

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая химия

Кафедра аналитической и фармацевтической химии
химический факультет

Образовательная программа бакалавриата
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль) программы:
Охрана окружающей среды и рациональное
использование природных ресурсов

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в обязательную часть

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии от «7» августа 2020г. № 923.

Разработчик: кафедра аналитической и фармацевтической химии,
Каспарова М.А., к.х.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии
от «23» 02 2022г., протокол № 6

Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «18» 03 2022г., протокол № 4.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «31» 03 2022г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в обязательную часть ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической и фармацевтической химии. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с влиянием промышленных предприятий на окружающую среду и снижением этого влияния за счет использования инженерных природоохранных технологий.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 академических часов по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	...			...
3	144	66	28	38	-	-	-	78	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Аналитическая химия» являются формирование базовых знаний о взаимодействии промышленности и окружающей среды, а также изучение характерных экологических проблем производства и путей их решения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в обязательную часть ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Изучение теории и практики промышленной экологии начинается после прохождения студентами материала курса «Общая и неорганическая химия». Обработка результатов анализа основана на материале курсов «Физика» и «Математика» и т.д.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов хими-	ОПК-1.1. Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, выявляет ошибочные суждения и логические противоречия, опираясь на знание теоретических основ фундаментальных разделов химии	Знает: теоретические основы базовых химических дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических задач; основные законы и закономерности, определяющие направление, скорость и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах.	Устный, письменный опрос, лабораторная работа
		Умеет: проводить простые операции с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин; сопоставлять химическую информацию из разных источников, выявлять ошибки и логические противоречия.	

ческих элементов, соединений, веществ и материалов			
		Владеет: навыками критического анализа химической литературы.	
	ОПК-1.2. Анализирует и использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	Знает: методы определения механизма химических реакций, протекающих в технологических процессах и окружающем мире на основе знаний о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	Устный, письменный опрос
		Умеет: определять механизм химических реакций, протекающих в технологических процессах и окружающем мире на основе знаний о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	Письменный опрос, решение задач
		Владеет: навыками расчёта параметров химических реакций, протекающих в технологических процессах и окружающем мире на основе знаний о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	письменный опрос, решение задач
	ОПК-1.3. Применяет информацию о механизмах химических реакций, основанную на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, при реализации технологических процессов и защите окружающей среды	Знает: методы анализа информации о механизмах химических реакций, основанную на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, при реализации технологических процессов и защите окружающей среды.	Письменный опрос, тестирование
		Умеет: находить и анализировать информацию о механизмах химических реакций, основанную на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, при реализации технологических процессов и защите окружающей среды.	Письменный опрос, тестирование
		Владеет: навыками работы с различными современными методами получения информации о механизмах химических реакций, основанной на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	Письменный опрос, тестирование

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студен- тов (в часах)				Самостоятельная работа в т.ч. зачет, экзамен	Формы текущего контроля успе- ваемости и промежуточной атте- стации
			Лекции	Практиче- ские заня- тия	Лабора- торные занятия	...		
	Модуль 1. Методы обнаружения ионов и идентификация веществ							
1	Введение в аналитиче- скую химию. Объекты аналитической химии	3	2		2		2	Устный опрос, лабораторная работа
2	Пробоотбор, пробоподго- товка. Реакции обнаруже- ния и идентификации ионов.	3	4		4		2	Устный опрос, лабораторная работа
3	Гомогенное равновесие.	3	2		4		4	Устный опрос, лабораторная работа
4	Равновесие в окислитель- но-восстановительных системах	3	2		4		4	Устный опрос, лабораторная работа
	Итого по модулю 1:	3	10		14		12	Коллоквиум
	Модуль 2. Методы разделения и концентрирования							
5	Метод осаждения как ме- тод разделения и концен- трирования.	3	2		4		4	Устный опрос, лабораторная работа
6	Экстракционные и хро- матографические методы разделения и концентри- рования.	3	4		4		4	Устный опрос, лабораторная работа
7	Сорбционный метод раз- деления и концентрирова- ния.	3	4		4		6	Устный опрос, лабораторная работа
	Итого по модулю 2:	3	10		12		14	Коллоквиум
	Модуль 3. Химические методы количественного анализа. Гравиметрия							
8	Метрологические основы аналитической химии.	3	2		4		4	Устный опрос, лабораторная работа
9	Методы количественного анализа. Гравиметрия.	3	2		4		6	Устный опрос, лабораторная работа
10	Титриметрические методы анализа	3	4		4		6	Устный опрос, лабораторная работа
	Итого по модулю 3:	3	8		12		16	Коллоквиум
	Модуль 4. Подготовка к экзамену							
	Подготовка к экзамену	3					36	экзамен
	Итого по модулю 4:						36	экзамен
	ИТОГО:	3	28		38		78	экзамен

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Методы обнаружения ионов и идентификация веществ

Тема 1. Введение в аналитическую химию. Характеристика аналитических реакций. Гомогенное равновесие.

Предмет аналитической химии, ее цели и задачи. Значение аналитической химии, ее место в системе наук. Виды и объекты анализа, аналитические службы. Роль аналитической химии в решении проблем охраны окружающей среды и здоровья человека.

Краткие сведения из истории развития и современное состояние аналитической химии.

Тема 2. Пробоотбор, пробоподготовка. Реакции обнаружения и идентификации ионов.

Отбор проб газов, жидкостей и твердых веществ. Подготовка проб к анализу. Высушивание образцов. Разложение образцов: растворение, термическое разложение, сплавление, спекание. Причины потерь и

загрязнения пробы при пробоотборе. Кислотно-основная классификация катионов. Общие и специфические реакции обнаружения катионов и анионов. Дробный и систематический ход анализа смеси солей.

Характеристика аналитических реакций: предел обнаружения, чувствительность и избирательность, селективность. Применение реакций образования осадков, окрашенных соединений, выделения газов. Способы выполнения аналитических реакций.

Тема 3. Гомогенное равновесие.

Химическое равновесие. Применение закона действия масс. Факторы, влияющие на химическое равновесие. Активность и концентрация. Ионная сила раствора. Коэффициент активности. Общая (аналитическая) и равновесная концентрация.

Равновесия в гомогенных системах. Основные типы химического равновесия в гомогенной системе – кислотно-основное, комплексообразование, окислительно-восстановительное.

