МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Т.А. Хагуров
«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.21 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки/специальность 27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) / специализация
Метрология, стандартизация и сертификация

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология

Программу составил:
Азарян А.А., канд. хим. наук



Рабочая программа дисциплины АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
утверждена на заседании кафедры аналитической химии
протокол № 5 «18» мая 2021г.
Заведующий кафедрой аналитической химии Темердашев З.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 7 «24» мая 2021г.
Председатель УМК факультета химии
и высоких технологий Беспалов А.В.



Рецензенты:

С.А. Пестунова, к.х.н., доцент кафедры неорганической и аналитической химии КубГАУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки бакалавров по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» для осуществления производственно-технологической, научно-исследовательской и педагогической деятельности; формирование у студентов комплексных знаний теоретических основ, методологии и практического выполнения химического анализа и осуществления аналитического контроля.

1.2 Задачи дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по формированию компетенций, которыми должны обладать студенты, для освоения дисциплины необходимо решить ряд задач: изучить теоретические основы аналитической химии, сущность химических методов анализа (титриметрии и гравиметрии), сформировать понимания значимости химических методов анализа для решения различных аналитических задач в научных исследованиях, на производстве; овладеть приёмы решения теоретических и практических задач по количественному анализу; изучить технику выполнения аналитических операций при подготовке и проведении количественного анализа химическими методами; развить умения выполнения необходимых расчетов при выборе условий проведения реакций в растворах и подготовке к анализу, при обработке экспериментальных данных для грамотного представления результатов анализа.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на втором курсе очной формы обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

Изучению дисциплины «Аналитическая химия» предшествует изучение дисциплин «Физические основы измерений и эталоны», «Химия», «Математика», «Основы анализа и аналитического контроля». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Прикладная экология»; «Методы и средства измерений и контроля», «Организация и технология испытаний».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК- 20. Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций	
ИПК-1.1. Осуществляет стандартные эксперименты по предлагаемым методикам, направленные обработку и анализ результатов	знает принципы выполнения химического анализа; гравиметрические и титриметрические методы анализа; приемы обработки и анализа результатов титриметрического и гравиметрического анализа.
	умеет пользоваться мерной посудой, аналитическими весами; готовить и стандартизовать растворы аналитических реагентов; проводить количественный анализ веществ химическими методами; решать задачи на вычисление результатов титриметрического и гравиметрического анализа; обрабатывать результаты количественного анализа.
	владеет техникой выполнения основных аналитических операций при количественном анализе вещества;

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	приемами вычисления результатов титриметрического и гравиметрического анализа и их математической обработки
ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы	знает основные методы аналитической химии; приемы обработки и анализа результатов титриметрического и гравиметрического анализа
	умеет использовать различные подходы, применяемые в химии для целей научных исследований; самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по аналитической химии.
	владеет основами методологии исследования химических соединений различных классов

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			4 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		**72**	**72**
занятия лекционного типа		36	36
лабораторные занятия		36	36
практические занятия			
семинарские занятия			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.5	0.5
Самостоятельная работа, в том числе:		**40.8**	**40.8**
Оформление лабораторных работ		8	8
Самостоятельное изучение теоретического материала		6	6
Самостоятельное решение задач		6	6
Подготовка к текущему контролю		20.8	20.8
Контроль:			
Подготовка к экзамену		26.7	26.7
Общая трудоемкость	**час.**	**144**	**144**
	в том числе контактная работа	**76.5**	**76.5**
	зач. ед	**4**	**4**

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (2 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Окислительно-восстановительное равновесие. Редокс-титрование	30.8	10	-	10	10.8
2.	Реакции комплексообразования. Комплексонометрическое титрование	30	10	-	10	10
3.	Реакции осаждения. Осадительное титровние	26	8	-	8	10
4.	Гравиметричесий метод анализа	26	8	-	8	10
	ИТОГО по разделам дисциплины		36		36	40.8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4		-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.5		-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	26.7		-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	144		-	-	-

