

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

Кондратенко Е.И., профессор,
д.б.н.

Тырков А.Г., профессор, д.х.н.

«28» мая 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Кондратенко Е.И., профессор, д.б.н.

«4» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая химия

Составитель	к.х.н., доцент Абдурахманова Нурия Мулдагалиевна
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль) ОПОП	Химия и Биология
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очно-заочное
Год приема	2019
Курс	2

Астрахань – 2020

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является ознакомление студентов с местом аналитической химии в системе наук, понимать роль химического анализа, владеть метрологическими основами анализа, знать существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, а также принципы и области использования основных методов химического анализа.

1.2. Задача аналитической химии - развитие теории химических и физико-химических методов анализа, процессов и операций в научном исследовании.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина относится к профессиональному циклу Б1.Б.19.18, обязательная часть (базовая).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- учебный курс логически связан с теоретическими основами общей химии и неорганической химии. Следовательно, «входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ вышеобозначенной учебной химической дисциплины.

Знания: физико-химические свойства важнейших органических и неорганических соединений, законы кинетики и термодинамики, основы электрохимических превращений веществ, теоретических и практических основ методов и средств идентификации, обнаружения, разделения и концентрирования.

Умения: правильно оценивать возможности отдельных методов анализа, обоснованно выбрать соответствующий для решения конкретной задачи.

Навыки: использовать оборудования и приборы, математически обосновывать результаты исследования, критически оценивать полученные результаты; отбирать материал для теоретических занятий и лабораторных работ.

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

- коллоидная химия (коллоидные системы, коллоидные частицы в процессах осаждения и разделения)

- физическая химия (механизм химических реакций, использование физических и физико-химических процессов)

- химическая технология (аналитический контроль при технологическом контроле протекания промышленных процессов)

- органическая химия (механизм химических реакций, использование физических и физико-химических процессов).

Дисциплина встраивается в структуру ОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

общефессиональные (ОПК):

ОПК-8 «Способность осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний»

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-8	ИОПК-8.1.1 Демонстрирует специальные научные знания в т.ч. в предметной области.	ИОПК-8.2.1 Осуществляет трансформацию специальных научных знаний в соответствии с психофизиологическими, возрастными, познавательными особенностями обучающихся, в т.ч. с особыми образовательными потребностями.	ИОПК-8.3.1 Осуществляет урочную и внеурочную деятельность в соответствии с предметной областью согласно освоенному профилю (профилям) подготовки
	ИОПК-8.1.2 Демонстрирует знание современных представлений о строении вещества, зависимости строения и свойств веществ от положения составляющих их элементов в ПСМ и характера химических связей.	ИОПК-8.2.2 Использует основные законы неорганической химии, закономерности протекания различных процессов при проведении теоретических занятий и лабораторных работ.	ИОПК-8.3.2 Владеет основами неорганической химии, закономерностями протекания различных процессов
	ИОПК-8.1.3 Показывает знания о термодинамике и кинетике, закономерностей протекания окислительно-восстановительных процессов, в комплексных соединениях.	ИОПК-8.2.3 Умеет пользоваться химической посудой, реактивами, химическим оборудованием с соблюдением правил техники безопасности.	ИОПК-8.3.3 Владеет методиками постановки экспериментов и обработки результатов
			ИОПК-8.3.4 Владеет методами научно-педагогического исследования в предметной области.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3,4 зачетных единиц, в том числе 54 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 18 часов – лекции, 36 часов – лабораторные работы, 18 часов – курсовая работа), и 180 часов – на самостоятельную работу

обучающихся.

Таблица 2.
Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименование радела (темы)	С е м е с т р	Нед еля сем ест ра	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
3 семестр									
1	Раздел 1 Качествен- ный анализ. Предмет, задачи и методы качественного анализа	3	1	1		1		10	Собеседование
2	Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	3	2-4	1		3		12	Рейтинговая контрольная работа 1 Собеседование
3	Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	3	5,6	1		2		10	Рейтинговая контрольная работа 1
4	Закон действия масс и гетерогенные процессы	3	7,8	2		3		12	Рейтинговая контрольная работа 2
5	Окислительно- восстанови- тельные процессы	3	9- 11	1		2		10	Рейтинговая контрольная работа 3 Собеседование
6	Комплексо- образование в аналитичес- кой химии	3	12- 14	1		3		12	Рейтинговая контрольная работа 4 Собеседование
7	Анионы и анализ сухого вещества	3	15- 17	1		2		12	Собеседование
8	Методы разделения и концентриро- вания	3	18- 20	1		2		12	Собеседование
Итого третий				9		18		90	Экзамен

семестр									
4 семестр									
9	Раздел 2. Количественный анализ. Количественный анализ	4	1	1		2		12	Сообщения
10	Гравиметрический анализ	4	2-5	1		2		14	Рейтинговая контрольная работа 5 Собеседование
11	Метод кислотно-основного титрования	4	6-9	2		4		12	Рейтинговая контрольная работа 6 Собеседование
12	Методы окислительно-восстановительного титрования	4	10-13	2		4		14	Рейтинговая контрольная работа 7 Собеседование
13	Методы осаждения	4	14, 15	1		2		12	Собеседование
14	Комплексонометрия	4	16, 17	1		2		14	Рейтинговая контрольная работа 8 Собеседование
15	Физико-химические методы анализа	4	18, 19	1		2		12	Собеседование
Итого четвертый семестр				9		18	18	90	
ИТОГО				18		36	18	180	Защита курсовой работы, экзамен 3, 4 семестр

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам.

Таблица 3.
Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции	
		ОПК-8	общее количество компетенций
Раздел 1 Качественный анализ Предмет, задачи и методы качественного анализа	12	+	1
Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	16	+	1
Закон действия масс и	13	+	1

процессы гидролиза и амфотерности			
Закон действия масс и гетерогенные процессы	17	+	1
Окислительно-восстановительные процессы	13	+	1
Комплексообразование в аналитической химии	16	+	1
Анионы и анализ сухого вещества	15	+	1
Методы разделения и концентрирования	15	+	1
Раздел 2 Количественный анализ. Количественный анализ	15	+	1
Гравиметрический анализ	17	+	1
Метод кислотно-основного титрования	18	+	1
Методы окислительно-восстановительного титрования	20	+	1
Методы осаждения	15	+	1
Комплексонометрия	17	+	1
Физико-химические методы анализа	15	+	1
Курсовая работа	18	+	1
Итого	252		

Краткое содержание учебной дисциплины.

Раздел 1. Качественный анализ.

Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа

Задачи аналитической химии. Место аналитической химии среди других наук и ее влияние на развитие естественных наук, промышленности и сельского хозяйства. Химико-технологический контроль производства. Роль аналитической химии в профессиональной подготовке химиков.

Предмет и задачи качественного анализа. Методы качественного анализа. Физические, физико-химические и химические методы анализа. Анализ «мокрым» и «сухим» путями. Макро-, микро-, полумикро- и ультромикроанализ. Реакции окрашивания пламени. Капельный и микрокристаллический анализы.

Этапы развития аналитической химии. Системы качественного анализа. Сульфидная система анализа катионов, ее сущность. Положительные стороны и недостатки сульфидной системы анализа катионов. Деление катионов и анионов на аналитические группы. Групповые реагенты. Положительные стороны и недостатки кислотно-щелочной системы. Систематический и дробный ход анализа. Сущность систематического хода анализа. Общеаналитические, групповые и специфические реакции и реагенты. Дробные анализы, их сущность и перспективы развития.

Аналитическая классификация катионов и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Чувствительность аналитических реакции. Открываемый минимум, предельная

концентрация или предельное разбавление. Взаимосвязь этих показателей и их практическое использование в анализе.

Основные условия обнаружения ионов в растворе. Специфические, избирательные, селективные реагенты и реакции. Маскировка мешающих посторонних ионов путем связывания их в прочные комплексные соединения.

Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа

Применение закона действующих масс к обратимым реакциям. Уравнение константы химического равновесия. Основные положения теории электролитической диссоциации.

Взаимосвязь между степенью и константой ионизации слабых электролитов. Закон Разбавления В. Оствальда. Методика вычислений с использованием степени и константы ионизации.

Смещение ионных равновесий. Действие одноименного иона. Основные положения теории сильных электролитов. Электростатическое взаимодействие между ионами. Кажущаяся степень диссоциации. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Методика вычисления ионной силы раствора и активности ионов с использованием приближенных значений коэффициентов активности и метода интерполяции.

Значение теории электролитической диссоциации в качественном анализе. Произведение воды и водородные показатель. Вычисление рН в растворах щелочей и оснований. Буферные системы и их значение в анализе. Вычисление рН буферных растворов.

Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерность

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

Амфотерность гидроксидов. Теория амфотерности. Значение амфотерности в качественном анализе.

Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы

Произведение растворимости. Методика вычисления растворимости веществ по величине произведения растворимости. Влияние одноименных ионов на растворимость электролитов.

Солевой эффект. Дробное осаждение. Условие образования и растворения осадков. Превращение одних малорастворимых электролитов в другие. Условие протекания реакций обмена.

Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы

Значение реакций окисления-восстановления в анализе. Стандартный водородный электрод. Стандартные электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций. Подбор эффективных окислителей и восстановителей для конкретных случаев анализа. Влияние рН среды и концентраций редокс-формы на протекание реакций.

Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии

Комплексные соединения, их состав и строение. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости. Применение комплексов в качественном анализе для открытия и разделения катионов.

Маскировка мешающих ионов. Подбор реагентов, разрушающих комплексные ионы. Вычисление концентраций продуктов диссоциаций комплексных соединений. Применение органических реактивов в качественном анализе.

Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества

Классификация анионов. Общая характеристика групп. Групповые реагенты. Анионы-окислители и анионы-восстановители. Открытие ионов при совместном присутствии. Анализ сухого вещества. Переведение веществ в раствор и ход анализа.

Тема 8. Методы разделения и концентрирования

Сущность хроматографии. Современные методы хроматографии. Ионообменные

смолы.

Сущность экстракции органическими растворителями. Примеры использования экстракции в химическом анализе.

Раздел 2. Количественный анализ.

Тема 9. Количественный анализ

Предмет и методы количественного анализа. Значение и роль количественного анализа в развитие химических проблем и в решение практических вопросов. Основные разделы количественного анализа. Физические и физико-химические методы количественного анализа, их характеристика. Статистическая обработка результатов анализа

Тема 10. Гравиметрический анализ

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

Тема 11. Метод кислотно-основного титрования

Объемный анализ. Сущность и методы объемного анализа. Необходимые условия для объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе. Исходные вещества и требования к ним. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Вычисление в объемном анализе.

Сущность методов кислотно-основного титрования и область их применения. Ацидиметрия и алкалиметрия. Кислотность и щелочность среды и водородный показатель. Точка нейтральности и конечная точка титрования. Индикаторы методов кислотно-основного титрования. Теория индикаторов. Интервалы окраски важнейших индикаторов. Различные случаи титрования. Титрование сильной кислоты щелочью, слабой кислоты щелочью и слабого основания сильной кислотой. Кривые титрования. Точка эквивалентности в различных случаях титрования. Выбор индикаторов для конкретных случаев. Индикаторные ошибки.

Тема 12. Методы окислительно-восстановительного титрования

Сущность и классификация методов редоксиметрии. Редоксипотенциалы и направление протекания реакций. Константы равновесия редокс-реакций. Кривые титрования. Индикаторы метода редоксиметрии.

Пермангонатометрия. Сущность метода и область его применения. Йодометрия. Определение окислителей и восстановителей йодометрическим методом. Рабочие растворы. Раствор тиосульфата и реакции йода с тиосульфатом. Источники ошибок в йодометрии.

Тема 13. Методы осаждения

Методы осаждения. Сущность и теоретические основы методов осаждения. Классификация методов осаждения. Прямое и обратное титрование. Метод Мора, Фаянса и Фольгарда. Область применения методов осаждения. Расчеты в методах осаждения.

Тема 14. Комплексонометрия

Сущность комплексонометрии. Комплексоны. Определение эквивалентной точки. Кривые титрования по методу комплексонометрии. Комплексонометрическое определение жесткости воды.

Тема 15. Физико-химические методы анализа

Электрогравиметрический метод анализа, его сущность и применение. Потенциометрический и кондуктометрический методы анализа. Полярографический метод анализа. Теоретические основы метода. Полярограф.

