующих реакций:



$$\Delta H^\circ(298) = -136.6 \text{ ккал}$$



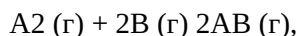
$$\Delta H^\circ(298) = -365.7 \text{ ккал}$$

2. Чему равно изменение энтропии при нагревании 1 моль серебра от 25 до 225°C.

Зависимость теплоемкости от температуры определяется следующим соотношением:

$$C_p(\text{Ag}, \text{к}) = 5.73 + 1.263 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0.06 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 \text{ кал}/(\text{моль} \cdot \text{К}).$$

3. Как изменится скорость прямой и обратной реакции



если давление в реакционном сосуде увеличить в два раза?

4. При какой температуре реакция закончится за 15 мин., если при 15°C она идет 2 часа?

Температурный коэффициент реакции равен 3.

5. Вещество А смешали с веществами В и С в равных концентрациях 1 моль/л. Через

1000 с осталось 50% вещества А. Сколько вещества А останется через 2000 с, если реакция

имеет: а) нулевой, б) первый, в) второй, г) третий общий порядок?

6. Чему равен водородный показатель в 0.1 М растворе уксусной кислоты, если степень

ее диссоциации равна 1% и в 0.1 М растворе соляной кислоты.

7. Золь  $\text{BaSO}_4$  получен при добавлении 10 мл 0.05 М водного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  к 10 мл 0.1 М водного раствора  $\text{BaCl}_2$ . Напишите формулу образовавшегося золя и определите заряд коллоидной частицы.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	в работе есть незначительные ошибки, изложенный материал не противоречит выводам, нет грубых ошибок в оформлении
не зачтено	количество ошибок превышает допустимую норму, в работе отсутствуют выводы или не хватает других структурных элементов, работа оформлена не по требованиям

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Борисов А. Н. Аналитическая химия для педагогов. Расчеты в количественном анализе : учебник и практикум / А. Н. Борисов, И. Ю. Тихомирова. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 153 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-09281-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=843707&idb=0>.
2. Никитина Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. - 4-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 394 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00427-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=845337&idb=0>.
3. Глинка Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 1 / Глинка Н. Л. ; под ред. Попкова В.А., Бабкова А. В. - 20-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 353 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/490493> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-9353-0 : 1099.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=785218&idb=0>.
4. Глинка Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 2 / Глинка Н. Л. ; под ред. Попкова В.А., Бабкова А. В. - 20-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 379 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/490494> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-9355-4 : 1169.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=786036&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Слесарев Валерий Иванович. Химия : основы химии живого : учеб. для студентов вузов, обучающихся по естественнонауч. направлениям и специальностям. - 6-е изд., испр. - СПб. : Химиздат, 2015. - 784 с. : ил. - ISBN 978-5-93808-253-3 : 690.00., 99 экз.
2. Кудряшева Н. С. Физическая и коллоидная химия : учебник и практикум / Н. С. Кудряшева, Л.

- Г. Бондарева. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 379 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/488813> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-9916-7159-0 : 1469.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=820597&idb=0>.
3. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 1 : учебник / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. - 10-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 215 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8659-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=847945&idb=0>.
4. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов в 2 кн. Книга 2 : учебник / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд. - 10-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 360 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8660-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=846931&idb=0>.
5. Подкорытов А. Л. Аналитическая химия. Окислительно-восстановительное титрование / Подкорытов А. Л., Неудачина Л. К., Штин С. А. - Москва : Юрайт, 2022. - 60 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492254> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-9944-0 : 199.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=786838&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>,  
ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,  
ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,  
Научная электронная библиотека «Е-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.  
Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Мир, 2001. 267 с. [Электронный ресурс]:  
<http://www.chem.msu.ru/rus/books/2001-2010/dorohova/all.pdf>  
Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. Методическое пособие для специального курса. МГУ, 2007. [Электронный ресурс]:  
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/chrom/part1.pdf>  
Гармаш А.В., Сорокина М.Н. Метрологические основы аналитической химии [Электронный ресурс]:  
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/garmash.pdf>,  
Сайт научного совета по аналитической химии РАН: <http://www.rusanalytchem.org>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: посудой, реактивами и оборудованием, необходимыми для проведения качественного и количественного химического анализа: газовым хроматографом Хромос-1000, фотоэлектроколориметрами КФК-2, кондуктометром № 5721, иономерами универсальными ЭВ-74, рН-метрами милливольтметрами рН-121, рН-метрами Mettler Toledo Five Easy FE 20, магнитными мешалками, плитками; вытяжные шкафы; штативы с лапками и кольцами; химическая посуда общего и специального назначения; сушильный шкаф; вакуумный насос; водоструйные насосы; дистиллятор; технические и аналитические весы; вольтметр, амперметр, прибор для определения электрокинетического потенциала; ртутные термометры; набор химических реактивов; и

другим лабораторным оборудованием.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 05.03.06 - Экология и природопользование.

Автор(ы): Нипрук Оксана Валентиновна, доктор химических наук, профессор  
Мочалова Алла Евгеньевна, доктор химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Зайцев Сергей Дмитриевич, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023, протокол № 2.