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Окислительно-восстановительное равновесие. Редокс-титрование	Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы окислительно-восстановительного титрования. Редокс-индикаторы. Построение кривых редокс-титрования. Факторы, влияющие на характер кривой титрования. Способы фиксирования конца редокс-титрования. Редокс-индикаторы, их интервал перехода окраски, рТ. Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия. Бихроматометрия. Первичные и вторичные стандарты	Устный опрос, рейтинговая контрольная работа №1
2.	Реакции комплексообразования. Комплексонометрическое титрование	Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. ЭДТА. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные	Устный опрос, рейтинговая контрольная работа №2

		индикаторы. Способы комплексонометрического титрования. Селективность титрования и способы ее повышения.	
3.	Реакции осаждения. Осадительное титровние	Схема образования осадка. Произведение растворимости. Факторы, влияющие на растворимость осадков. Построение кривых осадительного титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; методы Мора, Фольгарда, Фаянса, безындикаторные методы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.	Устный опрос, самостоятельная работа
4.	Гравиметричесий метод анализа	Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств и условий осаждения Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста. Старение осадка. Причины загрязнения осадка. Сущность гравиметрического анализа. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Примеры практического применения.	Устный опрос, рейтинговая контрольная работа №3

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/рабор	Форма текущего контроля
1.	Окислительно-восстановительное равновесие. Редокс-титрование	Приготовление и стандартизация рабочего раствора перманганата калия. Перманганатометрическое определение железа. Приготовление и стандартизация рабочего раствора тиосульфата натрия. Иодометрическое определение меди. Расчет электродных потенциалов. Определение направления протекания ОВР. Расчет кривых редокс-титрования. Расчет результатов редокс-титрования.	Решение задач, ЛР 1-4
2.	Реакции комплексообразования. Комплексонометрическое титрование	Комплексонометрическое определение кальция и магния в растворе при их совместном присутствии. Определение жесткости воды. Определение алюминия обратным титрованием. Расчет кривых комплексонометрического титрования. Расчет результатов комплексонометрического титрования.	Решение задач, ЛР 5-7
3.	Реакции осаждения. Осадительное титрование	Методы Мора, Фольгарда и Фаянса для фиксирования конечной точки титрования. Определение хлоридов методом Мора в пищевом продукте. Расчет кривых осадительного титрования. Расчет результатов осадительного титрования	Решение задач, ЛР 8,9
4.	Гравиметричесий метод анализа	Правила взвешивания на аналитических весах. Гравиметрическое определение железа. Расчет результатов гравиметрического анализа.	Решение задач, ЛР 10

		Расчет потерь за счет растворимости осадка.	

Защита лабораторной работы (ЛР)

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ	Аналитическая химия : учебное пособие / Д. А. Чупрынина, Л. И. Пиль; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2018. - 107 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 155. - ISBN 978-5-8209-1541-3: 81 р. 58 к. - Текст: непосредственный.
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	Аналитическая химия : учебное пособие / Д. А. Чупрынина, Л. И. Пиль; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2018. - 107 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 155. - ISBN 978-5-8209-1541-3: 81 р. 58 к. - Текст: непосредственный.
3	Самостоятельное решение задач	Аналитическая химия : учебное пособие / Д. А. Чупрынина, Л. И. Пиль; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2018. - 107 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 155. - ISBN 978-5-8209-1541-3: 81 р. 58 к. - Текст: непосредственный.
4	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,

– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: аудиторная работа в виде традиционных форм: лекции и лабораторной работы; самостоятельная работа студентов, групповые дискуссии.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой. В рамках изучения курса предусмотрено посещение экологических лабораторий и научных центров.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Аналитическая химия».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для самостоятельного решения, задач для решения в аудитории, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1. Осуществляет стандартные эксперименты по предлагаемым методикам, направленные обработку и анализ результатов	знает принципы выполнения химического анализа; гравиметрические и титриметрические методы анализа; приемы обработки и анализа результатов титриметрического и гравиметрического анализа	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Вопрос на экзамене
		умеет пользоваться мерной посудой, аналитическими весами; готовить и стандартизовать растворы аналитических реагентов; проводить количественный анализ веществ химическими методами; решать задачи	Лабораторная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Экзаменационная задача