Оптические методы анализа. Закон Ламберта – Бугера – Бера. Фотоэлектрокалориметрия. Сущность метода и область применения. Поляриметрия и

рефрактометрия. Сущность метода и область применения. Физические методы анализа. Эмиссионный спектральный анализ. Его сущность и применение.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения
Лекционные занятия проводятся еженедельно в объеме 2 часа. Лабораторные занятия проводятся еженедельно в объеме 2 часа. По окончании изучения каждой темы студенты выполняют рейтинговые контрольные работы и проходят собеседования. По окончании прохождения курса студенты выполняют курсовую работу.

Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

а) основная литература:

1. Харитонов Ю. Я., Аналитическая химия : учебник / Ю. Я. Харитонов - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-4400-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444009.html> (ЭБС «Консультант студента»)

2. Васильев, В.П. Аналитическая химия: Лабораторный практикум: доп. М- вом образования РФ в качестве учеб.пособ. для вузов/ В.П.Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочиргина. - 2 –е изд.; перераб. и доб. - М.: Дрофа, 2004. - 416 с. (21 экз).

3. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие / А.Н. Трифонова, И.В. Мельситова - Минск : Выш. шк., 2013. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850622464.html> (ЭБС «Консультант студента»)

4. Александрова Т.П., Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. пособие / Александрова Т.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 106 с. - ISBN 978-5-7782-3033-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html> (ЭБС «Консультант студента»)

5. Моногарова О.В., Аналитическая химия. Задачи и вопросы : учеб. пособие / О.В. Моногарова, С.В. Мугинова, Д.Г. Филатова ; под ред. Т.Н. Шеховцовой. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 112 с. - ISBN 978-5-9704-3572-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435724.html> (ЭБС «Консультант студента»)

б) дополнительная литература:

1. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. – М.: Мир, 2001. – 267с.

2. Отто, М. Современные методы аналитической химии.(в 2-х томах) . Т. 2 / Перев. с нем. под ред. А.В. Гармаша. - М. : Техносфера, 2004. - 288 с. (т.2)

3. Харитонов, Юрий Яковлевич. Аналитическая химия: Аналитика: В 2-х кн. Кн.1. Общие теоретические основы. Качественный анализ : учеб. - М. : Высш. шк., 2001. - 615 с..

4. Харитонов, Юрий Яковлевич. Аналитическая химия: Аналитика: В 2-х кн. Кн. 2 : учеб. для вузов. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - М. : Высш. шк., 2001. - 559 с.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 4.

Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	Роль аналитической химии в профессиональной подготовке химиков. Этапы развития аналитической химии.	10	Доклад

Тема 2. Закон действия масс, как теоретическая основа качественного анализа	Взаимосвязь между степенью и константой ионизации слабых электролитов. Закон Разбавления В. Оствальда. Методика вычислений с использованием степени и константы ионизации. Смещение ионных равновесий. Действие одноименного иона. Основные положения теории сильных электролитов. Электростатическое взаимодействие между ионами. Кажущаяся степень диссоциации. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Методика вычисления ионной силы раствора и активности ионов с использованием приближенных значений коэффициентов активности и метода интерполяции	12	Реферат
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	Амфотерность гидроксидов. Теория амфотерности. Значение амфотерности в качественном анализе.	10	Устное сообщение
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы.	Условие образования и растворение осадков. Превращение одних малорастворимых электролитов в другие. Условие протекания реакций обмена	12	Устное сообщение
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	Значение реакций окисления-восстановления в анализе. Стандартный водородный электрод. Стандартные электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций.	10	Эссе
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	Комплексные соединения, их состав и строение. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости. Применение комплексов в качественном анализе для открытия и разделения катионов	12	Эссе
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества.	Классификация анионов. Общая характеристика групп	12	Реферат
Тема 8. Методы разделения и концентрирования	Сущность экстракции органическими растворителями. Примеры использования экстракции в химическом анализе.	12	Доклад
Тема 9. Количественный анализ	Значение и роль количественного анализа в развитие химических проблем и в решение практических вопросов. Основные разделы количественного анализа.	12	Эссе
Тема 10. Гравиметрический анализ	Осадки кристаллические и аморфные. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков	14	Доклад
Тема 11. Метод кислотно-основного	Объемный анализ. Сущность и методы объемного анализа. Необходимые условия	12	Курсовая работа;

титрования	для объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе. Исходные вещества и требования к ним. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Вычисление в объемном анализе		доклад
Тема 12. Методы окислительно-восстановительного титрования	Сущность и классификация методов редоксиметрии. Редоксипотенциалы и направление протекания реакций. Константы равновесия редокс-реакций	14	Курсовая работа; доклад
Тема 13. Методы осаждения	Область применения методов осаждения	12	Устное сообщение
Тема 14. Комплексонометрия	Сущность комплексонометрии. Комплексоны	14	Устное сообщение
Тема 15. Физико-химические методы анализа.	Оптические методы анализа. Закон Ламберта – Бугера – Бера. Фотоэлектрокалориметрия. Сущность метода и область применения	12	Реферат

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Темы курсовой работы по дисциплине «Аналитическая химия» выбираются студентами в течение февраля месяца и обсуждаются с руководителем курсовой работы. Сдача и защита курсовой работы осуществляется в начале июня месяца. Допускается самостоятельный выбор студентом темы курсовой работы. Выбор оптимального индикатора для кислотно-основного или окислительно-восстановительного титрования (построить кривую титрования, определить скачок титрования, подобрать оптимальный индикатор и рассчитать ошибку титрования) на примерах, приведенных в таблице:

Определяемое вещество	Титрант
0,05 н KNO_2	0,15 н KMnO_4
0,15 н KI	0,2 н KBrO_3
0,15 н H_2S	0,2 н NaClO
0,2 н NH_4Cl	0,25 н NaOH
0,25 н CH_3COOH	0,2 н KOH
0,05 М KOH	0,1 М H_3AsO_3
0,25 М FeSO_4	0,15 М NH_4VO_3
0,15 м HCOOH	0,2 м NaOH
0,15 н KMnO_4	0,2 н KNO_2
0,20 М H_2S	0,15 М KOH
0,2 н FeSO_4	0,3 н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
0,15 М Na_2HPO_4	0,2 М HCl
0,05 н HCOOH	0,15 н I_2
0,25н Na_2CO_3	0,15М HCl

0,15 _H KAsO ₂	0,1 _H I ₂
0,15H ₃ AsO ₄	0,2 M KOH
0,25M _H NaSbCl ₄	0,2 M KMnO ₄
0,2 M Na ₂ CO ₃	0,05 M HCl
0,1 M H ₂ SO ₄	0,2 M KBrO ₃
0,05 M KOH	0,1 M H ₃ AsO ₃
0,25 M FeSO ₄	0,15 M NH ₄ VO ₃
0,15 M HCOOH	0,2 M NaOH
0,15 _H KMnO ₄	0,2 _H KNO ₂
0,20 M H ₂ S	0,15 M KOH
0,2 _H FeSO ₄	0,3 _H K ₂ Cr ₂ O ₇
0,15M Na ₂ HPO ₄	0,2 M HCl
0,05 _H HCOOH	0,15 _H I ₂
0,25 _H K ₂ CO ₃	0,15 M HCl
0,15 _H KAsO ₂	0,1 _H I ₂
0,25 M KCN	0,2 M H ₂ SO ₄
0,15 M H ₂ O ₂	0,2 M KI
0,15 M NH ₄ Cl	0,25 M KOH
0,25 M N ₂ H ₄	0,3 M I ₂
0,15 M FeSO ₄	0,25 M K ₂ Cr ₂ O ₇
0,1 M K ₂ SO ₃	0,15 M HNO ₃
0,15 M H ₂ TeO ₃	0,2 M KOH
0,1 M H ₂ C ₂ O ₄	0,2 M KMnO ₄
0,1 _H NH ₃	0,2M H ₂ SO ₄
0,5M _H Na ₂ S ₂ O ₃	0,2M I ₂

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги, диспуты, дебаты, портфолио круглые столы и пр.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Название образовательной технологии	Темы, разделы дисциплины	Краткое описание применяемой технологии
Интерактивный семинар	Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, в которой возникает желание изучать новый материал. Этап заканчивается формулировкой нескольких вопросов, которые охватывают ключевые понятия темы (степень и константа диссоциации сильных и слабых электролитов, активная концентрация, водородный показатель, гидролиз солей, степень и константа гидролиза, буферные системы и их значение в анализе) и выявляют возможное непонимание материала в при решение задач 2. Содержание занятия. Первый этап – сформулировать. Студенты самостоятельно изучают лекционные записи и материал данный в учебниках, формулируют свои ответы на заданные вопросы. Второй этап – поделиться. Студенты объединяются в пары и по очереди представляют друг другу свои решения, определяя и обсуждая способов получения буферных растворов с заданным значением рН, выяснения среды солей гидролизующихся по разному типу исправляя и поясняя решения друг друга. Третий этап – создать. Студенты вместе создают новое решение с учетом результатов обсуждения, которое включает в себя лучшие идеи. Четвертый этап – проверить. Работает вся группа. Несколько пар предоставляют свой отчет на заданные вопросы. Ошибки и спорные вопросы становятся началом коллективного обсуждения. Все студенты проверяют свои решения, вносят исправления, пояснения и дополнения. 3. Дидактические средства

		Карточки с упражнениями и задачами, тестовые задания 4. Контрольно-корректировочный этап. Осуществить анализ собственного опыта. Проведение тестирования студентов
Дискуссия по проведению систематического хода анализа I и II групп катионов	Лабораторная работа «Анализ катионов I и II группы»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, закрепляющей новый материал. Формулировка познавательной задачи: поиск методов практического анализа смеси катионов I и II группы. 2. Содержание занятия. 1. Выполнение качественных реакций 2. Определение оптимальных условий проведения качественных реакций 3. Выбор хода анализа реальной смеси катионов I и II группы. 4. Определение состава смеси катионов. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, методическое пособие, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами и определение ошибки в определяемой величине. Проведение тестирования студентов.
Проблемная лекция	Гетерогенные процессы.	1. Мотивационный этап. Создание проблемной ситуации при рассмотрении эксперимента по определению влияния некоторых факторов на растворимость осадков малорастворимых соединений. Известно, что одноименные ионы уменьшают растворимость осадка, но при увеличении их концентрации растворимость увеличивается 2. Разработка способа решения проблемы Конкретизация процессов, происходящих при растворении вещества. Выдвижение гипотез для их решения. Подведение к новым противоречиям в процессах растворения вещества. Формулировка условий разделения катионов основанных на реакциях гидролиза, выяснение условий усиления и подавления

		гидролиза. 3. Реализация найденного решения В результате рассмотрения процесса растворения осадка у студентов будет сформированы представления о влиянии на растворимость солевого эффекта, реакции комплексообразования и образования кислых солей. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами. Проведение тестирования студентов.
Проект Дискуссия по проведению систематического хода анализа III и IV групп катионов	Лабораторная работа «Анализ катионов III и IV группы»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, закрепляющей новый материал. Формулировка познавательной задачи: поиск методов практического анализа смеси катионов III и IV группы. 2. Содержание занятия. 1. Выполнение качественных реакций 2. Определение оптимальных условий проведения качественных реакций 3. Выбор хода анализа с учетом реакций гидролиза реальной смеси катионов III и IV группы. 4. Определение состава смеси катионов. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, методическое пособие, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами и определение ошибки в определяемой величине. Проведение тестирования студентов.
Проблемная лекция	Гидролиз	1. Мотивационный этап. Создание проблемной ситуации при рассмотрении эксперимента по применению реакций гидролиза в процессах разделения катионов в качественном анализе. Известно, что катионы, обладающие высоким поляризующим действием активно вступают в реакции гидролиза с образованием нерастворимых продуктов, что позволяет использовать эти реакции для отделения их от

		других катионов. 2. Разработка способа решения проблемы Конкретизация процессов, происходящих при растворении вещества. Выдвижение гипотез для их решения. Подведение к новым противоречиям в процессах растворения вещества. формулировка условий разделения катионов основанных на реакциях гидролиза, выяснение условий усиления и подавления гидролиза. 3. Реализация найденного решения. В результате рассмотрения процесса гидролиза у студентов будет сформированы представления о подразделение катионов на отдельные группы, использования реакций гидролиза для качественного анализа. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами. Проведение тестирования студентов.
Семинарское занятие Обучение в малых группах	Гетерогенные процессы	1. Подготовительный этап. Разбивка студентов на минигруппу (3-4 человека). Разделение вопросов для обсуждения. Распределение ролей. Состав группы: Докладчик представляет основной доклад по своему вопросу 1. Выяснение условий образования осадков, 2. Выяснение условий растворения осадков, 3. Превращение одних малорастворимых соединений в другие . Докладчик обосновывает свою позицию. Содокладчик отвечает на вопросы представителей других групп по представленному докладу, отстаивает позицию своей группы. Оппонент кратко пересказывает позицию докладчика из другой группы, находит ее уязвимые, спорные места или ошибки, задает вопросы представителям других групп. Эксперт оценивает работу каждого участника. 2. Организационный этап. Напоминание правил преподавателем, установление регламента (в роли хронометриста преподаватель, представление и обсуждение докладов).