Тема 4. Равновесие в окислительно-восстановительных системах

Окислительно-восстановительные реакции. Константы равновесия и направление окислительно-восстановительного процесса. Факторы влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанном потенциале. Основные окислители и восстановители применяемые в анализе.

Модуль 2. Методы разделения и концентрирования

Тема 5. Метод осаждения как метод разделения и концентрирования.

Гетерогенные системы (осадок-раствор, экстракция, сорбция), общая характеристика, место и роль для обнаружения, разделения, концентрирования и количественного определения веществ. Равновесие осадок – раствор. Константа (произведение) растворимости. Использование правила произведения растворимости в аналитической химии.

Метод осаждения как метод разделения и концентрирования. Разделение ионов на группы. Общая характеристика, классификация по характеру фаз. Основные понятия и количественные характеристики методов разделения и концентрирования. Разделение, концентрирование, константа и коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициенты разделения и концентрирования (обогащения). Абсолютное, относительное и групповое концентрирование. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами количественного определения. Факторы, определяющие выбор метода.

Тема 6. Экстракционные и хроматографические методы разделения и концентрирования.

Экстракция (гетерогенное равновесие между двумя жидкими несмешивающимися фазами). Основные понятия и количественные характеристики метода экстракции. Типы экстракционных систем, механизм экстракции. Приемы концентрирования. Примеры экстракционных реакций обнаружения элементов (Fe, Co, Mn, Ni, Sb и др.).

Хроматография, основные принципы метода. Характеристика подвижной и неподвижной фаз. Классификация хроматографических методов по характеру фаз и механизму разделения, приемы концентрирования.

Распределительная хроматография на бумаге. Хроматограммы, способы их проявления. Использование бумажной хроматографии для разделения и обнаружения катионов. Характеристика сорбентов. Ионообменная хроматография. Иониты, ионогенные группы. Механизм катионитного и анионитного разделения. Использование ионообменной хроматографии для отделения катионов и анионов. Приемы концентрирования.

Тема 7. Сорбционные методы разделения и концентрирования.

Сущность сорбционного метода. Сорбционные методы разделения и концентрирования. Классификация сорбентов. Механизм действия сорбента. Природные и синтетические сорбционные материалы. Хелатные и модифицированные сорбенты.

Модуль 3. Химические методы количественного анализа. Гравиметрия

Тема 8. Метрологические основы аналитической химии.

Классификация погрешностей (систематические и случайные). Методы оценки правильности анализа: использование стандартных образцов, метод добавок, сопоставление с другими методами анализа. Оценка воспроизводимости: дисперсия, стандартное отклонение. Исключение промахов по Q-критерию. Критерии точности. Доверительный интервал при заданной доверительной вероятности (p).

Тема 9. Методы количественного анализа. Гравиметрия.

Сущность гравиметрического анализа и области его применения. Разновидности гравиметрических методов. Метод отгонки. Прямые и косвенные методы анализа. Метод осаждения. Важнейшие неорганические и органические осадители, требования к ним. Полнота осаждения. Осаждаемая и гравиметрическая формы, требования, предъявляемые к ним. Характеристика и условия осаждения, отделения, промывания аморфных и кристаллических осадков. Способы получения гравиметрических форм. Гравиметрический фактор. Расчеты в гравиметрическом анализе (навески, осадителя, результат анализа). Погрешности и достоинства гравиметрического анализа

Тема 10. Титриметрические методы анализа

Классификация методов титрования по типу реакции, по титрантам. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Способы выражения концентрации растворов ($\%$, C_M , C_N , T). Вычисление массы эквивалента в различных методах титриметрического анализа. Точка эквивалентности (ТЭ)

и конечная точка титрования (КТТ). Способы установления ТЭ или КТТ. Кривые титрования. Индикаторы, их классификация и требования. Первичные, вторичные стандарты, их приготовление и расчет концентраций. Способы титрования. Расчеты в титриметрических методах анализа.

Метод кислотно-основного титрования. Титранты, индикаторы, определяемые вещества.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Методы обнаружения ионов и идентификация веществ.

Лаб. работа №1. Аппаратура, техника полумикроанализ. Реакции обнаружения катионов K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} .

Лаб. работа №2. Капельные и микрокристаллоскопические реакции обнаружения катионов и анионов. Расчет равновесий в растворах гомогенных систем

Лаб. работа №3. Анализ вещества неизвестного состава (смесь сухих солей) на обнаружение катионов и анионов (дробный метод).

Модуль 2. Методы разделения и концентрирования

Лаб. работа № 4. Расчет равновесий в гетерогенной системе осадок – раствор. Осаждение как метод разделения. Систематический ход анализа.

Лаб. работа № 5. Разделение и обнаружение железа и меди в пищевых продуктах, с помощью распределительной хроматографии на бумаге.

Модуль 3. Химические методы количественного анализа. Гравиметрия

Лаб. работа № 6. Метод отгонки. Определение влажности твердых веществ (хлебопродуктов, почвы, биоматериалов). Статистическая обработка результатов анализа.

Лаб. работа № 7. Метод осаждения. Определение S (SO_4^{2-}) в сульфате аммония.

5.Образовательные технологии

Рекомендуемые образовательные технологии:

- на лекциях по всем разделам используется демонстративный материал в виде презентаций;
- лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем лаборанта и преподавателя.

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

- выполнение лабораторных работ с элементами исследования.
- отчетные занятия по разделам «Методы разделения и концентрирования», «Титриметрические методы анализа».

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 16 часов аудиторных занятий. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Занятия лекционного типа составляют 43% аудиторных занятий.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится экзамен.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа

4.	Подготовка к экзамену.	Компьютерное тестирование или опрос по экзаменационным билетам	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
----	------------------------	--	---

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

Промежуточный контроль проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

Итоговый контроль проводится либо в виде устного экзамена, либо в форме тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы

1. Аналитическая химия. Химический анализ. Методы аналитической химии, их классификация, требования к ним.
2. Характеристика аналитических реакций обнаружения ионов и требования к ним.
3. Классификация аналитических реакций по технике выполнения, по агрегатному состоянию реагентов, по целевому назначению. Примеры.
4. Чувствительность и избирательность аналитических реакций, способы их повышения.
5. Виды, объекты анализа. Аналитические службы, их роль в решении проблем охраны окружающей среды и здоровья человека.
6. Гомогенное равновесие. Равновесие в растворах слабых кислот и оснований. Расчет $[H^+]$, $[OH^-]$, pH и pOH.
7. Равновесие в растворах сильных электролитов (HCl, NaOH). Расчет $[H^+]$, $[OH^-]$, pH и pOH. Активная концентрация, коэффициент активности и ионная сила раствора.
8. Буферные растворы: состав, механизм действия, значение. Расчет pH буферных растворов.
9. Равновесие в растворах комплексных соединений ($K_4[Fe(CN)_6]$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$). Константа диссоциации. Расчет равновесных концентраций комплексообразователя и лиганда.
10. Использование комплексных соединений для обнаружения и разделения ионов.
11. Роль электролитов, буферных растворов и комплексных соединений в жизнедеятельности организма человека.