		на вычисление результатов титриметрического и гравиметрического анализа; обрабатывать результаты количественного анализа.		
		владеет техникой выполнения основных аналитических операций при количественном анализе вещества; приемами вычисления результатов титриметрического и гравиметрического анализа и их математической обработки	Контрольная работа; Лабораторная работа	Вопрос на экзамене
2	ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы	знает основные методы аналитической химии; приемы обработки и анализа результатов титриметрического и гравиметрического анализа	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Вопрос на экзамене
		умеет использовать различные подходы, применяемые в химии для целей научных исследований; самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по аналитической химии.	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Экзаменационная задача
		владеет основами методологии исследования химических соединений различных классов	Контрольная работа; Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольная работа 1

Вариант 1

1. Навеску технической соли $KClO_3$ массой 0,5305 г растворили в 500,0 мл дистиллированной воды. К 50,00 мл полученного раствора прибавили 20,00 мл 0,1500 М раствора $FeSO_4$ (ClO_3^- восстанавливается до Cl^-). На титрование избытка $FeSO_4$пошло 5,00 мл 0,1089 н раствора $KMnO_4$. Рассчитайте массовую долю (%) хлората калия в образце. Написать уравнения соответствующих реакций.
2. Классификация индикаторов, используемых в редокс-титровании. Приведите примеры. Какие индикаторы предпочтительнее использовать в редокс-титровании: с широким или узким интервалом перехода окраски? Ответ аргументируйте.

3. К 100 мл 0,05 М H_2SO_3 прибавлено 90 мл 0,02 М $KMnO_4$ при pH=2. Рассчитать потенциал системы. $E^0_{SO_4^{2-}/H_2SO_3}$ = 0,17 В; $E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}}$ = 1,51 В.
4. От каких факторов зависит величина скачка на кривой редокс-титрования? Ответ поясните. В каком из указанных ниже случаев величина скачка на кривой редокс-титрования раствора $FeSO_4$ раствором $KMnO_4$ будет большим и почему:
   а) без фосфат-ионов или в присутствии фосфат-ионов;
   б) при pH, равном 0,5, или pH, равном 2,0?

Контрольная работа 2

Вариант 1

1. К 100,00 мл раствора $NiCl_2$ добавили дистиллированную воду, аммиачный буферный раствор и 20,00 мл 0,01085 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали 0,0129 М $MgCl_2$, на титрование израсходовали 5,47 мл. Рассчитать исходную концентрацию (г/л) раствора $NiCl_2$.
2. Комплексное соединение, его состав. Что такое координационное число, дентатностьлиганда? Чему равно координационное число и дентантностьлиганда в координационных соединениях $K_2[HgI_4]$ и $Cd(CN)_4Cl_2$ Дайте определение следующим понятиям: хелатное соединение, внутрикомплексное соединение. Приведите примеры. Укажите факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.
3. Перечислите факторы, влияющие на величину скачка кривой комплексонометрического титрования. Изобразите на одном рисунке:
   а) кривые титрования 0,1000 М раствора $Zn(NO_3)_2$ 0,1000 М раствором ЭДТА в аммиачном буферном растворе при pH 8,00 и 10,00;
   б) кривые титрования 0,1000 М раствора Fe^{2+} и 0,1000 М раствора Hg^{2+} раствором ЭДТА при одинаковом значении pH. Ответ обоснуйте.

Контрольная работа 3

Вариант 1

1. Произведение растворимости (K_S). Условное, реальное и термодинамическое произведение растворимости. Их взаимосвязь. Растворимость малорастворимого соединения. Растворимость какого соединения выше: $Ca_3(PO_4)_2$ или NH_4MgPO_4. Ответ подтвердите расчетами.
2. В чем сущность осадительного титрования по методу Мора? Для определения каких ионов и в каких условиях он применим? Почему? Напишите уравнения соответствующих химических реакций.
3. Охарактеризуйте виды загрязнения осадка. Какие осадки – кристаллические или аморфные – адсорбируют растворенные вещества в большей степени? Почему?
4. Рассчитать потери (в г и %) Pb за счет растворения осадка иодида свинца, если к 100 мл 0,0035 М раствору $Pb(NO_3)_2$ прилить 150 мл 0,02 М раствор NaI (ионной силой пренебречь).