		3. Рефлексивный этап. Обсуждение результатов 4. Дидактические средства. Ноутбук, интернет, демонстрационный эксперимент
Проблемная лекция	Окислительно-восстановительные процессы в качественном анализе	1. Мотивационный этап. Создание проблемной ситуации при рассмотрении выбора условий проведения качественных окислительно-восстановительных реакций.. Известно, что качественное определение иона марганца (II) проводится по реакции получения окрашенного перманганат-иона, но так как перманганат-ион сам является сильным окислителем получить ее очень трудно, поэтому появляется вопрос подбора реагента-окислителя и выяснения оптимальных условий проведения реакций. 2. Разработка способа решения проблемы Конкретизация условий протекания окислительно-восстановительных процессов, выбор оптимального реагента с участием которого образуется окрашенный продукт. Выдвижение гипотез для их решения. Подведение к противоречию получения необходимого продукта. 3. Реализация найденного решения. В результате рассмотрения качественной окислительно-восстановительной реакции у студентов будет сформированы представления о влиянии среды, реакций комплексообразования и осаждения на значения окислительно-восстановительного потенциала. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами. Проведение тестирования студентов.
Дискуссия по проведению систематического хода анализа V и VI групп катионов	Лабораторная работа «Анализ катионов V и VI группы»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, закрепляющей новый материал. Формулировка познавательной задачи: поиск методов практического анализа смеси катионов V и VI группы. 2. Содержание занятия. 1.Выполнение качественных реакций 2.Определение оптимальных условий

		проведения качественных реакций 3.Выбор хода анализа с учетом реакций комплексообразования реальной смеси катионов V и VI группы. 4.Определение состава смеси катионов. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, методическое пособие, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами и определение ошибки в определяемой величине. Проведение тестирования студентов.
Дискуссия по проведению систематического хода анализа смеси групп катионов	Лабораторная работа «Анализ смеси катионов I - VI групп»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, закрепляющей новый материал. Формулировка познавательной задачи: поиск методов практического анализа смеси катионов I -VI групп.. 2. Содержание занятия. 1.Выполнение качественных реакций 2.Определение оптимальных условий проведения качественных реакций 3.Выбор хода анализа с учетом реакций комплексообразования реальной смеси катионов I - VI групп. 4.Определение состава смеси катионов. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, методическое пособие, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами и определение ошибки в определяемой величине. Проведение тестирования студентов.
Дискуссия по проведению систематического хода анализа смеси анионов	Лабораторная работа «Анализ смеси анионов»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, закрепляющей новый материал. Формулировка познавательной задачи: поиск методов практического анализа смеси анионов трех групп катионов. 2. Содержание занятия.

		1.Выполнение качественных реакций 2.Определение оптимальных условий проведения качественных реакций 3.Выбор хода анализа с учетом реакций разного типа реальной смеси анионов. 4.Определение состава смеси анионов. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, методическое пособие, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами и определение ошибки в определяемой величине. Проведение тестирования студентов
Дискуссия по проведению систематического хода анализа сухого вещества	Лабораторная работа «Анализ сухого вещества»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, закрепляющей новый материал. Формулировка познавательной задачи: поиск методов практического анализа сухого вещества. 2. Содержание занятия. 1.Проведение предварительных испытаний по определению растворимости вещества. 2.Определение среды в растворе исследуемого вещества. 3.Выбор хода анализа с учетом полученных предварительных результатов. 4.Определение состава анализируемого вещества. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, методическое пособие, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами и определение ошибки в определяемой величине. Проведение тестирования студентов.
Семинарское занятие Сформулировать— поделиться— создать —	Методы разделения и концентрирования	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, в которой возникает желание изучать новый материал. Этап заканчивается формулировкой нескольких вопросов, которые охватывают ключевые понятия темы (адсорбция, хроматография,

проверить		экстракция, органические растворителя, процессы комплексообразования и осаждения в методах разделения) и выявляют возможное непонимание материала в при решение задач 2. Содержание занятия. Первый этап – сформулировать. Студенты самостоятельно изучают лекционные записи и материал данный в учебниках, формулируют свои ответы на заданные вопросы. Второй этап – поделиться. Студенты объединяются в пары и по очереди представляют друг другу свои решения, определяя и обсуждая различные методы разделения и концентрирования веществ, справляя и поясняя решения друг друга. Третий этап – создать. Студенты вместе создают новое решение с учетом результатов обсуждения, которое включает в себя лучшие идеи. Четвертый этап – проверить. Работает вся группа. Несколько пар предоставляют свой отчет на заданные вопросы. Ошибки и спорные вопросы становятся началом коллективного обсуждения. Все студенты проверяют свои решения, вносят исправления, пояснения и дополнения. 3. Дидактические средства. Карточки с упражнениями и задачами, тестовые задания 4. Контрольно-корректировочный этап. Осуществить анализ собственного опыта. Проведение тестирования студентов.
Проект «Влияние кислой среды на получение оптимальных размеров кристаллов осаждаемой формы»	Лабораторная работа «Определение содержания бария в кристаллогидрате хлорида бария»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, закрепляющей новый материал. Формулировка познавательной задачи: выбор условий для определение со держания бария методом осаждения из кристаллогидрата хлорида бария. 2. Содержание занятия. 1.Разбивка студентов на группы и разогрев (массаж пальцев, ушных раковин, кончика носа).

		2.Определение проблемы (условия осаждения; промывания и фильтрования, высушивание и прокаливание осадка). 3.Генерация идей. 4.Анализ идей. 5.Поиск решения для реализации. 6.Проведение реакции осаждения сульфата бария, формирование осадка с целью получения крупнокристаллической формы, промывание и фильтрование осадка, высушивание и прокаливание, взвешивание и расчет результатов анализа. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами и определение относительной ошибки в определении бария в кристаллогидрате хлорида бария. Проведение тестирования студентов.
Сформулировать– поделить– создать – проверить	Лабораторная работа «Определение содержания кислот методом кислотно-основного титрования»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, в которой возникает желание изучать новый материал. Этап заканчивается формулировкой нескольких вопросов, которые охватывают ключевые понятия темы: способы выражения концентрации, приготовление растворов заданной концентрации методом разбавления и взятием точной навески твердого вещества, фиксирование точки эквивалентности, расчет результатов титрования. 2. Содержание занятия. Первый этап – сформулировать. Студенты самостоятельно изучают приемы кислотно- основного титрования, выбор условий и подбор индикатора, формулируют свои ответы на заданные вопросы. Второй этап – поделить. Студенты объединяются в пары и по очереди представляют друг другу свои решения, определяя и обсуждая приготовление стандартных и рабочих растворов.

		Третий этап – создать. Студенты проводят количественный анализ содержания кислот в исследуемом растворе методом нейтрализации с учетом результатов обсуждения, которое включает в себя лучшие идеи. Четвертый этап – проверить. Работает вся группа. Несколько пар предоставляют свой отчет на заданные вопросы. Ошибки и спорные вопросы становятся началом коллективного обсуждения. Все студенты проверяют свои решения, вносят исправления, пояснения и дополнения. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Осуществить анализ полученных результатов и определение их ошибки
Учебный проект	Лабораторная работа «Определение состава карбонатных и фосфатных смесей»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, в которой у студентов возникает потребность в изучении возможность определения содержания отдельных компонентов методом кислотно-основного титрования. Этап заканчивается формулировкой познавательной задачи: выбор индикаторов и последовательность их применения 2. Содержание занятия. Разбивка студентов на мини-группы (2-3 человека). Формирование нового знания, связанного с решением студентами познавательной задачи по выбору оптимальных индикаторов и последовательности их применения для раздельного определения отдельных компонентов в карбонатных и фосфатных смесях, составление смесей определенного состава и определение их концентраций компонентов титрованием с различными индикаторами, расчет ошибки результатов титрования. 3. Контрольно-корректировочный этап. Защита учебного проекта. Оценивается объем выполненной работы, качество проведенного

		титрования и полученных результатов, умение четко выражать свои мысли, отстаивать свою точку зрения, отвечать на вопросы и т. д. Подведение итогов и анализ работы со студентами. 4. Дидактические средства. Компьютер, проектор, набор химических реактивов, химическая посуда и оборудование
Проблемная лекция	Окислительно-восстановительные процессы в количественном анализе	1. Мотивационный этап. Создание проблемной ситуации при рассмотрении выбора условий проведения качественных окислительно-восстановительных реакций.. Известно, что качественное определение иона марганца (II) проводится по реакции получения окрашенного перманганат-иона, но так как перманганат-ион сам является сильным окислителем получить ее очень трудно, поэтому появляется вопрос подбора реагента-окислителя и выяснения оптимальных условий проведения реакций. 2. Разработка способа решения проблемы Конкретизация условий протекания окислительно- восстановительных процессов, выбор оптимального реагента с участием которого образуется окрашенный продукт. Выдвижение гипотез для их решения. Подведение к противоречию получения необходимого продукта. 3. Реализация найденного решения.. В результате рассмотрения качественной окислительно- восстановительной реакции у студентов будет сформированы представления о влиянии среды, реакций комплексообразования и осаждения на значения окислительно-восстановительного потенциала. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами. Проведение тестирования студентов.
Проект «Определение условий проведения перманганатометрического титрования»	Лабораторная работа «Перманганатометрия»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, закрепляющей новый материал. Формулировка познавательной задачи: определение условий проведения перманганатометрического титрования восстановителей.

восстановитель»		2. Содержание занятия. 1.Разбивка студентов на группы и разогрев (массаж пальцев, ушных раковин, кончика носа). 2.Определение проблемы: создание условий для количественного титрования с участием перманганата калия. 3.Генерация идей. 4.Анализ идей. 5.Поиск решения для реализации. 6.Приготовление раствора перманганата калия и определение его концентрации по реакции со стандартным раствором восстановителя, проведение титрования в оптимальных условиях с учетом устойчивости веществ и характером получаемых продуктов, расчет содержания восстановителя по результатам перманганатометрического титрования. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Выполнение контрольного титрования с целью определения содержания в стандартных растворах.
Проблемная лекция	Комплексонометрическое титрование	1. Мотивационный этап. Создание проблемной ситуации при рассмотрении выбора условий проведения комплексонометрического определения содержания некоторых ионов металлов. Известно, что жесткость воды определяется содержанием в воде ионов кальция и магния, в некоторых случаях необходимо определение или магниевой, или кальциевой жесткости, поэтому необходимо учитывать влияние различных факторов на их раздельное определение. 2. Разработка способа решения проблемы Конкретизация условий протекания реакций комплексообразования ЭДТА с ионами металлов зависимости от прочности комплекса металла с индикатором и с ЭДТА, учет влияния среды и побочных реакций.