Задачи

1. Рассчитать и сопоставить pH 0,01 М растворов NH_4OH и $NaOH$.
2. Рассчитать и сопоставить pH 0,1 М растворов CH_3COOH и HCl .
3. Найти pH раствора, если концентрация $[OH^-]$ в растворе равна 10^{-9} М.
4. pH растворов равны 5,0 и 11,0. Определите концентрации ионов $[H^+]$ и $[OH^-]$ в данных растворах.
5. Рассчитать pH буферного раствора, полученного при смешивании по 200 мл 0,1 М NH_4Cl и NH_4OH .
6. Рассчитать pH раствора, полученного, при смешивании 10 мл 0,2 М CH_3COONa и 10 мл 0,1 М CH_3COOH .
7. Рассчитать равновесные концентрации комплексообразователей и лигандов в 0,02 М растворах $[Ag(NH_3)_2]Cl$, $K_4[Fe(CN)_6]$ и $[Cu(NH_3)_4]SO_4$.

Контрольные вопросы

1. Гетерогенное равновесие. Общая характеристика, классификация по характеру фаз.
2. Равновесие в насыщенном растворе над осадком. Использование правила произведения растворимости в аналитической химии. Условия образования и растворения осадков.
3. Метод осаждения как метод разделения и концентрирования. Групповые реагенты.
4. Примеры использования реакций осаждения для обнаружения и разделения катионов и анионов на группы.

5. Соосаждение как метод концентрирования. Виды соосаждения. Получение чистых садков, способы их отделения.
6. Использование свойств гидроксидов металлов (различия в растворимости: в воде, в избытке NaOH и в избытке NH_4OH) для разделения катионов на группы.
7. Разделение катионов и анионов на группы.
8. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Основные понятия, количественные характеристики. Преимущества и недостатки.
9. Общая характеристика хроматографических методов обнаружения и разделения, их классификация.
10. Метод распределительной бумажной хроматографии.
11. Характеристика сорбентов, их значение в аналитической химии.
12. Метод ионообменной хроматографии. Характеристика ионитов (катиониты, аниониты). Ионогенные группы. Принцип работы хроматографической колонки. Описать схему работы и регенерации хроматографической колонки, заполненной: а) КУ-2; б) АН-31.

Задачи

1. Рассчитать растворимость Ag_2CrO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, BaSO_4 в воде.
2. Как изменится растворимость BaSO_4 в присутствии 0,001 М $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$?
3. Рассчитать растворимость AgCl в воде в присутствии 0,02 М NaCl .
4. Какой осадок и почему выпадает первым, если к смеси Cl^- , Br^- , I^- - ионов в равных количествах прибавлять раствор AgNO_3 ?
5. Выпадет ли осадок BaSO_4 , если смешать 10 мл 0,1 % $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и 2 мл 0,1 М $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$?
6. Выпадет ли осадок AgI , если к 5 мл 0,001 М AgNO_3 прилить 1 мл 0,002 М KI ?
7. Предложить схему разделения ионов в смеси с помощью групповых реагентов:

а) Na^+ , Ba^{2+} , Ni^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} ;	д) Cu^{2+} , Ni^{2+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} ;
б) Ca^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} ;	е) CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- ;
в) Fe^{3+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , K^+ ;	ж) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, Br^- , I^- , CH_3COO^- ;
г) NH_4^+ , Al^{3+} , Zn^{2+} , Ag^+ , Ba^{2+} ;	з) SO_4^{2-} , PO_4^{2-} , Cl^- , Br^- , I^- .
8. Рассчитать процент извлечения и коэффициент распределения никеля в хлороформе в виде комплекса с диметилглиоксимом, если из 0,1 мг хлороформом в водную фазу извлечено 0,096 мг.
9. Каков процент извлечения железа в органическую фазу, если от 0,04 мг в экстракте найдено 0,035 мг?
10. Чему равна кратность абсолютного концентрирования при извлечения вещества из 500 мл водной фазы в 20 мл экстракта?
11. Чему будет равен коэффициент концентрирования (S), если соотношение количества микро- и макрокомпонентов в пробе до разделения было 1:500, а после разделения – 1:10?
12. Рассчитать кратность концентрирования марганца, если из 1 л морской воды он извлечен в 20 мл бутанольного экстракта.
13. Рассчитать коэффициент разделения Fe^{3+} и Cu^{2+} , если коэффициенты распределения их в бутаноле равны 0,96 и 0,22 соответственно, а в ацетоне 0,78 и 0,91. В каком случае они полностью разделяются?
14. Можно ли разделить катионы Co^{2+} и Fe^{3+} , если $l_{\text{Co}}=16,2$ см, $l_{\text{Fe}}=28$ см, $l_{\text{I}}=30$ см?

Контрольные вопросы

1. Методы количественного анализа, классификация, требования к ним.
2. Реакции, лежащие в основе методов, и требования к ним.
3. Гравиметрические методы. Сущность, разновидности, области применения.
4. Метод отгонки. Определение влажности сухого вещества.
5. Типы осадков. Условия получения кристаллических и аморфных осадков.
6. Способы промывания и отделения осадка от раствора.
7. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним, примеры.
8. Расчеты в гравиметрическом методе анализа (навески, осадителя, результатов анализа).
9. Погрешности анализа. Оценка результатов по точности и правильности.