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1

1. Понятие о гальваническом элементе, примеры. Стандартный водородный электрод, его устройство и назначение.
2. Стандартный и формальный окислительно-восстановительный потенциал. Укажите связь между ними.
3. Напишите уравнение Нернста и поясните смысл входящих в него величин.
4. Факторы эквивалентности веществ, участвующих в реакциях окисления-восстановления. Примеры. Определение молярной массы эквивалента и фактора эквивалентности участников ОВР
5. Вывод формулы для расчета константы равновесия окислительно-восстановительной реакции. Каким образом по величине стандартных или формальных редокс-потенциалов можно судить о направлении редокс-реакции?
6. Каким образом можно изменить направление окислительно-восстановительной реакции?
7. Перманганатометрия; уравнения, лежащие в основе использования перманганата калия в качестве окислителя.
8. Причины изменения титра раствора $KMnO_4$. Уравнения реакций.
9. Приготовление, хранение и стандартизация раствора $KMnO_4$. Применение метода. Примеры.
10. Вычисление результатов редокс-титрования – прямого, обратного, заместительного.

Лабораторная работа №2

1. Расчет скачка на кривой редокс-титрования и потенциала в точке эквивалентности
2. Индикаторы редокс-титрования. Классификация, требования к индикаторам, примеры.
3. Интервал перехода окраски редокс-индикаторов, pT.
4. Напишите уравнения реакций, протекающих в растворах дифениламина при его использовании в качестве редокс-индикатора.
5. Расчет редокс-потенциала в точке эквивалентности для окислительно-восстановительных реакций, в том числе протекающих с участием ионов H_3O^+, OH^- и др.
6. Кривые редокс-титрования.Расчет потенциала системы в процессе титрования
7. Перманганатометрия; уравнения, лежащие в основе использования перманганата калия в качестве окислителя
8. Напишите уравнения реакции взаимодействия ионов железа (II) с перманганатом калия в кислой среде. Для каких целей в раствор добавляют серную кислоту? Фосфорную кислоту?
9. Причины изменения титра раствора $KMnO_4$. Уравнения реакций.
10. Приготовление, хранение и стандартизация раствора $KMnO_4$.
11. Применение метода. Примеры.
12. Вычисление результатов редокс-титрования – прямого, обратного, заместительного.

Лабораторная работа №3

1. Методы йодометрии (йодометрия и йодиметрия). Общая характеристика.
2. Уравнения, лежащие в основе методов.
3. Изложите методику стандартизации раствора тиосульфата натрия. Назовите первичный стандарт.
4. Изложите сущность метода йодометрического определения меди. Напишите уравнения реакций. Объясните направление реакции между ионами меди (II) и йодид-ионами.
5. Приготовление, хранение и стандартизация рабочих растворов.
6. Причины изменения титра раствора тиосульфата натрия во времени.
7. Причины изменения титра йода.
8. Индикатор в методах иодометрии, особенности его применения.
9. Применение методов. Примеры.

Лабораторная работа №4

1. Константы устойчивости и нестойкости комплексных соединений: общие; ступенчатые; термодинамические, реальные, условные. Связь между ними.
2. ЭДТА, структурная формула, дентатность, особенности взаимодействия ЭДТА с ионами металлов.
3. Металлохромные индикаторы. Механизм их действия, требования к индикаторам.
4. Приготовление и стандартизация рабочих растворов ЭДТА.
5. Прямое, обратное и заместительное комплексонометрическое титрование. Приведите примеры применения основных приемов титрования для определения катионов и анионов.
6. Изложите методику комплексонометрического определения кальция и магния в растворе при их совместном присутствии. Напишите уравнения реакций. Напишите формулы для расчета результатов определения.
7. Изложите методику комплексонометрического определения жесткости воды. Укажите единицы измерения жесткости воды.

Лабораторная работа №5

1. Изложите принцип комплексонометрического определения алюминия. Назовите причину невозможности прямого титрования алюминия.
2. Напишите формулу для расчета результатов определения массы алюминия.
3. ЭДТА, структурная формула, дентатность, особенности взаимодействия ЭДТА с ионами металлов.
4. Кривые комплексонометрического титрования. Основные формулы расчета. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой комплексонометрического титрования.
5. Металлохромные индикаторы. Механизм их действия, требования к индикаторам.
6. Прямое, обратное и заместительное комплексонометрическое титрование. Приведите примеры применения основных приемов титрования для определения катионов и анионов.