		3. Реализация найденного решения. В результате рассмотрения влияния различных факторов были определены условия титрования ионов магния и кальция, рассмотрены способы определения жесткости воды. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами. Проведение тестирования студентов
Сформулировать – поделить – создать – проверить	Лабораторная работа «Комплексонометрическое титрование»	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, в которой возникает желание изучать новый материал. Этап заканчивается формулировкой нескольких вопросов, которые охватывают ключевые понятия темы: комплексонометрического титрования, мelleхромные индикатора, оптимальные условия для определения содержания конкретного иона металла, комплексонометрический метод определения жесткости воды. 2. Содержание занятия. Первый этап – сформулировать. Студенты самостоятельно изучают понятие жесткости воды и методы ее определения и устранения, выбор условий общей и кальциевой жесткости воды, формулируют свои ответы на заданные вопросы. Второй этап – поделить. Студенты объединяются в пары и по очереди представляют друг другу свои решения по определению различных видов жесткости воды. Третий этап – создать. Студенты проводят количественное определение жесткости воды различными способами комплексонометрическим и кислотно-основным. Четвертый этап – проверить. Работает вся группа. Проводят определение жесткости воды и сравнивают результаты, полученные разными методами. Несколько пар предоставляют свой отчет на заданные вопросы. Ошибки и спорные вопросы становятся началом коллективного

		обсуждения. Все студенты проверяют свои решения, вносят исправления, пояснения и дополнения. 3. Дидактические средства. Оборудование и химические реактивы, ноутбук, интернет, тестовые задания. 4. Контрольно-корректировочный этап. Осуществить анализ полученных результатов и определение их ошибки и устранение природной жесткости воды в Астраханской области.
Проблемная лекция	Электрохимические методы анализа	1. Мотивационный этап. Создание проблемной ситуации при рассмотрении выбора объектов для исследования электрохимическими методами. Известно, что вещества, определяемые электрохимическими методами должны обладать окислительно-восстановительными свойствами, поэтому необходим перевод анализируемого вещества в активную электрохимическую форму. 2. Разработка способа решения проблемы Рассмотрение эффективного электрохимического способа определения анализа конкретного вещества, составление установки для электрохимического титрования и определения концентрации. 3. Реализация найденного решения. В результате рассмотрения физико-химических свойств реального объекта исследования выбирается один из электрохимических методов (потенциометрический, вольтамперометрический или кондуктометрический) и проводится определение содержания анализируемого вещества. 4. Контрольно-корректировочный этап. Подведение итогов работы со студентами. Проведение тестирования студентов.
Курсовая работа (учебный	Выбор оптимального индикатора для кислотно- основного и окислительно-	1. Мотивационный этап. Создание ситуации, в которой у студентов возникает потребность в изучении сущности

проект)	восстановительного титрования	методов кислотно-основного и окислительно-восстановительного титрования, подбора индикаторов для конкретных случаев титрования, определения индикаторных ошибок. Этап заканчивается формулировкой познавательной задачи: выбор индикатора отвечающего заданной точности анализа. 2. Содержание занятия. Разбивка студентов на мини-группы (2-3 человека). Формирование нового знания, связанного с решением студентами познавательной задачи по выбору оптимального индикатора для конкретного случая титрования, расчет отдельных точек титрования, построение кривой титрования, определение скачка титрования, расчет индикаторной ошибки для кислотно-основного и окислительно-восстановительного титрования 3. Контрольно-корректировочный этап. Защита учебного проекта. Оценивается объем выполненной работы, качество проведенного титрования и полученных результатов, умение четко выражать свои мысли, отстаивать свою точку зрения, отвечать на вопросы и т. д. Подведение итогов и анализ работы со студентами. 4. Дидактические средства. Компьютер, проектор, набор химических реактивов, химическая посуда и оборудование.
---------	-------------------------------	--

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и off-line (формах: лекций-презентаций, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных лабораторных работ.

6.2. Информационные технологии

Интернет-ресурсы www.asu.edu.ru (представлены учебно-методические материалы для усвоения студентами курса;

Электронный образовательный ресурс по курсу «Аналитическая химия», представленный на платформе moodle по адресу <http://moodle.asu.edu.ru>

Для оперативной связи со студентами предполагается возможность использования электронной почты преподавателя.

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии: виртуальная обучающая среда (или система управления обучением LMS Moodle) или иные информационные системы.

6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

а) программное обеспечение:

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Офисная программа
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты

б) Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС)

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех».

<https://biblio.asu.edu.ru> Учетная запись образовательного портала АГУ

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.

www.studentlibrary.ru Регистрация с компьютеров АГУ

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Таблица 5
Соответствие разделов, тем дисциплины,
результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Предмет, задачи и методы качественного анализа	ОПК-8	Собеседование
2	Закон действия масс, как теоретическая основа качественного анализа.	ОПК-8	Рейтинговая контрольная работа 1
3	Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	ОПК-8	Рейтинговая контрольная работа 1
4	Закон действия масс и гетерогенные процессы.	ОПК-8	Рейтинговая контрольная работа 2

5	Окислительно-восстановительные процессы	ОПК-8	Рейтинговая контрольная работа 3
6	Комплексообразование в аналитической химии	ОПК-8	Рейтинговая контрольная работа 4
7	Анионы и анализ сухого вещества	ОПК-8	Собеседование
8	Методы разделения и концентрирования	ОПК-8	Собеседование
9	Количественный анализ.	ОПК-8	Сообщения
10	Гравиметрический анализ	ОПК-8	Рейтинговая контрольная работа 5
11	Метод кислотно-основного титрования	ОПК-8	Рейтинговая контрольная работа 6
12	Методы окислительно-восстановительного титрования	ОПК-8	Рейтинговая контрольная работа 7
13	Методы осаждения	ОПК-8	Собеседование
14	Комплексонометрия.	ОПК-8	Рейтинговая контрольная работа 8
15	Физико-химические методы анализа	ОПК-8	Собеседование

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

Таблица 6.
Критерии оценивания результатов обучения

5 «отлично»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; -неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; -выполнение заданий при подсказке преподавателя; - затруднения в формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	- неправильная оценка предложенной ситуации; -отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки

знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Примерный комплект тестовых заданий по дисциплине «Аналитическая химия»

Тема «Гомогенное равновесие в растворах»

1. Раствор, образование которого не связано с изменением объема и тепловым эффектом называют
 - а) стандартным
 - б) идеальным
 - в) разбавленным
 - г) рабочим
2. При растворении какого вещества в воде наблюдается повышение энтальпии?
 - а) едкого натра
 - б) олеума
 - в) аммиачной селитры
 - г) поваренной соли
3. При увеличении концентрации нелетучего компонента в растворе происходит:
 - а) конденсация части пара над раствором;
 - б) увеличение давления пара над раствором;
 - в) увеличение концентрации молекул воды в паре над раствором;
 - г) увеличение объема пара над раствором
4. Явление селективной диффузии определенного сорта частиц в растворе через полупроницаемую перегородку называется:
 - а) электролитической ионизацией
 - б) протолизом
 - в) сольволизом
 - г) осмосом
5. Как влияет на степень электролитической диссоциации концентрация раствора?
 - а) степень электролитической диссоциации не зависит от концентрации раствора;
 - б) при разбавлении степень электролитической диссоциации увеличивается;
 - в) при разбавлении степень электролитической диссоциации уменьшается;
 - г) степень электролитической диссоциации в концентрированных растворах наибольшая.

Тема «Метод нейтрализации»

1. Установочным веществом для определения концентрации NaOH методом титрования является:
 - а) NH_4OH
 - б) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
 - в) HCl
 - г) H_2SO_4
2. При определении концентрации сульфата меди йодометрическим методом применяется титрование:
 - а) прямое
 - б) обратное
 - в) по методу замещения
 - г) кислотно-основное
3. Какой вид имеет кривая титрования NH_4OH раствором соляной кислоты?
4. Основным уравнением процесса нейтрализации в водных растворах является:
 - а) $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
 - б) $2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
 - в) $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
 - г) $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$
5. Укажите верное утверждение:
 - а) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем меньше скачок титрования
 - б) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем больше скачок титрования
 - в) концентрация титруемой кислоты не влияет на скачок титрования
 - г) все ответы не верны.

Лабораторная работа 1.

«Анализ катионов I и II группы»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 15-22).

Рейтинговая контрольная работа 1.

Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности.

Вариант 1

1. Вычислить степень ионизации муравьиной кислоты в 0,48 М растворе ее, если $[H^+] = 0,01$ моль/л.
2. Определить $[H^+]$ в растворе, полученном при смешивании 30 мл 0,1 М раствора CH_3COOH и 50 мл 0,3 М раствора ацетата натрия.
3. Вычислить активную концентрацию OH^- в 0,01 М растворе KOH , учитывая ионную силу раствора.
4. Вычислить $[H^+]$, $[OH^-]$ и pH раствора, образовавшегося при смешивании 40 мл 0,05 М раствора HNO_2 и 10 мл 2 М раствора KNO_2 .
5. От каких факторов зависит степень электролитической диссоциации? Как ее увеличить? Как уменьшить?
6. Сколько мл 0,2 М раствора соляной кислоты нужно добавить к 50 мл 0,1 М раствора ацетата калия, чтобы получить раствор с $pH=4$?
7. Вычислить степень гидролиза, pH и равновесные концентрации ионов, образующихся при гидролизе 0,1 М раствора карботата аммония.
8. Сколько граммов нитрата свинца растворено в 1 л воды, если в результате гидролитического равновесия pH раствора равен 5,6?

Вариант 2

1. Вычислить $[H^+]$ в 6% растворе хлороводородной кислоты.
2. Вычислить молярную концентрацию раствора $HCOOH$, если в 250 мл его содержится 1,7 г $HCOONa$ и $[H^+] = 3,6 \cdot 10^{-4}$ моль/л.
3. Вычислить концентрацию в моль/л раствора $BaCl_2$, если ионная сила раствора его 0,09.
4. 100 мл 23 Н раствора $HCOOH$ смешали с 30 мл 15 Н раствора формиата натрия. Определить pH смеси.
5. Как изменится степень диссоциации в растворе слабого электролита при нагревании раствора; при его длительном упаривании?
6. Сколько мл 0,1 М раствора едкого натра надо добавить к 50 мл 0,15 М раствора дигидрофосфата натрия, чтобы получить раствор с $pH = 7,2$?
7. Вычислить степень гидролиза, pH и равновесные концентрации ионов в 0,5 М растворе сульфида натрия.
8. Сколько граммов ацетата калия надо растворить в 250 мл воды, чтобы получить в результате гидролиза раствор с $pH = 8,5$?

Лабораторная работа I1.

«Анализ катионов III и IV группы»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 31-44).

Рейтинговая контрольная работа 2

Закон действия масс и гетерогенные процессы

Вариант 1

1. Одинакова ли растворимость MgF_2 и BaCO_3 .
2. Пользуясь величинами ПР солей AgCl и AgBr определите, в каком из насыщенных растворов этих солей содержится больше ионов Ag^+ .
3. Вычислить ПР Ag_2CrO_4 , если в 500 мл воды растворили 0,011 г Ag_2CrO_4 .
4. Выпадает ли осадок $\text{Mg}(\text{OH})_2$ при действии на 0,2 М раствор MgSO_4 равным объемом: 1) 0,2 М раствором NH_3 ; 2) смеси растворов 0,2 М NH_3 и 2 М NH_4OH ?
5. Выпадает ли осадок CaF_2 в растворе, содержащем 10^{-3}M CaCl_2 , 0,1 М NaF и 0,5 г-ион/л H^+ ?
6. В каком случае следует использовать для расчета растворимости концентрационное или условное значение ПР: а) CaCO_3 в воде; б) CaCO_3 в разбавленном растворе HCl ; в) CaCO_3 в растворе CH_3COOH ?
7. При какой концентрации ионов $\text{Fe}(\text{III})$ в растворе начнет выпадать осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$, если в растворе содержится $2 \cdot 10^{-1}$ М раствор аммиака и 2 М раствор хлорида аммония?

Вариант 2

1. Влияние pH на растворимость.
2. К 125 мл насыщенного раствора сульфата свинца прибавлено 5 мл 5% раствора сульфата калия. Сколько г-ионов свинца останется в растворе?
3. При какой концентрации ионов магния начнется выпадение осадка гидроокиси магния из раствора, содержащего 0,5 М хлорида аммония и 0,1 М гидроокиси аммония?
4. Ионы Ca^{2+} осадили избытком $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, над осадком CaC_2O_4 осталось 200 мл 0,1 М раствора $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Сколько г-ионов Ca^{2+} останется в растворе?
5. Сколько мг NiCl_2 должно содержаться в 5 мл раствора с pH 3,5, чтобы при насыщении его 0,1 М сероводородом образовался осадок NiS ?
6. В каком случае растворимость осадка MgNH_4PO_4 будет наибольшей, а в каком наименьшей: а) в воде; б) в растворе HCl ; в) в растворе NH_4Cl ?
7. Выпадает ли осадок гидроокиси свинца, если к насыщенному раствору хлорида свинца прибавить равный объем 0,2 М раствор аммиака?

Лабораторная работа III.

«Анализ катионов V и VI группы»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 55-67).

Рейтинговая контрольная работа 3.

Окислительно-восстановительные процессы

Вариант 1

1. Подобрать коэффициенты в следующих уравнениях реакций:
а) $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
б) $\text{MnO}_4^- + \text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
2. Привести примеры использования реакций окисления-восстановления в качественном анализе для: а) растворения твердых соединений; б) разделения и маскировки ионов; в) открытия ионов.
3. Определить произведение растворимости AgI , если ЭДС гальванического элемента Ag/AgI (нас.), 1 М KI равен -0,151 В.
4. Как можно определить электродный потенциал обратимой окислительно-восстановительной реакции?
5. Почему избыток хлорид-ионов мешает обнаружению иона марганца по реакции образования перманганат-аниона? Ответ подтвердите расчетами.

6. Вычислить потенциал водородного электрода в растворе, полученном смешиванием 43 мл H_2O , 2 мл 0,25 М HCl и 5 мл 0,1 М NH_3 .
7. Вычислить равновесные концентрации ионов MnO_4^- , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} в растворе, полученном смешиванием 20 мл 0,1 М KMnO_4 и 20 мл 0,1 М FeSO_4 при $\text{pH}=0$.