Задачи

1. Какую навеску растительной массы (содержание воды $\approx 40\%$) следует брать для определения в ней гигроскопической воды методом отгонки?
2. Какую навеску сплава, содержащего 20% железа, следует взять для определения его гравиметрическим методом в виде $\text{Fe}(\text{OH})_3$?
3. Из 0,9580 г технического сульфата магния в процессе анализа получено 0,3215 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Определить процентное содержание магния в образце.
4. Какой объем 2 М раствора AgNO_3 потребуется для осаждения хлорид-ионов из 0,4520 г NaCl ?
5. Вычислить массовую долю (в %) кристаллизационной воды в $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, если масса чистого бюкса – 20,5228 г, масса бюкса с навеской – 23,1150 г. Масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ после высушивания уменьшилась на 0,3876 г.

6. Определить процентное содержание сухого вещества в плодах шиповника по следующим данным: масса бьюкса с плодами шиповника равна 18,3617 г, после высушивания до постоянной массы она стала равной 17,5820 г. Масса чистого бьюкса – 16,2314 г.
7. Предложить осадитель и привести схему гравиметрических определений ионов: SO_4^{2-} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Ni^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} .

Контрольные вопросы

1. Титриметрические методы, их характеристика и классификация.
2. Индикаторы, классификация, требования к ним.
3. Способы выражения концентрации. Стандартные растворы, способы их приготовления. Примеры.
4. Что такое титр? Расчеты титра и концентрации первичных и вторичных стандартных растворов.
5. В чем суть метода пипетирования и отдельных навесок?
6. В чем суть метода прямого, обратного титрования и титрования заместителя?
7. Метод кислотно-основного титрования. Титранты, индикаторы, определяемые вещества (кислоты, NaOH , $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$).
8. Жесткость (карбонатная, общая). Способы ее определения.
9. Расчеты в титриметрических методах (m_n , C , T , w (%)).
10. Перманганатометрия; титранты (KMnO_4 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), определяемые вещества (Fe^{2+} , NO_3^-). Уравнения реакций, расчеты.
11. Иодометрия, сущность, индикаторы, титранты ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), определяемые вещества (Cl_2). Уравнения реакций, расчеты.
12. Особенности применения крахмала как индикатора при определении окислителей и восстановителей.
13. Аргентометрия: сущность метода, титранты (NaCl , AgNO_3), индикаторы, определяемые вещества (Cl^- , Br^-). Методы Мора, Фаянса, Фольгарда.
14. Примеры аргентометрических определений.
15. Комплексонометрия. Характеристика метода, индикаторы, механизм их действия.
16. Металлохромные индикаторы (эриохром черный, мурексид), механизм их действия.
17. Примеры комплексонометрических определений (общей жесткости воды, Ca^{2+} и Mg^{2+} в смеси).

Задачи

1. Сколько г HNO_3 содержится в 500 мл раствора, если титр его равен 0,00658 г/мл?
2. Сколько нужно отвесить или отмерить (мл) указанных ниже веществ для приготовления 200 мл указанных молярных концентраций эквивалентов: 1) 0,1 М HCl ($\rho = 1,16$ г/мл); 2) 0,2 М Na_2CO_3 ; 3) 0,1 М $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$?
3. Титр раствора HCl равен 0,00352 г/мл. Вычислите его молярную эквивалентную концентрацию.
4. Сколько Na_2CO_3 содержит техническая сода, если на титрование навески 0,2548 г затрачено 24,50 мл 0,19 н HCl ?
5. Чему равна временная жесткость воды, если на титрование 100 мл ее ушло 6,30 мл 0,11 М HCl ?
6. На титрование 20 мл HCl пошло 18,2 мл раствора Na_2CO_3 (0,05 М). Рассчитать C , T и $T_{\text{HCl/NaOH}}$.
7. Сколько г вещества нужно взять, чтобы приготовить 250 мл раствора AgNO_3 с титром 0,00058 г/мл?
8. На титрование 2 мл морской воды затрачено 12,5 мл 0,1 н раствора AgNO_3 . Сколько в г хлорид-ионов содержит 1 л морской воды?
9. 2. Сколько нужно отвесить или отмерить (мл) указанных ниже веществ для приготовления 200 мл указанных молярных концентраций эквивалентов: 1) 0,02 М KMnO_4 (окислитель, кислая среда); 2) 0,1 М $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (восстановитель); 3) 0,01 н AgNO_3 ?
10. Вычислите T и $C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}$, полученного растворением 1,7334 г его в мерной колбе емкостью 250 мл.
11. Сколько г комплексона III потребуется для приготовления 2 л 0,05 н раствора?
12. На титрование 100 мл природной воды пошло 18,60 мл 0,05 н комплексона III. Какова общая жесткость?
13. На титрование 100 мл хлорированной питьевой воды затрачено 2,4 мл 0,02 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Определить количество остаточного хлора в мг/л.
14. На титрование 10 мл KMnO_4 затрачено 5,8 мл 0,05 М раствора щавелевой кислоты. Рассчитать C , T и титр по железу раствора KMnO_4 .
15. На титрование 20 мл соли Мора затрачено 125 мл 0,02 М KMnO_4 . Сколько процентов железа содержал образец, если навеска в 0,5890 г была растворена в 250 мл?
16. Сколько г иода оттитровали 10,0 мл 0,05 н раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$?

Вопросы для промежуточного контроля (коллоквиум № 1, 2)

1. Аналитическая химия, предмет, задачи.
2. Методы аналитической химии (по количеству анализируемого вещества, по видам анализа, по характеру измеряемого свойства и т. д.). Требования к ним
3. Способы выполнения аналитических реакций.
4. Аналитические реакции, эффекты аналитических реакций.
5. Гомогенные системы. Растворы кислот, оснований, комплексных соединений.

6. Ионное произведение воды. Расчеты pH в растворах слабых и сильных кислот и оснований.
7. Буферные растворы, механизм их действия, применение.
8. Гетерогенные системы. Произведение растворимости, растворимость, факторы, влияющие на растворимость веществ.
9. Комплексные соединения в аналитической химии, их свойства и применение, равновесие в растворах комплексных соединений.
10. Кислотно-основная классификация катионов.
11. Классификация анионов. Особенности анализа анионов.
12. Специфические, частные, общие, групповые реакции.
13. Дробный и систематический анализ.
14. Специфические реакции на катионы: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} .
15. Метод экстракции как метод разделения и обнаружения.
16. Хроматографические методы обнаружения и разделения катионов.
17. Задачи к контрольным работам 1-4.