Лабораторная работа №6

1. Изложите сущность метода Фольгарда. Укажите условия применения метода, назовите определяемые ионы.
2. Механизм образования осадков. Правила Паннета-Фаянса-Гана.
3. Изобразите строение мицеллы и гранулы на примере какого-либо конкретного соединения.
4. Метод Фаянса. Применение адсорбционных индикаторов для фиксирования конечной точки титрования.
5. Изложите методику определения хлорида натрия в пищевом продукте. Напишите уравнения реакций и формулы для расчета массовой доли поваренной соли.
6. Произведение растворимости (константа растворимости). Условное, реальное и термодинамическое произведение растворимости. Условия их применения для расчетов. Взаимосвязь между этими константами.
7. Растворимость малорастворимых соединений S. Связь растворимости с произведением растворимости.
8. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимых соединений.
9. Методы аргентометрии. Фиксирование конечной точки титрования по методу Мора. Условия применения индикатора, определяемые вещества.
10. Кривые осадительного титрования. Факторы, влияющие на скачок титрования.
11. Вычисление результатов осадительного титрования.
12. Определение расчетным путем возможности выпадения осадка в заданных условиях.

Лабораторная работа №7

1. Сущность метода гравиметрии. Основные этапы анализа.

2. Требования к весовой форме и форме осаждения. Требования к осадителям.
3. Основные механизмы загрязнения осадков.
4. Условия получения кристаллических и аморфных осадков.
5. Понятие об относительном пересыщении и его влиянии на процесс получения осадков.
6. Промывание осадков. Уравнение промывной жидкости. Требования к промывным жидкостям.
7. Расчет потерь за счет растворимости при промывании и получении осадков.
8. Расчет объема осадителя.
9. Изложите методику гравиметрического определения железа. Назовите форму осаждения и форму весовую.
10. Напишите уравнения реакций.
11. Напишите формулу для расчета результата гравиметрического определения железа через гравиметрический фактор.
12. Укажите состав промывных жидкостей для промывания кристаллических и аморфных осадков.
13. Напишите формулу промывной жидкости и объясните ее применение на практике.
14. Покажите расчетом возможную потерю формы осаждения (укажите это вещество) в процессе промывания произвольным объемом дистиллированной воды.
15. Объясните основные правила взвешивания на аналитических весах.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

1. Список вопросов для подготовки к экзамену

1 Окислительно-восстановительные реакции. Метод полуреакций для расстановки коэффициентов в ОВР.
2 Окислительно-восстановительный потенциал. Гальванический элемент. Стандартный водородный электрод.
3 Уравнение Нернста для сопряженной редокс-пары. Стандартный и формальный окислительно-восстановительный потенциал, связь между ними. Влияние pH, ионной силы, конкурирующих реакций комплексообразования и образования малорастворимых соединений на величину электродного потенциала.
4 Константа равновесия окислительно-восстановительных реакций. Каким образом по величине стандартных или формальных потенциалов и K_p можно судить о направлении редокс-реакции? Как можно изменить направление окислительно-восстановительной реакции? Вывести формулу для расчета константы равновесия редокс-реакции при pH = 0 и при pH ≠ 0.
5 Метод редокс-титрования. Кривая редокс-титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой редокс-титрования. Вывести формулу для расчета редокс-потенциала в точке эквивалентности для реакции с участием и без участия H^+ или OH^-.
6 Способы фиксирования конца титрования в редокс-титровании, примеры.
7 Редокс-ндикаторы. Требования, предъявляемые к этим индикаторам. Интервал перехода окраски редокс-индикаторов, pT. Уравнения реакций, протекающих в растворе дифениламина при его использовании в качестве редокс-индикатора.
8 Перманганатометрия; уравнения, лежащие в основе использования перманганата калия в качестве окислителя. Приготовление, стандартизация и хранение раствора $KMnO_4$. Причины изменения концентрации раствора $KMnO_4$. Применение метода перманганатометрии. Примеры.
9 Иодиметрия и йодометрия. Уравнения реакций, лежащих в основе методов. Приготовление, хранение и стандартизация рабочих растворов, используемых в

иодиметрии. Причины изменения концентрации раствора тиосульфата натрия во времени. Индикатор в методе йодометрии, особенности его применения. Применение методов иодиметрии и йодометрии, примеры.