Вариант 2

1. Подобрать коэффициенты в следующих уравнениях реакций:
 а) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 б) $\text{MnO}_4^- + \text{Cl}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. Что принято в качестве условного нуля отсчета шкалы потенциалов? Как устроен водородный электрод?
3. Сформулируйте правило записи гальванического элемента.
4. Почему не удастся обнаружить ион марганца (II) действом окислителя на концентрированные растворы солей марганца (II)? Ответ подтвердите расчетами.
5. В 1 л раствора, содержащего 0,1 М H_2O_2 и 1 М раствор HCl , растворили 33,2 г KI . Вычислить равновесные концентрации H_2O_2 , I^- , I_2 .
6. Вычислить потенциал водородного электрода в растворе, 1 л которого содержит 5,61 г KOH .
7. Вычислить потенциал водородного электрода в растворе, 1 л которого содержит 0,5 моль CH_3COOH и 0,5 моль $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$.

Лабораторная работа IV. «Анализ смеси катионов I - VI групп»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 34, 72).

Рейтинговая контрольная работа 4. Комплексообразование в аналитической химии

Вариант 1

1. Как можно стабилизировать соединения с неустойчивыми степенями окисления элемента? Покажите это на примерах Co(III) и Co(II) .
2. Рассчитайте равновесную концентрацию $[\text{FeF}_5^{2-}]$ в 0,1 М растворе хлорида Fe(III) в присутствии 1 М раствора фторида алюминия.
3. При какой концентрации сульфид-иона начнется выпадение осадка сульфида кадмия из раствора, содержащего $5 \cdot 10^{-2}$ М $[\text{Cd}(\text{CN})_6]$ и 0,1 М цианид калия?
4. К 0,01 М раствору нитрата серебра добавили столько аммиака, что его избыток составляет 0,01 М. При какой концентрации бромид-иона выпадет осадок бромида серебра?
5. К 0,2 М раствору NiSO_4 добавили равный объем 2 М NH_3 . Вычислить равновесную концентрацию Ni^{2+} , если считать, что в растворе образуются комплексные ионы $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.

Вариант 2

1. Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: Константа устойчивости, функция образования, функция закомплексованности, степень образования комплекса.
2. Рассчитайте условную константу устойчивости $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{5-}$ в растворе, содержащем $1 \cdot 10^{-3}$ М тиосульфата натрия.
3. Выпадает ли осадок ZnC_2O_4 , если к $1 \cdot 10^{-2}$ М раствору ZnSO_4 , содержащему 0,1 М NH_4OH , добавить 0,5 М $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$?
4. Вычислить равновесные концентрации Mg^{2+} , MgC_2O_4 , $\text{Mg}(\text{C}_2\text{O}_4)_2^{2-}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ в растворе, содержащем 0,05 моль/л $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и 0,2 моль/л $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

5. Рассчитайте растворимость фосфата свинца в $1 \cdot 10^{-3}$ М растворе гидроксида натрия.

Лабораторная работа V.

«Анализ смеси анионов»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 72).

Лабораторная работа VI.

Анализ смеси катионов VI аналитической группы (Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}).

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 67).

Лабораторная работа VII

Гравиметрический анализ.

«Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария»

В зависимости от термодинамических условий одна и та же соль может кристаллизоваться с различным числом молекул воды. Так, например, тетраборат натрия ниже 60°C образует кристаллы состава $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, а выше 60°C - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

При нагревании кристаллогидратов исваряется кристаллизационная вода. При этом температура высушивания для различных кристаллогидратов может быть различной и зависит от прочности связи, координации и положения молекул воды в кристаллической решетке. Содержание кристаллизационной воды должно соответствовать приписываемой ему формуле. Поэтому для определения следует брать перекристаллизованную химически чистую соль.

Взятие навески.

Бюкс, в котором будет проводиться взвешивание, нужно тщательно вымыть, высушить в сушильном шкафу и поместить в эксикатор на 20 минут. При высушивании бюкс с солью должен быть открыт, а при взвешивании закрыт крышкой.

Взвесьте бюкс с крышкой на аналитических весах (крышка на ребро). Возьмите на аналитических весах навеску кристаллогидрата хлорида бария $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой около 1,5 г.

Высушивание.

Перевернув крышку бюкса на ребро, поместите его на полку сушильного шкафа на 2 часа при температуре $120\text{--}125^\circ\text{C}$. По истечении времени поместите бюкс с закрытой крышкой в эксикатор на 20 минут. Повторите эксперимент еще 2 раза, цифровые данные запишите в лабораторный журнал.

Вычисление содержания кристаллизационной воды (в процентах).

Например, получены следующие цифровые данные:

Масса бюкса с солью – 13,9602 г

Масса пустого бюкса – 12,4234 г

Масса навески соли – 1,5368 г

Масса бюкса с солью после высушиваний:

1). 13,7352 г 2). 13,7341 г 3). 13,7340 г.

Количество кристаллизационной воды в навеске:

$13,9602 \text{ г} - 13,7340 \text{ г} = 0,2262 \text{ г}$.

В 1,5368 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержится 0,2262 г H_2O

В 100 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержится X г H_2O

$X = 0,2262 \cdot 100 / 1,5268 = 14,72 \text{ г}$, или 14,72%.

Проверка точности проведенного анализа.

Найденную величину кристаллизационной воды сравните с теоретически вычисленным значением содержания ее в кристаллогидрате $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Исходя из постоянных величин молекулярных масс, составим следующую пропорцию:

В 244,3 г ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) содержится 36,03 г (H_2O)

В 100 г ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) содержится г X (H_2O).

$X = 36,03 \cdot 100 / 244,3 = 14,75$ г, или 14,75%.

Абсолютная ошибка анализа составляет: $14,72 - 14,75 = -0,03$ %.

Относительная ошибка анализа составляет: $(-0,03) \cdot 100 / 14,75 = -0,20(96)$.

Правильно проведенным анализ считается, когда эта разница не превышает + 0,05 %.

Лабораторная работа VIИ

«Определение содержания бария в кристаллогидрате хлорида бария»

Определение бария гравиметрическим методом основано на осаждении бария в виде сульфата, прокаливании осадка до постоянной массы, взвешивании его и расчете содержания бария. BaSO_4 – труднорастворимое соединение ($\text{ПР} = 1,1 \cdot 10^{-10}$). Весовая форма соответствует осаждаемой. В качестве осадителя используют 2 н. раствор H_2SO_4 .

Ход работы

- 1)** Объем исходного раствора соли бария разбавляют до 70-80 мл дистиллированной водой и нагревают до 80-90°C.
- 2)** Заранее рассчитанный объем серной кислоты (осадителя) помещают в стакан, разбавляют до 70-80 мл и нагревают до 80-90°C.
- 3) Осаждение бария.** Осадитель добавляют из бюретки по каплям к раствору соли бария при постоянном перемешивании, дают постоять, пока раствор над осадком не станет прозрачным, проверяют на полноту осаждения и оставляют до формирования кристаллического осадка на несколько часов.
- 4) Фильтрование осадка.** Устанавливают кольцо на штатив, помещают в него воронку (скошенный конец воронки должен касаться стакана). Складывают бумажный фильтр, помещают в воронку. Смачивают фильтр водой таким образом, чтобы между стеклом и бумагой не осталось пузырьков воздуха. Осторожно сливают через воронку отстоявшуюся жидкость над осадком (обязательно по стеклянной палочке во избежание распыливания жидкости). Фильтр нельзя заполнять до краев! Убирая стакан, ведут носиком вверх по палочке. Палочку после декантации оставляют в стакане!
- 5) Промывание осадка.** Во избежание потерь, а также для удаления примесей в качестве промывной жидкости используют разбавленный раствор осадителя (5 см³ серной кислоты на 100 см³ воды). Осадок промывают декантацией: 15-20 см³ промывной жидкости вносят в стакан, перемешивают, дают осадку осесть и опять сливают жидкость по палочке на фильтр. Повторяют операцию 3-4 раза.
- 6)** Осадок количественно переносят на фильтр (для этого наливают в стакан небольшое количество промывной жидкости, взмучивают осадок и переносят суспензию по палочке на фильтр). Следы осадка снимают со стакана и палочки кусочком фильтровальной бумаги, кладут его в воронку.
- 7) Промывание осадка на фильтре.** Осадок промывают большим количеством маленьких порций жидкости, которой всякий раз дают полностью стекать (промывная жидкость – дистиллированная вода). Повторив операцию 4-5 раз, делают пробу на полноту удаления примесей (пробу объемом 1-2 см³ подкисляют азотной кислотой, добавляют нитрат серебра. Если муть AgCl не появляется, промывание прекращают).
- 8) Высушивание осадка.** Воронку с осадком накрывают листом влажной фильтровальной бумаги, прижимают края к наружной поверхности воронки. После этого

воронку помещают в сушильный шкаф (не более чем на 20 мин)

9) Взвешивают чистый прокаленный тигель. Извлекают фильтр с осадком из воронки, и, держа над тиглем, аккуратно сворачивают и укладывают в тигель. Фильтр озолотят и прокаливают в муфельной печи при 600-800⁰С до постоянной массы (последний результат взвешивания не должен отличаться от предыдущего более чем на 0,0002 г).

Данные **всех** взвешиваний записывают в таблицу

№ тигля	Масса тигля, г	Масса тигля с осадком после высушивания, г	Масса осадка, г

По полученному результату рассчитывают массу бария в исходном растворе и сообщают результат преподавателю. Рассчитывают относительную погрешность определения массы бария на основании истинного значения, сообщаемого преподавателем.

Вопросы для контроля

1. Сущность и виды гравиметрического метода анализа.
2. Осаждаемая и весовая формы; требования, предъявляемые к ним.
 3. Условия аналитического выделения и свойства кристаллических осадков. Какие цели преследуют созданием определенных условий при осаждении кристаллических осадков?
4. Требования к осадителям. Расчет количества осадителя.
 5. Почему раствор осадителя добавляют к раствору осаждаемого вещества, а не наоборот?
 6. Пояснить, с какой целью проводят разбавление и нагревание растворов осадителя и осаждаемого вещества, постоянное перемешивание при осаждении.
 7. Какие процессы происходят с кристаллическими осадками при их старении? Почему старение осадка выгодно для анализа?
 8. Каким объемом а) воды и б) 0,01М раствора серной кислоты можно промыть 0,2 г сульфата бария, чтобы потери не превысили точности гравиметрического метода анализа? $PP(BaSO_4) = 1.1 \cdot 10^{-10}$.

Рейтинговая контрольная работа 5. Гравиметрический анализ

Вариант 1

1. Почему осаждение $BaSO_4$ производится: из разбавленных растворов; в кислой среде; при нагревании растворов; в присутствии солей аммония?
2. Рассчитать % алюминия в сплаве, если масса навески сплава составляет 0,8519 г. В ходе анализа получено 0,1426 г окиси алюминия.
3. Из навески смеси х.ч. NaCl и KCl общей массой 0,1225 г получили осадок AgCl массой 0,2850 г. Вычислить % содержание NaCl и KCl в смеси.
4. Для анализа взято 0,4927 г неизвестного кристаллогидрата хромата натрия. В ходе анализа получено 0,1095 г окиси хрома. Определить число молекул воды в кристаллогидрате.
5. В каком случае осадок будет лучше промыт, если его промывать 2 раза порциями по 50 мл промывной жидкости или 10 раз по 10 мл этой жидкости?
6. Сколько мл 5% раствора серной кислоты нужно взять для осаждения железа из навески 0,6235 г сплава, содержащего около 40% железа, для растворения в нем железа в виде Fe_2O_3 ?

Вариант 2

1. Как влияют температура и природа растворителя на растворимость осадка?
2. Сколько мл 0,1 М раствора BaCl_2 потребуется для осаждения серы в виде BaSO_4 из навески каменного угля массой 2 г, содержащего около 2 % серы, если осадитель добавлен в стехиометрическом соотношении?
3. Сколько мл 1 М серной кислоты надо взять согласно уравнению реакции для осаждения свинца из раствора, содержащего 0,5 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$?
4. Из 25 мл раствора сульфата магния получили осадок BaSO_4 массой 0,3247 г. Сколько грамм $\text{M}_2\text{P}_2\text{O}_7$ получится из 10 мл этого же раствора MgSO_4 ?
5. Осадок BaSO_4 массой 0,1 г промыт 250 мл дистиллированной воды. Сколько осадка при этом перейдет в раствор в %?
6. Рассчитайте % содержание MgO в исследуемом образце после прокаливания, если до прокаливания навеска состояла из 36% MgCO_3 ; 51% $\text{Mg}(\text{OH})_2$; 16% H_2O ; 3% SiO_2 .