Вопросы для промежуточного контроля (коллоквиум № 3, 4)

1. Методы количественного анализа, классификация.
2. Гравиметрические методы анализа (метод отгонки и осаждения).
3. Осаждаемая и гравиметрическая формы, осадители, требования к ним.
4. Этапы гравиметрического анализа и расчеты в гравиметрии (навески, осадителя, результатов анализа).
5. Титриметрические методы анализа. Их классификация.
6. Способы выражения концентрации растворов.
7. Стандартные растворы (первичные и вторичные), способы приготовления и определения их концентрации (% , C_m , C_z , T, $T_{A/B}$).
8. Способы фиксации точки эквивалентности. Индикаторы, их классификация и требования к ним.
9. Расчеты в титриметрических методах анализа (методами пипетирования и отдельных навесок).
10. Методы нейтрализации и окислительно-восстановительного титрования (титранты, определяемые вещества, способы фиксирования точки эквивалентности).
11. Методы комплексонометрии и осадительного титрования.
12. Метрологическая оценка результатов анализа по точности, правильности и воспроизводимости.
13. Решение задач к контрольным работам 1-3.

Контрольные вопросы к итоговому контролю

Содержание итогового контроля формируется из вопросов текущего, промежуточного контролей и задач. Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования или в виде письменной работы. В каждый билет входит 4 вопроса – 2 по теории и 2 задачи.

1. Аналитическая химия, предмет, задачи.
2. Методы аналитической химии (классификация по количеству анализируемого вещества, по видам анализа, по характеру измеряемого свойства и т. д.), требования к ним.
3. Аналитические реакции, эффекты аналитических реакций, способы выполнения.
4. Гомогенные системы. Растворы кислот, оснований, комплексных соединений.
5. Ионное произведение воды. Расчеты pH в растворах слабых и сильных кислот и оснований.
6. Буферные растворы, механизм их действия, применение.
7. Гетерогенные системы. Произведение растворимости, растворимость. Факторы, влияющие на образование и растворимость веществ.
8. Комплексные соединения в аналитической химии, их свойства и применение, равновесие в растворах комплексных соединений.
9. Кислотно-основная классификация катионов.
10. Классификация анионов. Особенности анализа анионов.
11. Специфические, частные, общие, групповые реакции.
12. Дробный и систематический анализ.
13. Специфические реакции на катионы: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} .
14. Гетерогенные равновесия. Общая характеристика, классификация методов разделения и концентрирования.
15. Метод экстракции как метод разделения и обнаружения. Количественные характеристики.
16. Хроматографический метод обнаружения и разделения катионов. Бумажная распределительная и ионообменная хроматография.
17. Методы количественного анализа, классификация.
18. Гравиметрические методы анализа (метод отгонки и осаждения).
19. Осаждаемая и гравиметрическая формы, осадители, требования к ним.
20. Этапы гравиметрического анализа и расчеты в гравиметрии (навески, осадителя, результатов анализа).
21. Титриметрические методы анализа, их классификация. Требования к реакциям в титриметрии.

22. Способы выражения концентрации растворов.
23. Стандартные растворы (первичные и вторичные), способы приготовления и определения их концентрации (% , C_m , C_3 , T, $T_{A/B}$).
24. Способы фиксации точки эквивалентности. Индикаторы, их классификация и требования к ним.
25. Расчеты в титриметрических методах анализа (методами пипетирования и отдельных навесок).
26. Методы нейтрализации и окислительно-восстановительного титрования (титранты, определяемые вещества, способы фиксирования точки эквивалентности).
27. Методы комплексонометрии и осадительного титрования.
28. Метрологическая оценка результатов анализа по точности, правильности и воспроизводимости.

Тестовые задания

Тема 1.

1. Аналитическими называются реакции, протекающие
 - 1) с проявлением аналитического эффекта
 - 2) медленно 3) обратимо 4) с отсутствием внешнего признака
2. Капельные реакции – это реакции, при которых о присутствии того или иного иона судят по
 - 1) изменению цвета пламени 2) выпадению осадка
 - 3) окраске пятна на фильтровальной бумаге 4) форме и цвету кристаллов
3. Окраску в растворах имеет группа катионов
 - 1) Fe^{3+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} 2) Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ag^+
 - 3) Cu^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , Pb^{2+} 4) Al^{3+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Na^+
4. Сухим способом проводятся реакции
 - 1) окрашивания пламени 2) капельные
 - 3) растирания 4) микрокристаллоскопические
5. Для обнаружения катионов бария в растворе используют
 - 1) сульфат аммония 2) хлорид аммония
 - 3) нитрат аммония 4) хромат калия
6. Ионы кальция окрашивают пламя в _____ цвет.
 - 1) зеленый 2) кирпично-красный 3) красный 4) синий
7. Осадок диметилглиоксимата никеля имеет _____ окраску.
 - 1) синюю 2) розовую 3) желтую 4) красную
8. Присутствие катиона аммония в растворе можно доказать, используя в качестве реактивов
 - 1) реактив Чугаева 2) гидроксид натрия 3) дифениламин 4) реактив Неслера
9. Установите соответствие между обнаруживаемым ионом и реактивом.

1. NH_4^+	1) реактив Чугаева
2. Ni^{2+}	2) алюминон
3. Co^{2+}	3) реактив Несслера
4. Al^{3+}	4) реактив Ильинского

Тема 2.

1. К гомогенным можно отнести равновесия
 - 1) раствор – осадок 2) вода – бутиловый спирт
 - 3) вода – ацетон 4) вода – этиловый спирт
2. Основное назначение буферных растворов в анализе
 - 1) усиление аналитического сигнала
 - 2) ускорение аналитических реакций
 - 3) поддержание нужного значения pH
 - 4) поддержание ионной силы раствора
3. pH 0,01 М раствора HCl равен _____.
 - 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4
4. При концентрации ионов водорода 10^{-8} , значение pH равно _____.
 - 1) 2,0 2) 4,5 3) 6,0 4) 8,0
5. Концентрация комплексообразователя в 0,001 М растворе $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ ($K_D = 6,8 \cdot 10^{-8}$) равна _____ М.
 - 1) $2,58 \cdot 10^{-4}$ 2) $4,1 \cdot 10^{-5}$ 3) $1,12 \cdot 10^{-6}$ 4) $6,3 \cdot 10^{-3}$

6. Выражение для $K_{нест}[Ag(NH_3)_2]^+$

- 1) $\frac{[Ag^+][NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+}$ 2) $\frac{[Ag(NH_3)_2]^+}{[Ag^+][NH_3]^2}$ 3) $\frac{[Ag^+]+[NH_3]}{[Ag(NH_3)_2]^+}$ 4) $\frac{[Ag(NH_3)_2]^+ \cdot [NH_3]^2}{[Ag^+]}$

7. Ионная сила раствора хлорида бария с общей концентрацией “с” равна ____.