10 Дихроматометрия. Уравнение, лежащее в основе метода. Приготовление рабочего раствора, индикаторы. Применение метода.

11 Комплексное соединение и его строение: комплексообразователь, лиганд, внешняя и внутренняя сфера; координационное число, дентатностьлиганда.

12 Классификация комплексных соединений. Назовите и приведите основные типы комплексных соединений. Хелат, внутрикомплексное соединение.

13 Константы устойчивости и нестойкости комплексных соединений: общие; ступенчатые. Термодинамические, реальные, условные константы устойчивости комплексных соединений. Связь между ними. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.

14 Приведите примеры использования комплексных соединений для маскирования мешающих ионов в качественном анализе и титриметрическом методе количественного анализа.

15 Комплексонометрическое титрование. Комплексоны. Формулы важнейших комплексонов.

16 ЭДТА, ее дентатность. Особенности взаимодействия ЭДТА с ионами металлов. Приготовление рабочего раствора ЭДТА, стандартизация.

17 Выведите формулу для расчета мольной доли иона Y^{4-} в условиях протонирования.

18 Выведите формулу для расчета мольной доли металла в условиях протекания конкурирующей реакции комплексообразования.

19 Кривая комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.

20 Фиксирование конечной точки комплексонометрического титрования. Металлохромные индикаторы, примеры. Механизм их действия, требования к индикаторам. Интервал перехода окраски металлохромных индикаторов.

21 Прямое, обратное и вытеснительное комплексонометрическое титрование. Примеры применения основных приемов титрования для определения катионов и анионов. Определение общей жесткости воды методом комплексонометрического титрования. Каким образом осуществляют анализ смеси катионов? Как можно повысить селективность комплексонометрического титрования?

22 Погрешности комплексонометрического титрования.

23 Произведение растворимости. Условное, реальное и термодинамическое произведение растворимости. Их взаимосвязь.

24 Растворимость малорастворимых соединений. Связь растворимости с произведением растворимости.

25 Влияние природы растворителя, pH, ионной силы, одноименного иона, процесса комплексообразования на растворимость малорастворимого соединения.

26 Условие образования и растворения осадков. Правило произведения растворимости.

27 Равновесия при осаждении нескольких малорастворимых соединений.

28 Осадительное титрование. Кривая осадительноготирования. Факторы, влияющие на величину скачка.

29 Титрование смеси веществ.

30 Способы индикации конца титрования в осадительном титровании.

31 Безындикаторные методы осадительного титрования.

32 Осадительное титрование по методу Мора.

33 Осадительное титрование по методу Фольгарда.

34 Осадительное титрование по методу Фаянса. Адсорбционные индикаторы. Правила адсорбции ионов.Изобразите схематически строение гранулы и мицеллы при осадительномтировании растворов.

35 Область применения осадительного титрования.
36 Основные этапы гравиметрического анализа. Требования, предъявляемые к осадителю, осаждаемой форме и гравиметрической форме.
37 Основные стадии образования осадка.
38 Относительное пересыщение. Условия получения кристаллических и аморфных осадков.
39 Виды загрязнения осадка: совместное осаждение, последующее осаждение, соосаждение (адсорбция, окклюзия и изоморфизм). Промывание осадка. Уравнение, позволяющее рассчитать общий объем промывной жидкости.
40 Общая характеристика гравиметрического метода.

Типы задач:

1. Вычисление результатов по данным редокс-, комплексонометрического или осадительноготитровния.
2. Расчет скачка на кривой редокс- комплексонометрического или осадительноготитровния.
3. Расчет констант равновесия и определение направления ОВР.
4. Расчет потенциала системы по данным о составе раствора.
5. Расчет формального потенциала.
6. Расчет потенциала в точке эквивалентности.
7. Расчет равновесной концентрации металла в растворе по данным о составе раствора.
8. Расчет условной константы устойчивости комплексных соединений в условиях протонирования и конкурирующего комплексообразования.
9. Расчет растворимости малорастворимых соединений по данным произведения растворимости.
10. Расчет количества осадителя.
11. Расчет потерь (в г и %) определяемого компонента при осаждении и промывании.
12. Расчет максимального объема промывной жидкости.
13. Вычисление результатов по данным гравиметрического анализа

2. Примеры билетов к экзамену

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Кафедра аналитической химии
Направление подготовки 27.03.01 – Стандартизация и метрология
20__-20__ уч. год
Дисциплина «Аналитическая химия»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1.