Лабораторная работа IX

«Определение содержания кислот методом кислотно-основного титрования»

Кислотно-основное титрование

К методу кислотно-основного титрования относят титриметрические определения, в основе которых лежит реакция: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$.

По этому методу возможно определение различных кислот, оснований, некоторых солей, определение жесткости воды, азота в органических соединениях и т.д. В качестве титрантов обычно используют растворы хлороводородной и серной кислот, растворы щелочей.

Задача 1. Стандартизация раствора хлороводородной кислоты

Ход работы

- 1) В три колбы для титрования вносят пипеткой 10 мл 0,1н. раствора Na_2CO_3 . В каждую из колб прибавляют по 1-2 капли индикатора метилового оранжевого.
- 2) Чисто вымытую бюретку ополаскивают 2 раза небольшим количеством приготовленного раствора HCl , чтобы удалить из нее остатки воды, после чего заполняют бюретку раствором HCl . Устанавливают уровень раствора HCl в бюретке на ноль и приступают к титрованию.
- 3) Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора из желтой в красно-оранжевую.
- 4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое 3 измерений.
- 5) Искомую концентрацию кислоты рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{HCl}} = N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot \frac{1}{2}$$

Задача 2. Определение гидроксида натрия

У лаборанта получают задачу – неизвестный объем раствора щелочи с неизвестной концентрацией. Задача состоит в определении массы щелочи, содержащейся в выданной пробе.

Ход работы

- 1) В колбы с неизвестным количеством щелочи добавляют по 1-2 капли индикатора (фенолфталеина или метилового оранжевого).

2) Чисто вымытую бюретку ополаскивают 2 раза небольшим количеством 0,1н. раствора HCl, чтобы удалить из нее остатки воды, после чего заполняют бюретку 0,1н. раствором HCl. Устанавливают уровень раствора HCl в бюретке на ноль и приступают к титрованию.

3) Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора: при использовании метилового оранжевого – из желтой в красно-оранжевую, при использовании фенолфталеина – из малиновой в бесцветную.

4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое 3 измерений. Рассчитывают массу щелочи по формуле (5) и относительную погрешность определения.

Лабораторная работа X **«Определение состава карбонатных и фосфатных смесей»**

Определение карбонат-ионов и щелочи или карбонат- и гидрокарбонат-ионов при совместном присутствии

Ход работы

- 1) Бюретку готовят к титрованию, как описано выше, и заполняют ее 0,1н. раствором HCl.
- 2) *Определение карбонат-ионов и щелочи.* К раствору смеси в колбу для титрования прибавляют 20,00 мл воды, 2-3 капли фенолфталеина и титруют из бюретки раствором HCl до обесцвечивания раствора. Измеряют объем HCl (V_1). Этот объем кислоты расходуется на титрование карбонат-ионов до гидрокарбонат-ионов и на титрование щелочи. В оттитрованный по фенолфталеину раствор вводят 2 капли метилового оранжевого и, не заполняя бюретку, продолжают титровать раствором HCl до перехода окраски из желтой в красно-оранжевую. Измеряют объем HCl (V_2), израсходованный на титрование карбонат-ионов до CO_2 и щелочи (отсчет ведут от нуля).
- 3) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Расчет объемов соляной кислоты, израсходованной на титрование карбонат-ионов и щелочи, производят по формулам:

$$V_{\text{HCl}/\text{CO}_3^{2-}} = 2(V_2 - V_1)$$

$$V_{\text{HCl}/\text{OH}} = V_2 - 2(V_2 - V_1) = 2V_1$$

Используя значения объемов кислоты, израсходованной на титрование, рассчитывают содержание карбоната натрия и щелочи в выданной пробе и относительную погрешность определения.

- 4) *Определение карбонат- и гидрокарбонат-ионов при совместном присутствии.* К раствору смеси в колбу для титрования прибавляют 20,00 мл воды, 2-3 капли фенолфталеина и титруют из бюретки раствором HCl до обесцвечивания раствора. Измеряют объем HCl (V_1). Это объем кислоты, израсходованный на титрование карбонат-ионов до гидрокарбонат-ионов. В оттитрованный по фенолфталеину раствор

вносят 2 капли метилового оранжевого и, не заполняя бюретку, титруют раствором HCl до перехода окраски из желтой в красно-оранжевую. Измеряют объем HCl (V_2), израсходованный на титрование карбонат-ионов до CO_2 (отсчет ведут от нуля).

5) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Расчет объема соляной кислоты, израсходованной на титрование карбонат-ионов, производят по формуле: Объем кислоты, израсходованной на титрование гидрокарбонат-ионов, рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{HCl}/\text{CO}_3^{2-}} = 2V_1$$

$$V_{\text{HCl}/\text{HCO}_3^-} = V_2 - 2V_1$$

Используя значения объемов кислоты, израсходованной на титрование, рассчитывают содержание гидрокарбонат- и карбонат-ионов в выданной пробе и относительную погрешность определения.

Рейтинговая контрольная работа 6. Метод кислотно-основного титрования

Вариант 1

1. К 25 мл 0,1 М раствора карбоната натрия добавлено 14,71 мл соляной кислоты ($\text{pH}=7$). Вычислить концентрацию соляной кислоты.
2. К 15,05 мл 0,1 М раствора фосфорной кислоты добавлено 45,15 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия. Вычислить pH полученного раствора.
3. К смеси, состоящей только из Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4 добавили 50 мл 0,1 Н раствора гидроксида натрия. Избыток щелочи оттитровали 20,5 мл 0,0905 Н раствором соляной кислоты по фенолфталеину. Вычислить % NaH_2PO_4 в смеси.
4. По данным титрования вычислить концентрацию исходных растворов, если к 20 мл 0,125 М раствора H_3PO_4 добавили 50 мл раствора гидроксида натрия ($\text{pH}=9,17$).
5. Сколько воды нужно добавить к 1800 мл раствора едкого натра с титром 0,01521 г/мл, чтобы 1 мл полученного раствора соответствовал 0,02 г хлорида аммония?
6. Какой из индикаторов, м.-о, ф-ф или лакмус, пригоден для титрования гидроксида натрия хлороводородной кислотой?
7. К 0,5000 г смеси, содержащей Na_2CO_3 и NaHCO_3 , прибавили 25,00 мл соляной кислоты с титром 0,004000 г/мл. На титрование избытка кислоты израсходовали 15,00 мл раствора гидроксида натрия с титром 0,002000 г/мл. Вычислить % карбоната натрия в исходной смеси.

Вариант 2

1. Сколько % N_2O_5 содержит образец, если навеска его массой 5 г растворена в мерной колбе на 200 мл, на нейтрализацию 50 мл этого раствора затратили 15,5 мл 0,1915 Н раствора NaOH.
2. Вычислить % свободного SO_3 в олеуме, если на титрование 1,2 г олеума в присутствии индикатора м.-о. Израсходовали 49,28 мл 0,5202 Н раствора NaOH.
3. Какой объем 0,1012 Н раствора HCl прибавили к навеске 0,2 г Na_3PO_4 , если на титрование избытка кислоты с ф-ф затратили 25 мл раствора NaOH ($T_{\text{NaOH}}=0,034$ г/мл)?
4. Сколько грамм Na_2CO_3 содержится в растворе, если на нейтрализацию его до NaHCO_3 израсходовали 21,40 мл раствора HCl ($T_{\text{HCl}}=0,002789$ г/мл)?
5. Навеску 0,6 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ растворили в мерной колбе емкостью 100 мл. На титрование 20 мл полученного раствора израсходовали 18,34 мл NaOH. Определить нормальность раствора NaOH и его титр по щавелевой кислоте.

6. Можно ли оттитровать 0,01 Н раствор CH_3COOH 0,01 Н раствором NaOH с индикатором нейтральный красный ($\text{pT}=7$)?
7. Навеску щелочи массой 0,5341 г, содержащей 92% NaOH и 8% индифферентных примесей растворили в мерной колбе, вместимостью 100 мл. Определите молярную концентрацию кислоты, T_{HCl} , $T_{\text{HCl/NaOH}}$, если на титрование 15 мл раствора щелочи израсходовали 19,5 мл соляной кислоты.

Лабораторная работа XI
Окислительно-восстановительное титрование.
«Перманганатометрия. Бихроматометрия»

Окислительно-восстановительным титрованием называют группу титриметрических методов анализа, основанных на использовании окислительно-восстановительных реакций. К важнейшим методам окислительно-восстановительного титрования относят иодометрию, перманганатометрию, бихроматометрию, цериметрию и др.

Перманганатометрия

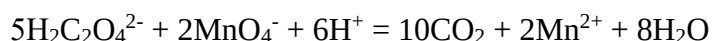
Перманганатометрическим титрованием называется титриметрический метод анализа, основанный на использовании в качестве титранта раствор KMnO_4 . Поскольку титрант имеет интенсивную окраску, перманганатометрическое титрование проводят без индикатора. Конечную точку титрования обнаруживают по появлению или исчезновению окраски KMnO_4 .

Перманганатометрическое титрование чаще всего проводят в кислой среде, реже – в нейтральной. Для создания кислой среды применяют серную кислоту, поскольку азотная кислота сама является сильным окислителем, а хлороводородная, напротив, может окисляться титрантом. В основе метода лежит следующее равновесие: $\text{MnO}_4^- + 5\text{e}^- + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$; $E^0 = +1,51 \text{ В}$.

Задача 1. Стандартизация раствора перманганата калия

Исходным раствором для установления концентрации перманганата калия служит дигидрат щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Реакция протекает по уравнению:



Ход работы

- 1) Рассчитывают массу кристаллогидрата щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), необходимую для приготовления 100 мл 0,1н. раствора.
- 2) Берут рассчитанную навеску щавелевой кислоты и переносят в мерную колбу на 1000 мл. Растворяют в небольшом количестве дистиллированной воды. Раствор тщательно перемешивают.
- 3) Готовят три конические термостойкие колбы для титрования. В каждую вносят по 15 мл раствора серной кислоты (2н.), нагревают до 80-90 °С, добавляют по 10 мл приготовленного раствора щавелевой кислоты. (Раствор щавелевой кислоты добавляют в колбу непосредственно перед титрованием, поскольку при повышенной температуре щавелевая кислота разрушается.) Раствор быстро оттитровывают раствором перманганата калия, при этом сначала прибавляют 1-2 капли титранта и ожидают, перемешивая, пока раствор обесцветится. Следующие порции титранта можно прибавлять быстрее. Конец титрования определяют по исчезающей розовой окраске раствора, появляющейся при добавлении избыточной капли титранта.

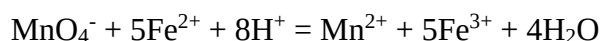
Бюретку готовят к титрованию, как описано выше.

4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Молярную концентрацию эквивалента перманганата калия рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{KMnO}_4} = \frac{N_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}}{V_{\text{KMnO}_4}}$$

Задача 2. Определение железа в соли Мора

Определение железа в соли Мора $((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ основано на окислении железа(II) до железа(III) перманганатом калия:

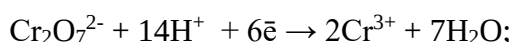


Ход работы

- 1) Бюретку к титрованию готовят, как описано выше, и заполняют ее 0,05н. раствором перманганата калия.
- 2) У лаборанта получают конические колбы с раствором соли Мора. В колбы с анализируемым раствором добавляют по 5 мл раствора H_2SO_4 (1:4) и по 5 капель H_3PO_4 (конц.), после чего приступают к титрованию. Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора из бесцветной в розовую.
- 3) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. По полученному усредненному значению объема раствора KMnO_4 рассчитывают содержание железа (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Бихроматометрия

Бихроматометрией называется титриметрический метод анализа, основанный на использовании в качестве титранта раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. В основе метода лежит следующее равновесие:



Для обнаружения конечной точки в бихроматометрическом титровании используют окислительно-восстановительные индикаторы.

Задача 1. Определение железа в соли Мора

Определение железа в соли Мора $((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ основано на окислении железа(II) до железа(III) бихроматом калия: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$. В качестве индикатора используют дифениламин.

Ход работы

- 1) Бюретку к титрованию готовят, как описано выше, и заполняют ее 0,05н. раствором $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
- 2) У лаборанта получают конические колбы с раствором соли Мора. В колбы с анализируемым раствором добавляют по 5 мл раствора H_2SO_4 (1:4) и по 5 капель H_3PO_4 (конц.), 1-2 капли индикатора дифениламина, после чего приступают к титрованию

растворов, содержащих неизвестное количество Fe^{2+} .

3) Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора из зеленой в сине-фиолетовую.

4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. По полученному усредненному значению объема раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ рассчитывают содержание железа (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Рейтинговая контрольная работа 7. Методы окислительно-восстановительного титрования

Вариант 1

1. Как приготовить рабочий раствор KMnO_4 и установить его молярную концентрацию эквивалента? Почему молярная концентрация эквивалента KMnO_4 может измениться с течением времени?
2. Рассчитайте область скачка титрования, окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и выберите индикатор для титрования 0,05 М FeSO_4 0,01 М раствором KClO_3 при $[\text{H}^+] = 0,1$ моль/л.
3. Какой объем 0,5000 Н KMnO_4 необходимо прибавить к 500 мл раствора с $T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}} = 0,00280$, чтобы получить раствор с $T_{\text{KMnO}_4} = 0,004250$?
4. Какую массу руды, содержащей 60% Fe_2O_3 , следует взять для анализа, чтобы после соответствующей обработки на титрование полученной соли железа (II) израсходовать 20,00 мл 0,100 Н раствора KMnO_4 ?
5. Установлено, что 50,00 мл раствора I_2 по своей окисляющей способности эквивалентны 29,47 мл раствора дихромата калия с титром по железу 0,001876 г/мл. Вычислить молярную концентрацию эквивалента обоих растворов.

Вариант 2

1. Почему при титровании оксалата натрия или щавелевой кислоты перманганатом калия первые порции (капли) титранта обесцвечиваются медленно?
2. Рассчитайте область скачка титрования, окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и выберите индикатор для титрования 0,05 М H_2SO_3 0,02 М раствором KMnO_4 при $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.
3. До какого объема следует разбавить 500 мл 0,1000 Н раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, чтобы получить раствор с титром по железу равным 0,0050 г/мл?
4. Навеску образца массой 0,100 г, содержащего 99,98% Fe, растворили в серной кислоте без доступа воздуха и оттитровали 0,1000 Н раствором KMnO_4 . Какой объем KMnO_4 израсходовали на титрование?
5. Какой объем хлорной воды, содержащей около 2% хлора, следует взять, чтобы на ее иодометрическое титрование израсходовать около 20 мл раствора тиосульфата натрия $[T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,02453 \text{ г/мл}]$?

Лабораторная работа XII «Комплексометрическое титрование»

Задача 1. Стандартизация раствора ЭДТА (трилона Б)

Концентрацию ЭДТА устанавливают по химически чистым CaCO_3 , ZnO , металлам (Zn , Bi , Fe) или по фиксаналу соли магния, например, 0,01-0,15н. растворам MgSO_4 .

Ход работы

- 1) Бюретку готовят как обычно и заполняют ее стандартным раствором трилона Б.

- 2) В колбу для титрования вносят пипеткой 10 мл 0,05н. раствора $MgSO_4$, добавляют 5 мл аммиачной буферной смеси и с кончика шпателя 20-30 мг смеси индикатора с хлоридом натрия.
- 3) Раствор оттитровывают стандартным раствором трилона Б. Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски раствора из вишнево-красной в синюю (с зеленоватым оттенком).
- 4) Титрование проводят 3 раза. Полученные данные усредняют.
- 5) Концентрацию эквивалента трилона Б рассчитывают по формуле:

$$N_{ЭДТА} = N (MgSO_4) \cdot V (MgSO_4) / V_{ЭДТА}$$

Задача 2. Определение кальция и магния при совместном присутствии

Константы устойчивости этилендиаминтетраацетатов кальция и магния различаются на 2 порядка (логарифмы констант устойчивости равны 10,7 и 8,7 для кальция и магния соответственно при 20 °С и ионной силе 0,1). Поэтому эти ионы нельзя оттитровать отдельно, используя только различие в константах устойчивости комплексонатов. При $pH_{opt} \approx 10$ в качестве металлоиндикатора используют эриохром черный Т (хромоген). При этих условиях определяют сумму кальция и магния. В другой аликвотной части создают $pH > 12$, вводя NaOH. При этом магний осаждается в виде гидроксида, его не отфильтровывают, и в растворе определяют кальций в присутствии мурексида.

Ход работы

- 1) Бюретку готовят к титрованию как обычно и заполняют ее раствором трилона Б.
- 2) У лаборанта получают мерную колбу с анализируемым раствором и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой.
- 3) *Определение суммарного содержания кальция и магния.*
В колбу для титрования помещают 10 мл анализируемого раствора, прибавляют 5 мл аммиачного буферного раствора и на кончике шпателя эриохром черный Т. Перемешивают до полного растворения индикаторной смеси и титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора из вишнево-красной в синюю. Титрование проводят 3 раза, полученные данные усредняют. Значение объема (V_1) раствора трилона Б – это объем, пошедший на титрование кальция и магния.
- 4) *Определение кальция.*
Бюретку заполняют раствором титранта. Отбирают пипеткой 10,00 мл анализируемого раствора в колбу для титрования, прибавляют 5 мл 2н. раствора NaOH или KOH, вводят 20-30 мг индикаторной смеси мурексида с хлоридом натрия и титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора от одной капли раствора ЭДТА из розовой в фиолетово-сиреневую. Титрование проводят 3 раза, полученные данные усредняют. Полученное значение объема (V_2) раствора трилона Б – это объем, пошедший на титрование кальция. Используя значение V_2 , рассчитывают содержание кальция (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.
- 5) *Расчет содержания магния.* Объем титранта, израсходованный на титрование магния, вычисляют по разности объемов ЭДТА, пошедшего на титрование суммы

определяемых катионов и на титрование кальция ($V_1 - V_2$). Используя полученное значение объема ЭДТА, рассчитывают содержание магния (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Задача 3. Определение постоянной жесткости воды

Ход работы

- 1) Бюретку готовят к титрованию как обычно и заполняют ее раствором трилона Б.
- 2) Отбирают мерным цилиндром 50 мл водопроводной воды и переносят в коническую колбу. Добавляют 5 мл аммиачного буфера и вносят на кончике шпателя индикатор эриохром черный Т, после чего оттитровывают раствором трилона Б до перехода окраски из винно-красной в синюю.
- 3) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Жесткость (ммоль-экв/л) рассчитывают по формуле:

$$Ж = N_{\text{трилонаБ}} \cdot V_{\text{трилонаБ}} \cdot 1000 / V_{\text{воды}}$$

Задача 4. Определение меди

Ход работы

- 1) Бюретку готовят к титрованию как обычно и заполняют ее раствором трилона Б.
- 2) У лаборанта получают мерную колбу с анализируемым раствором и доводят объем до метки дистиллированной водой.
- 3) В колбу для титрования помещают 10 мл анализируемого раствора, прибавляют 20 мл воды, 5 мл ацетатного буферного раствора (рН раствора должно быть около 6) и на кончике шпателя 20-30 мг индикаторной смеси мурексид с хлоридом натрия. Титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора из зеленовато-желтого в фиолетовую. К оттитрованному раствору добавляют 1 каплю концентрированного раствора аммиака. Если окраска осталась фиолетовой, титрование закончено, а если раствор стал желтым или желто-зеленым, его дотитровывают раствором ЭДТА до установления фиолетовой окраски.
- 4) Титрование проводят 3 раза, полученные данные усредняют и рассчитывают содержание меди (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Рейтинговая контрольная работа 8. Комплексометрия

Вариант 1

1. В чем состоит сущность меркуриметрии? Назовите рабочий раствор, индикаторы, применяемые в анализе. Запишите уравнения реакций определения Br^- .
2. Какая масса сульфата содержится в пробе, если после прибавления 20,0 мл 0,06315 М раствора хлорида бария его избыток был оттитрован 15,64 мл 0,04640 М ЭДТА?
3. На титрование 25,00 мл раствора нитрата бария в присутствии Na_2Mg ЭДТА затратили 18,05 мл 0,1 М ЭДТА ($K=0,9878$). Вычислите концентрацию (г/л) исследуемого раствора $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.
4. Определить массовую долю (%) индифферентных примесей в ацетате свинца, если на титрование раствора, полученного из 0,1000 г его, израсходовали 11,68 мл 0,02500 М раствора ЭДТА.

5. Вычислить массовую долю (%) CaCO_3 и MgCO_3 в известняке, если после растворения 1,0000 г его получили 100,0 мл раствора, на титрование 20 мл которого для определения суммы Ca и Mg затратили 19,25 мл 0,0514 М ЭДТА, а на титрование Ca в отдельной пробе (20 мл) израсходовали 6,25 мл того же раствора ЭДТА.

Вариант 2

1. Как зависит скачок титрования от константы устойчивости комплексного соединения, температуры, концентрации дополнительного лиганда и pH среды?
2. Какую массу $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, содержащего 7 % индифферентных примесей, следует взять для анализа, чтобы на титрование ее потребовалось около 10 мл 0,1 М раствора ЭДТА?
3. К 20 мл раствора соли марганца прибавили 25 мл 0,01012 М раствор ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовали 14,36 мл 0,01008 М раствора ZnSO_4 . Вычислите концентрацию (в г/л) марганца в исходном растворе.
4. Определить массовую долю алюминия в сплаве (в%), если после растворения навески массой 0,6500 г его и удаления примесей общий объем раствора довели до 250 мл, к 20,00 мл полученного раствора добавили $\text{Na}_2\text{MgЭДТА}$ и оттитровали 15,18 мл 0,05023 М раствором ЭДТА.
5. В процессе анализа каолина навеску его массой 0,5108 г сплавляли с Na_2CO_3 и $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, плав растворили в разбавленной соляной кислоте и объем раствора довели до 250 мл. Пробу 100,0 мл раствора нейтрализовали, добавили уротропин, отфильтровали выпавшую в осадок кремниевую кислоту, промыли; фильтрат и промывные воды оттитровали 10,16 мл 0,005040 М ЭДТА в присутствии 20%-ного раствора КОН. Вычислить массовую долю (%) CaO в каолине.

Перечень вопросов к экзамену 3 семестр

1. Гомогенное равновесие

- 1.1. Вычислить pH 0,1 М раствора NaHC_2O_4 .
- 1.2. Сколько мл 0,5% раствора соляной кислоты следует добавить к 25 мл 0,2 М раствора аммиака, чтобы получить раствор с pH=8,5
- 1.3. Вычислить степень гидролиза и концентрацию цианид-иона в 0,03 М раствора цианида калия.
- 1.4. Какой величине должна соответствовать константа диссоциации, чтобы при концентрации $3 \cdot 10^{-3}$ М степень диссоциации была равна 5%?
- 1.5. В чем заключается эффект нивелирования?
- 1.6. Какой буферный раствор следует использовать чтобы поддерживать постоянную величину pH: а) 8-10, б) 3-5. ответ обосновать соответствующими уравнениями реакций и расчетами.
- 1.7. Может ли гидролиз гидро- и гидроксо- солей протекать более интенсивно, чем гидролиз соответствующей средней соли? Объяснить ответ и привести примеры.

2. Гетерогенное равновесие

- 2.1. Выпадет ли осадок сульфида марганца, содержащего $2 \cdot 10^{-7}$ М сульфата марганца и имеющего pH=12,3 при насыщении его сероводородом?
- 2.2. Вычислить ПР, если растворимость иодата лантана в воде равна 1:693,4.
- 2.3. К 125 мл насыщенного раствора PbSO_4 прибавлено 5 мл 5% раствора K_2SO_4 . Сколько г/ионов Pb^{2+} останется в растворе?
- 2.4. Укажите факторы, влияющие на полноту осаждения.
- 2.5. Сколько г BaSO_4 можно превратить в BaCO_3 при обработке его 3 мл 2 М Na_2CO_3 ?
- 2.1. В какой последовательности будут выпадать осадки галогенидов, если к раствору, содержащему одинаковое количество ионов Cl^- , Br^- , I^- , постепенно прибавлять раствор AgNO_3 .

2.2. Растворимость каких соединений зависит от кислотности растворов: AgBr , PbCl_2 , CaC_2O_4 , Hg_2Cl_2 , SrCO_3 ?

3. Окислительно – восстановительные процессы в аналитической химии

3.1. Как влияют на окислительно-восстановительный потенциал температура, кислотность раствора, концентрация окисленной и восстановленной форм?

3.2. Вычислить потенциал серебряного электрода в растворе, содержащем 17 г/л AgNO_3 и 1,2 моль/л NH_3 .

3.3. Вычислить равновесные концентрации ионов Cr^{3+} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и H_2O_2 в растворе, содержащем 0,2 М CrCl_3 и 0,3 М H_2O_2 при pH 1.