- 1) $\mu = 3c$ 2) $\mu = 2c$ 3) $\mu = c$ 4) $\mu = 4c$

Тема 3.

1. Разделение катионов по кислотно-основной схеме анализа основано на различной растворимости

- 1) гидроксидов в избытке щелочи и водном растворе аммиака
2) хлоридов, фосфатов в воде, кислотах и водном растворе аммиака
3) сульфатов, сульфидов, карбонатов в воде, щелочах и гидроксидов в кислотах
4) хлоридов, сульфатов и гидроксидов в воде, кислотах, щелочах и водном растворе аммиака

2. Катионы алюминия, хрома и цинка могут быть отделены, используя общее свойство их гидроксидов –

- 1) растворимость в кислотах 2) растворимость в избытке NaOH
3) растворимость в воде 4) растворимость в избытке $NH_3 \cdot H_2O$

3. В основе разделения анионов методом осаждения лежит различие в растворимости солей

- 1) кадмия и никеля 2) железа и марганца
3) магния и алюминия 4) бария и серебра

4. Имеется раствор с равными концентрациями Ca^{2+} , Ba^{2+} и Pb^{2+} . Расположите в порядке их осаждения серной кислотой. ($PP_{CaSO_4} = 9,1 \cdot 10^{-5}$, $PP_{BaSO_4} = 1,0 \cdot 10^{-10}$, $PP_{PbSO_4} = 1,6 \cdot 10^{-8}$)

- 1) Pb^{2+} 2) Ba^{2+} 3) Ca^{2+}

5. Метод соосаждения в основном применяется для

- 1) разделения катионов на группы
2) разделения макрокомпонентов
3) концентрирования микрокомпонентов
4) разделения анионов

6. Растворимость (М) $BaSO_4$ в воде равна ____ ($PP(BaSO_4) = 1 \cdot 10^{-10}$)

- 1) $1 \cdot 10^{-8}$ 2) $2 \cdot 10^{-6}$ 3) $1 \cdot 10^{-7}$ 4) $1 \cdot 10^{-5}$

7. Условие выпадения осадка –

- 1) $IP > PP$ 2) $IP = PP$ 3) $IP < PP$ 4) все перечисленные

Тема 4.

1. Экстракция – это процесс распределения вещества между

- 1) двумя несмешивающимися растворителями, одним из которых является вода
2) двумя неподвижными фазами
3) ионитом и раствором
4) двумя смешивающимися органическими растворителями

2. Формула для расчета коэффициента распределения (Д)

- 1) $D = \frac{C_0}{C_B} \cdot 100$ 2) $D = \frac{C_B}{C_0}$ 3) $D = \frac{C_0}{C_{общ} - C_0}$ 4) $D = \frac{C_0}{C_{общ}} \cdot 100$

3. Параметр, характеризующий хроматографическую колонку –

- 1) материал колонки 2) химический состав сорбента
3) природа, неподвижной фазы 4) высота колонки

4. Кратность абсолютного концентрирования при извлечении вещества из 500 мл водной фазы в 20 мл экстракта равна

- 1) 5 2) 10 3) 25 4) 100

5. На катионите (RKt) протекает реакция

- 1) $RKt + NaCl \rightarrow RNa + KtCl$ 2) $RAn + NaCl \rightarrow RCl + NaAn$
3) $RAnH + NaCl \rightarrow RAnNa + HCl$ 4) $ROH + NaCl \rightarrow RCl + NaOH$

6. Наанионите (RAn) протекает реакция

- 1) $RAn + NaCl \rightarrow RCl + NaAn$ 2) $RAnH + NaCl \rightarrow RAnNa + HCl$
3) $RKt + NaCl \rightarrow RNa + NaCl$ 4) $RAnH + NaCl \rightarrow RHCl + NaAn$

Тема 5.

1. В методе осаждения гравиметрического анализа

- 1) определяемый компонент количественно осаждается в виде малорастворимого соединения
 - 2) искомый компонент определяется без отделения
 - 3) определяемый компонент выделяется в виде экстракта
 - 4) определяемый компонент отгоняется в виде летучего соединения
2. Гравиметрический фактор определения алюминия по массе Al_2O_3 равен ____.
- 1) 0,8446 2) 0,5294 3) 0,9625 4) 1,2214
3. Процентное содержание серы в объекте, если из навески 0,6425 г после обработки получена гравиметрическая форма $BaSO_4$ массой 0,1625 г равно ____.
- 1) 0,88 2) 1,12 3) 2,98 4) 3,47
4. Навеска (г) $AlCl_3$ для определения алюминия гравиметрическим методом в виде $Al(OH)_3$, чтобы получить 0,25 г Al_2O_3 равна ____.
- 1) 0,2334 2) 0,4460 3) 0,5296 4) 0,6544
5. Для отделения кристаллических осадков применяют фильтр
- 1) «белая» лента 2) «красная» лента
 - 3) «синяя» лента 4) любой из перечисленных
6. При гравиметрическом определении железа в виде гидроксида железа (III) в качестве осадителя предпочтительнее использовать
- 1) $NaHPO_4$ 2) $NaOH$ 3) Na_2CO_3 4) $NH_3 \cdot H_2O$
7. Расположите этапы выполнения гравиметрического анализа в порядке очередности их выполнения
- 1) озоление 2) расчет результатов 3) прокаливание 4) высушивание

Тема 6.