1 Основные стадии образования осадка.

2 Кривая редокс-титрования. Факторы, влияющие на величину скачка. Потенциал в точке эквивалентности.

3 К 100,00 мл раствора $NiCl_2$ добавили дистиллированную воду, аммиачный буферный раствор и 20,00 мл 0,01085 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровали 0,0129 М $MgCl_2$, на титрование израсходовали 5,47 мл. Рассчитать исходную концентрацию (г/л) раствора $NiCl_2$

Заведующий кафедрой
аналитической химии

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно владеет теоретическими основами химического анализа, способен самостоятельно решить экзаменационную задачу.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо владеет теоретическим материалом, знает базовые основы химического анализа, способен справиться с экзаменационной задачей при незначительной помощи со стороны преподавателя.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает базовые аналитические методы, однако плохо разбирается в специфических методах и механизмах основных реакций, с трудом справляется с экзаменационной задачей при существенной помощи со стороны преподавателя.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен решить экзаменационную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении основ химического анализа).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию : учебное пособие / Ю. А. Золотов. — 2-е изд. — М.: Лаборатория знаний, 2020. — 266 с. — https://e.lanbook.com/book/151516?category=3866
2. Основы аналитической химии: практическое руководство : руководство / Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш, О. В. Моногарова, Е. А. Осипова — М.: Лаборатория знаний, 2017. — 465 с. — https://e.lanbook.com/book/97410
3. Аналитическая химия : учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2021. — 107 с. https://urait.ru/bcode/472049
4. Власова, Е. Г. Аналитическая химия: химические методы анализа : учебник / Е. Г. Власова ; под редакцией О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой ; художник В. Е. Шкерин. — 2-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 467 с. — https://e.lanbook.com/book/166725

5.2. Периодическая литература

1. Журнал аналитической химии - российский научный журнал, публикующий оригинальные статьи теоретического и экспериментального характера по всем аспектам аналитической химии. Особый интерес представляют материалы, содержащие описание новых подходов к анализу (инструментальные, химические и биологические методы), новых детекторов и сенсоров, новых методов подготовки проб и обработки данных.
2. Аналитика и контроль - российский научный журнал, публикующий публикует оригинальные научные статьи и обзоры теоретического, а также экспериментального характера, касающиеся аналитической химии и аналитического контроля химического состава природной среды, веществ, материалов, изделий.
3. Заводская лаборатория. Диагностика материалов – информирует читателей о главных параметрах качества любых веществ и материалов – химическом составе, строении и свойстве.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/

2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
9. Springer Journals https://link.springer.com/
10. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
11. Springer Nature Protocols and Methods https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
12. Springer Materials http://materials.springer.com/
13. Springer eBooks: https://link.springer.com/

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
2. Полные тексты канадских диссертаций http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/
3. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ .

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение дисциплины «Аналитическая химия» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;

2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;

3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке к практическому занятию рекомендуется:

1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;

2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения. с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал и разъясняются наиболее сложные аспекты изучаемых методов анализа. На лабораторных занятиях студенты закрепляют полученные теоретические знания, осваивают специфику и принцип работы аналитического оборудования, способы получения аналитического сигнала и перехода к концентрации аналита. При подготовке к лабораторной работе необходимо внимательно изучить теоретический материал по данной работе, технику выполнения эксперимента, ознакомиться с инструкциями к приборам, которые используются при выполнении работы.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория по аналитической химии (ауд. 415С, 441С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные A&D EK-410i, весы аналитические - 2 шт., электроплитки – 2 шт., сушильный шкаф, химические реактивы.	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-	Microsoft Windows; Microsoft Office

	образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office