3.4. Рассчитать растворимость (моль/л) CuS в 2 М HNO_3 .

3.5. Что такое формальный потенциал?

3.6. Вывести уравнение для расчета константы равновесия окислительно-восстановительной реакции.

3.7. Почему ртуть не растворяется в серной кислоте, но растворяется в иодоводородной с выделением водорода?

4. Комплексообразование в аналитической химии

4.1. Рассчитайте условную константу устойчивости комплексоната кальция при pH 3.

4.2. В чем сущность хелатного эффекта?

4.3. Выпадет ли осадок сульфида кадмия, если через раствор, содержащий $1 \cdot 10^{-2}$ М кадмия и 1 М соляной кислоты, пропустить сероводород до насыщения?

4.4. Рассчитайте растворимость фосфата свинца в $1 \cdot 10^{-3}$ М гидроксида натрия.

4.5. Какие свойства комплексных соединений имеют наиболее важное значение для обнаружения и разделения ионов?

4.6. Будет ли раствориться гидроксид алюминия в растворах NaOH , NH_3 ? Написать уравнения реакций и выражения для констант равновесия.

4 семестр

1. Что такое относительное перенасыщение? Как оно связано с числом центров кристаллизации, скоростью кристаллизации, размеры кристаллов?

2. Привести примеры основных приемов титрования

3. Как зависит величина скачка титрования в методах осаждения от температуры, произведения растворимости, ионной силы раствора, концентрации растворов?

4. Как объясняется направление реакции, используемой для йодометрического определения меди? Почему при йодометрическом определении окислителей употребляют большой избыток иодида калия?

5. Общая характеристика гравиметрического анализа (погрешность, селективность, достоинства и недостатки метода)

6. Стандартизация растворов титранта. способы выражения концентраций растворов, применяемых в объемном анализе?

7. Каким условиям должны отвечать реакции, используемые в методе осаждения?

8. Йодометрия. Приготовление рабочих растворов. Индикаторы йодометрического титрования. Основные условия проведения реакции йода с тиосульфатом.

9. Требования к осадкам. Выбор осадителя.

10. Расчеты в титрометрическом анализе. Фактор эквивалентности, условная частица. Соотношение между нормальной и молярной концентрации.

11. На чем основано действие индикаторов-реагентов и адсорбционных индикаторов в методах осаждения.

12. В чем сущность метода декантации? Какие растворы используются в качестве промывной жидкости при гравиметрических определениях. Привести примеры.

13. При каком условии можно провести ступенчатое титрование многоосновных кислот или смеси кислот?

14. Привести примеры реакций титрования, основанные на образовании осадка.

15. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования.

а) степень электролитической диссоциации не зависит от концентрации раствора;
б) при разбавлении степень электролитической диссоциации увеличивается;
в) при разбавлении степень электролитической диссоциации уменьшается;
г) степень электролитической диссоциации в концентрированных растворах наибольшая.

МЕТОД НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

1. Установочным веществом для определения концентрации NaOH методом титрования является:

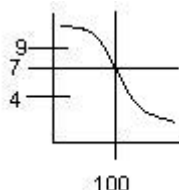
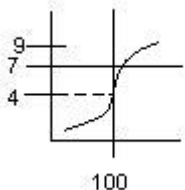
- а) NH_4OH б) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ в) HCl г) H_2SO_4

2. При определении концентрации сульфата меди йодометрическим методом применяется титрование:

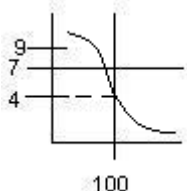
- а) прямое б) обратное в) по методу замещения г) кислотно-основное

3. Какой вид имеет кривая титрования NH_4OH р-ром соляной кислоты:

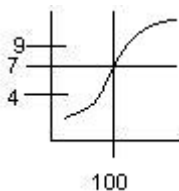
- а) б) в) г)



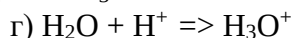
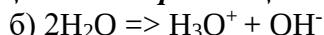
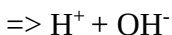
б)



г)



4. Основным уравнением процесса нейтрализации в водных растворах является: а) H_2O



5. Укажите верное утверждение:

- а) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем меньше скачок титрования
б) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем больше скачок титрования
в) концентрация титруемой кислоты не влияет на скачок титрования
г) все ответы не верны

Примерный комплект заданий для рейтинговой контрольной работы по дисциплине «Аналитическая химия»

Тема «Гомогенное равновесие в растворах» 1. Раствор, образование которого не связано с изменением объема и тепловым эффектом называют

- а) стандартным б) идеальным в) разбавленным г) рабочим

2. При растворении какого вещества в воде наблюдается повышение энтальпии? а)

- едкого натра б) олеума в) аммиачной селитры г) поваренной соли

3. При увеличении концентрации нелетучего компонента в растворе происходит:

- а) конденсация части пара над раствором;
б) увеличение давления пара над раствором;
в) увеличение концентрации молекул воды в паре над раствором;
г) увеличение объема пара над раствором.

4. Явление селективной диффузии определенного сорта частиц в растворе через полупроницаемую перегородку называется: а) электролитической ионизацией б) протолизом

- в) сольволизом г) осмосом.

5. Как влияет на степень электролитической диссоциации концентрация раствора?

- а) степень электролитической диссоциации не зависит от концентрации раствора;
б) при разбавлении степень электролитической диссоциации увеличивается;
в) при разбавлении степень электролитической диссоциации уменьшается;

г) степень электролитической диссоциации в концентрированных растворах наибольшая.

Тема «Метод нейтрализации»

1. Установочным веществом для определения концентрации NaOH методом титрования является:

а) NH_4OH б) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ в) HCl г) H_2SO_4

2. При определении концентрации сульфата меди йодометрическим методом применяется титрование:

а) прямое б) обратное в) по методу замещения г) кислотно-основное

3. Какой вид имеет кривая титрования NH_4OH р-ром соляной кислоты:

а) в)

б) г)

4. Основным уравнением процесса нейтрализации в водных растворах является: а) H_2O

$\Rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ б) $2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

в) $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ г) $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$

5. Укажите верное утверждение:

а) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем меньше скачок титрования

б) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем больше скачок титрования

в) концентрация титруемой кислоты не влияет на скачок титрования

г) все ответы не верны

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности БАРС

СООТВЕТСТВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ОПК-8: Способность осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний						
Первый этап (уровень) Способность к самостоятел ьному использован ию полученных знаний теоретическ их основ фундаментал ьных разделов химии при решении профессиона льных задач	Владеть (VI ОПК-8): Навыками по проведению систематического анализа неизвестного соединения, навыками работы на различных аналитических установках, навыками статистической обработки экспериментальных данных, способами ориентации а профессиональных источниках информации	Не владеет.	Не владеет в достаточном объеме теоретическим материалом фундаментальных разделов химии для определения качественного и количественного состава объектов исследования	Испытывает затруднения в моделировании схемы анализа конкретного объекта изучения, владеет основными навыками химического анализа	Использует не все базовые знания теоретических разделов химии для получения достоверных и точных результатов анализа, имеет навык регистрации аналитического сигнала на типовых аналитических приборах	Успешно владеет навыками использования системы фундаментальных химических понятий при решении конкретных профессиональных задач, демонстрирует свободное владение навыками планирования эксперимента, грамотного представления результатов

						анализа
	Уметь (УІ ОПК-8): Составлять схему анализа, выбирать оптимальный метод качественного и количественного анализа вещества, объяснять аналитические эффекты, выполнять итоговые расчеты с использованием статистической обработки результатов количественного анализа, использовать возможности химических и физико-химических методов анализа	Не умеет	Допускает ошибки в определении типа аналитической реакции, ее отличительных признаков, затрудняется в обсуждении полученных результатов анализа с использованием информационных баз данных	Испытывает затруднения в формулировке аналитической задачи при анализе различных объектов, не четко понимает принципы действия аналитической аппаратуры	Уверенно применяет основные химические законы для решения задач определения качественного и количественного состава анализируемых объектов	Успешно демонстрирует умение применять основные теоретические знания по химии в области качественного и количественного состава компонентов изучаемых образцов, исследования ионных равновесий в растворах. Умеет самостоятельно выбрать оптимальный

						метод анализа, используя современную аппаратуру
	Знать (ЗІ ОПК-8): Теоретические основы фундаментальных разделов аналитической химии, основные положения теории ионных равновесий применительно к реакциям кислотно-основного, окислительно-восстановительного, осадительного и комплексонометрического характера	Не знает	Фрагментарно владеет базовыми знаниями в области основных законов химии необходимых для проведения всех этапов качественного и количественного анализа различных объектов	Испытывает затруднения в использовании важнейших химических законов и понятий, затрудняется в объяснении принципов на которых основаны методы концентрирования, разделения и определения компонентов	Уверенно использует теоретические основы фундаментальных разделов химии в рассмотрении основных положений, лежащих в основе выбора метода и схемы анализа	Успешно демонстрирует применение теоретических знаний основных разделов химии для идентификации, разделения, концентрирования и количественного определения не только индивидуальных веществ, но и многокомпонентных объектов

	Уметь (УІ ОПК-8): Самостоятельно находить информацию об основах химии окружающей среды	Не умеет	Не способен самостоятельно находить информацию о фундаментальных основах химии объектов окружающей среды	Демонстрирует умение находить информацию о фундаментальных основах химии объектов окружающей среды, но не способен давать им адекватную оценку	Демонстрирует умение не только находить информацию о фундаментальных основах химии объектов окружающей среды, но и давать им адекватную оценку	Демонстрирует умение находить информацию о фундаментальных основах химии объектов окружающей среды и применять ее для решения профессиональных задач
--	---	-----------------	---	---	---	---

	Знать (ЗІ ОПК-8): Основы теории фундаментальных разделов химии объектов окружающей среды	Не знает	Испытывает сложности со знанием основ теории фундаментальных разделов химии объектов окружающей среды	Демонстрирует знание большой части основ теории фундаментальных разделов химии объектов окружающей среды	Демонстрирует знание основ теории фундаментальных разделов химии объектов окружающей среды	Демонстрирует не только знание основ теории фундаментальных разделов химии объектов окружающей среды, но и дает им критическую оценку
--	--	-------------	--	--	---	--

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Харитонов Ю. Я., Аналитическая химия : учебник / Ю. Я. Харитонов - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-4400-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444009.html> (ЭБС «Консультант студента»)

2. Васильев, В.П. Аналитическая химия: Лабораторный практикум: доп. М- вом образования РФ в качестве учеб.пособ. для вузов/ В.П.Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочиргина. - 2 –е изд.; перераб. и доб. - М.: Дрофа, 2004. - 416 с.

3. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие / А.Н. Трифонова, И.В. Мельситова - Минск : Выш. шк., 2013. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850622464.html> (ЭБС «Консультант студента»)

4. Александрова Т.П., Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учеб. пособие / Александрова Т.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 106 с. - ISBN 978-5-7782-3033-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html> (ЭБС «Консультант студента»)

5. Моногарова О.В., Аналитическая химия. Задачи и вопросы : учеб. пособие / О.В. Моногарова, С.В. Мугинова, Д.Г. Филатова ; под ред. Т.Н. Шеховцовой. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 112 с. - ISBN 978-5-9704-3572-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435724.html> (ЭБС «Консультант студента»)

б) дополнительная литература:

1. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. – М.: Мир, 2001. – 267с

2. Отто, М. Современные методы аналитической химии.(в 2-х томах) . Т. 2 / Перев. с нем. под ред. А.В. Гармаша. - М. : Техносфера, 2004. - 288 с. (т.2)

3. Харитонов, Юрий Яковлевич. Аналитическая химия: Аналитика: В 2-х кн. Кн.1. Общие теоретические основы. Качественный анализ : учеб. - М. : Высш. шк., 2001. - 615 с..

4. Харитонов, Юрий Яковлевич. Аналитическая химия: Аналитика: В 2-х кн. Кн. 2 : учеб. для вузов. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - М. : Высш. шк., 2001. - 559 с.

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля):

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru. Регистрация с компьютеров АГУ

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию, лабораторию по проведению лабораторного практикума, аудиторию для проведения семинарских занятий. Лабораторный практикум обеспечен химическими реактивами, лабораторной посудой и учебно-научным оборудованием: лабораторные столы, вытяжной шкаф, шкафы для химических реактивов и химической посуды, набор химических реактивов, набор химической посуды, рН-метры «Эксперт», фотоколориметр «КФК-2», спектрофотометр ПЭ-5400В, центрифуга, аналитические весы, сушильный шкаф, муфельная печь. Проведение семинарских занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).