1. Титриметрия – это метод анализа основанный на измерении
 - 1) объема титранта, израсходованного на титрование вещества
 - 2) точной массы вещества
 - 3) количества электричества
 - 4) электропроводности раствора
2. Стандартным называется раствор
 - 1) с неизвестным титром 2) с приближенной концентрацией
 - 3) с точной известной концентрацией 4) процентный
3. Титр раствора комплексона (III), полученного растворением 1,6400 г х.ч. препарата в 500 мл дистиллированной воды равен ____ г/мл.
 - 1) 0,000965 2) 0,001446 3) 0,002668 4) 0,003280
4. На титрование 20 мл нитрата серебра затрачено 13,4 мл 0,1 М раствора хлорида натрия. Молярная концентрация эквивалента нитрата серебра равна ____ М.
 - 1) 0,067 2) 0,088 3) 0,096 4) 0,112
5. Причина изменения окраски pH-индикаторов –
 - 1) изменение концентраций ионов H^+ в растворе
 - 2) образование окрашенного комплекса
 - 3) выпадение окрашенного осадка
 - 4) окисление или восстановление
6. Метод кислотно-основного титрования основан на реакции
 - 1) $2J^- - 2e \rightarrow J_2$ 2) $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$ 3) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$
7. Установите соответствие между методом анализа и титрантом.
 1. ацедометрия
 2. алкалометрия
 3. йодометрия
 4. метод Мора
 - 1) NaOH
 - 2) $Na_2S_2O_3$
 - 3) $AgNO_3$
 - 4) HCl
8. Установите соответствие между методом анализа и индикатором.
 1. ацедометрия
 2. метод Фольгарда
 3. йодометрия
 4. метод Мора

1) FeCl_3

2) метилоранж

3) K_2CrO_4

4) крахмал 9. Установите соответствие между группой индикаторов (по механизму действия) и методом анализа.

1. адсорбционные

2. pH-индикаторы

3. ок/ред – индикаторы

4. металлохромные

1) комплексонометрия.

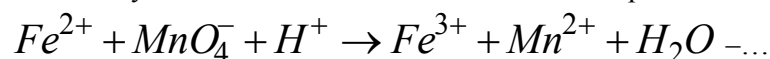
2) аргентометрия (метод Фаянса)

3) алкилометрия и ацедометрия

4) дихроматометрия

Тема 7.

1. Способ установления точки эквивалентности в реакции



1) появление бледно-розового окрашивания

2) обесцвечивание раствора

3) появление желтого окрашивания

4) по редокс-индикатору

2. Условия перманганатометрического определения железа (II) –

1) в щелочной среде, на холоду

2) в кислой среде, при нагревании

3) в щелочной среде, при нагревании

4) в кислой среде, на холоду

3. Фактор эквивалентности перманганата калия в нейтральной среде равен

1) 1/2

2) 1/3

3) 1/5

4) 1/6

4. Содержание железа (II) (мг), если на его титрование израсходовано 10 мл 0,02 М раствора KMnO_4 равно...

1) 10,12

2) 11,20

3) 13,55

4) 16,50

5. Индикатором иодометрического метода является...

1) мурексид

2) метиловый оранжевый

3) дифениламин

4) крахмал

6. При титровании раствора щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) израсходовано 20 мл 0,1 М раствора перманганата калия. Масса чистой кислоты в растворе равна _мг.

1) 45

2) 90

3) 180

4) 220

Тема 8.

1. Комплексонометрическим титрованием определяются

1) металлы

2) общая жесткость воды

3) основания

4) окислители

2. Действие металл-индикаторов основано на

1) выпадении осадка

2) диссоциации индикатора

3) окислении индикатора

4) образовании окрашенного комплекса с определяемым ионом

3. Окраска водного раствора индикатора эриохром-черного Т при pH = 9 ____.

1) синяя

2) красная

3) оранжевая

4) зеленая

4. При титровании 50 мл воды затрачено 6,50 мл 0,05 М раствора комплексона III. Общая жесткость равна ____ мг-экв/л.

1) 2,5

2) 4,8

3) 6,5

4) 8,4

5. В методе Мора применяется индикатор –

1) хромат калия

2) крахмал

3) сульфат железа (III)

4) эозин

6. В методе Фаянса осадительного титрования используют адсорбционные индикаторы

1) эозин

2) хромат калия

3) флюоресцин

4) фенолфталеин

7. При титровании раствора, содержащего 0,015 г образца удобрения, израсходовано 10,5 мл 0,015 М раствора нитрата серебра. Массовая доля хлорида калия в образце равна ____ %

1) 39,6

2) 78,2

3) 84,6

4) 98,8

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий (допуск, выполнение, сдача работ) – 60 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

письменная контрольная работа - 100 баллов.

Критерии выставления оценок на экзамене:

оценка «отлично»: глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах терминологии дисциплины, представленной в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

оценка «хорошо»: твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном реагировании на замечания по отдельным вопросам;

оценка «удовлетворительно»: знание и понимание основных вопросов программы, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их самостоятельной корректировки;

оценка «неудовлетворительно»: непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменатора.

Критерии оценки контрольных работ (коллоквиум):

оценка «отлично»: ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности, демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение находить рациональные пути решения задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении при решении задачи, графических построениях нет ошибок, задача решена рациональным способом с корректным использованием необходимых физико-химических величин, получен верный ответ. Работа выполнена на 76-100%

оценка «хорошо»: дан полный, правильный ответ на основе изученных понятий, концепций, закономерностей, теорий, но допускаются несущественные ошибки в расчетах при решении задач. Работа выполнена на 66-75%.

оценка «удовлетворительно»: дан полный ответ, но при этом есть существенные ошибки указывающие на неумение использовать теоретические знания и умения при решении поставленных задач. Данные проблемы в знаниях не препятствуют дальнейшему обучению. Работа выполнена на 50-65%

оценка «неудовлетворительно»: ответ обнаруживает незнание основного (порогового) содержания учебного материала. Работа выполнена менее 50%

Критерии оценки устного опроса - критерии оценивания:

оценка «отлично» - выставляется студенту, если студент дал подробные ответы на все заданные вопросы. При этом студент должен показать знания не только из основной литературы, но и знания из дополнительной литературы, сети Internet;

оценка «хорошо» - выставляется студенту, если студент дал полные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в одном вопросе;

оценка «удовлетворительно» - выставляется студенту, если студент дал обобщенные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в нескольких вопросах;

оценка «неудовлетворительно» - выставляется студенту, если студент не дал базовые ответы на все вопросы, не продемонстрировал логической связи между теоретическим и практическим материалом. Не показал знания из основной литературы. Студент допустил значительные ошибки в вопросах.

Критерии оценки тестирования:

- оценка «отлично» - выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 86 – 100% тестовых заданий;

- оценка «хорошо» - выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 66 – 85% тестовых заданий;

- оценка «удовлетворительно» - выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 51 – 65% тестовых заданий;

- оценка «неудовлетворительно» - выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на менее 51% тестовых заданий

Критерии оценки по лабораторным работам:

- оценка «отлично» (86 – 100% баллов) выставляется студенту, если он полностью оформил лабораторный журнал по теме лабораторной работы, самостоятельно выполнил эксперимент, правильно рассчитал и оформил результаты работы, дал подробные ответы на все контрольные вопросы;

- оценка «хорошо» (66 – 85% баллов) выставляется студенту, если он полностью оформил лабораторный журнал по теме лабораторной работы, самостоятельно выполнил эксперимент, правильно рассчитал и оформил результаты работы, но допустил ошибки при ответе на все контрольные вопросы;

- оценка «удовлетворительно» (51 – 65% баллов) выставляется студенту, если он полностью оформил лабораторный журнал по теме лабораторной работы, выполнил эксперимент с помощью лаборанта, правильно рассчитал и оформил результаты работы, но допустил ошибки при ответе на все контрольные вопросы;

- оценка «неудовлетворительно» (менее 51% баллов) выставляется студенту, если он не оформил лабораторный журнал по теме лабораторной работы и не выполнил эксперимент.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) <http://edu.dgu.ru/course/index.php?categoryid=86>

<http://chemistry-chemists.com/Uchebniki/Chemistry-books-Biochem.html>

<http://chemistry-chemists.com/Libraries.htm>

б) основная литература:

1. Пилипенко, А.Т. Аналитическая химия : учеб. пособие для студентов химических и химико-технологических спец. высших учебных заведений; : в 2-х книгах. Кн.2 / А. Т. Пилипенко, И. В. Пятницкий. - М. : Химия, 1990. - 846 с. - ISBN 5-7245-0752-8 : 0-95.
2. Аналитическая химия: химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Владова [и др.]. – Электрон.текст. данные. – О.М. Петрухин, Л.Б. Кузнецова, под ред. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 462 с. – 978-5- 906828-19-4. – Режим доступа: <https://www.book.ru/book/928910/view2/1>
3. Основы аналитической химии [Электронный ресурс]: практическое руководство / Ю.А. Барбалат [и др.]. – Электрон. текстовые данные. –Ю. А. Золотова, Т.Н. Шеховцовой, К.В. Осколка, под ред. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 463 с. – 978-5-00101-037-1. Режим доступа: <https://www.book.ru/book/928918/view2/1>

в) дополнительная литература:

1. Основы аналитической химии: в 2-х т.: учебник для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов. Т.2 / [Н.В.Алов и др.]; под ред. Ю.А.Золотов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2012, 2010. - 407, [9] с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Рекомендовано МО РФ. - ISBN 978-5-7695-5823-8 (т.2): 833-69
2. Валова (Копылова) В.Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум / В.Д. Валова (Копылова), Е.И. Паршина. – Электрон.текстовые данные. – М.: Дашков и К, 2015. – 199 с. – 978-5-394-01301-0. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10905.html>
3. Васильев, В.П. Аналитическая химия : лабораторный практикум : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов химико-технологического профиля / В. П. Васильев ; В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина ; под ред. В. П. Васильева. - М. : Дрофа, 2006. - 416. - ISBN 5-358-00578-1.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- 1). eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>. – Яз. рус., англ.
- 2). Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный
- 3). Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>.
- 4). ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/>.
5. ЭБС book.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: www.book.ru/.
6. ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html>.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе 8.

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, с целью формирования у студентов знаний и умений в области экологической паспортизации и аттестации. Что особенно важно инженерам, специализирующимся в области защиты окружающей среды. В тетради для конспектирования лекций записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студентов в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях, и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Студенту необходимо активно работать с конспектом лекций: по-

сле окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям экзамену, модульным контрольным, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия. Перед началом лабораторных занятий студент должен самостоятельно изучить методику выполнения и получить допуск у преподавателя. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет лабораторные задания, позволяющие закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

Самостоятельная работа выполняется студентом в виде конспектирования первоисточника, закрепления материала при выполнении практических работ по теме. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводится: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ ит.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Микрорентгенофлуоресцентный, капельный методы анализа.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка; - работа с вопросами для самопроверки;
Гомогенные равновесия в аналитической химии. Равновесие в растворах сильных и слабых электролитов, буферных растворов. Расчет рН. Равновесие в растворах комплексных соединений, окислительно-восстановительных реакций.	
Рациональное использование воды	
Переработка, обезвреживание и утилизация отходов производства и потребления	
Равновесие в гетерогенной системе осадок – раствор. Константа равновесия (ПР) и ее использование в аналитической химии.	
Метод осаждения и соосаждения как методы разделения и концентрирования. Систематический ход анализа (кислотно – основной способ).	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка; - работа с вопросами для самопроверки;
Экстракция как метод обнаружения, разделения и концентрирования. Количественные характеристики (степень извлечения, коэффициент распределения, концентрирования).	
Хроматографические методы анализа. Распределительная хроматография. Ионнообменная хроматография, сущность. Ионный обмен, ионнообменные смолы, катиониты, аниониты. Избирательность сорбции.	
Гравиметрический анализ. Разновидности. Метод отгонки (Определение влажности и сухого остатка). Метод осаждения (условия получения осаждаемой (кристаллической и аморфной) и гравиметрической форм.	
Титриметрический анализ. Общие вопросы, кислотно-основное и окислительно- восстановительное титрование.	
Осадительное и комплексонометрическое титрование. Разновидности осадительного титрования. Индикаторы. Условия, определяющие возможность комплексонометрического титрования. Металлоиндикаторы. Применение.	

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Промышленная экология» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Программы пакета Microsoft Office

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек, вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого студента), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы.

1. Весы аналитические LekiB1604, Pioneer.
2. Весы теххимические LekiB5002.
3. Иономеры в комплекте со штативами и электродами «Эксперт-001».
4. Колориметры фотоэлектрические КФК-2, КФК-2МП, КФК-3.
5. Выпрямитель
6. Амперметр
7. Вольтметр
8. Набор лабораторной посуды.
9. Необходимые реактивы.
10. Электролизеры
11. Электроды
12. Сосуд Бойля
13. Водяная баня