

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,
образовательная – первый
проректор



Хагуров Т.А.

мая 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.09 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки/специальность 27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) / специализация Стандартизация и сертификация

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2019

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 составила:

доцент кафедры аналитической химии, к.х.н.,
доцент
Починок Т.Б.



Рабочая программа дисциплины Аналитическая химия
утверждена на заседании кафедры Аналитической
химии протокол № 6 «6» мая 2019г.
Заведующий кафедрой Темердашев З.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Химии
и высоких технологий
протокол № 6 «16» мая 2019 г.
Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.



Рецензент:

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

Цели и задачи освоения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью дисциплины в соответствии с ООП направления 27.03.01 Стандартизация и метрология является содействие формированию и развитию у студентов профессиональных компетенций посредством освоения теоретических основ фундаментальных разделов аналитической химии и приобретения практических навыков проведения аналитических измерений.

1.2 Задачи дисциплины

1. Изучение теоретических основ аналитической химии, сущности химических методов анализа (титриметрии и гравиметрии).
2. Формирование понимания значимости химических методов анализа для решения различных аналитических задач в научных исследованиях, на производстве.
3. Овладение приёмами решения теоретических и практических задач по количественному анализу.
4. Обучение технике выполнения аналитических операций при подготовке и проведении количественного анализа химическими методами
5. Развитие 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 вариативной части учебного плана, информационно и логически связана со следующими дисциплинами «Физические основы измерений и эталоны», «Химия», «Основы анализа и аналитического контроля», «Математика». Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для обязательных дисциплин базовой и вариативной частей ООП: «Прикладная экология», «Методы и средства измерений и контроля», «Организация и технология испытаний», а также ряда дисциплин по выбору вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 27.03.01 – Стандартизация и метрология.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-20

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-20	способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и	принципы выполнения химического анализа; гравиметрические и титриметрические методы анализа; приемы обработки и анализа результатов	пользоваться мерной посудой, аналитическими весами; готовить и стандартизовать растворы аналитических реагентов; проводить количественный анализ веществ химическими	техникой выполнения основных аналитических операций при количественном анализе вещества; приемами вычисления результатов титриметрического

№ п.п	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций	титриметрическог о и гравиметрическог о анализа	методами; решать задачи на вычисление результатов титриметрическог о и гравиметрическог о анализа; обрабатывать результаты количественного анализа; самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по аналитической химии.	о и гравиметрическог о анализа и их математической обработки

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов),, из них 36 часов лекций, 36 часов лабораторных занятий, 40,8 часа самостоятельной работы студентов). Распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		4	-	-	-
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего)					
В том числе:					
Занятия лекционного типа	36	36			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)					
Лабораторные занятия	36	36			
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			
<i>Курсовая работа</i>					
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	20	20			
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>					
<i>Реферат</i>					
<i>Подготовка к текущему контролю</i>	20,8	20,8			
Контроль:					

Подготовка к экзамену		26,7	26,7			
Общая трудоемкость час	Час.	144	144			
	В том числе контактная работа	76,5	76,5			
	зач. ед.	4	4			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма)

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

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	8
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 титрование	26	8		8	10
4	Гравиметрический метод анализа	26	8		8	10
	<i>Всего:</i>		36	-	36	40,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ разд ела	Наименование раздела	Содержание раздела	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	Устный опрос, рейтинговая контрольная работа №1

		кривой титрования. Способы фиксирования конца редокс-титрования. Редокс-индикаторы, их интервал перехода окраски, рТ. Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия. Бихроматометрия. Первичные и вторичные стандарты	
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 индикаторы. Способы комплексонометрического титрования. Селективность титрования и способы ее повышения.	Устный опрос, рейтинговая контрольная работа №2
3	Реакции осаждения. Осадительное титрование	Схема образования осадка. Произведение растворимости. Факторы, влияющие на растворимость осадков. Построение кривых осадительного титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; методы Мора, Фольгарда, Фаянса, безиндикаторные методы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.	Устный опрос, самостоятельная работа
4	Гравиметрический 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

Занятия семинарского типа – не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
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.	Устный опрос, самостоятельная работа, визуальная оценка умений и навыков проведения химического эксперимента, защита лабораторных работ №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.	Устный опрос, самостоятельная работа, визуальная оценка умений и навыков проведения химического эксперимента, защита лабораторных работ №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	Устный опрос, самостоятельная работа, визуальная оценка умений и навыков проведения химического эксперимента, защита лабораторных работ №8,9
4.	Гравиметрический метод анализа	Правила взвешивания на аналитических весах. Гравиметрическое определение железа. Расчет результатов гравиметрического анализа. Расчет потерь за счет растворимости осадка.	Устный опрос, самостоятельная работа, визуальная оценка умений и навыков проведения химического эксперимента,

			защита лабораторной работы №10
--	--	--	--------------------------------------

Ко всем лабораторным работам имеются методические указания, утвержденные на кафедре аналитической химии КубГУ

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) – не предусмотрены

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	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. 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. 2. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Аналитическая химия. Спектроскопические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2013. 3. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Краснодар, КубГУ, 2016. 4. Учебники и задачки из списка основной литературы.
	Выполнение индивидуальных заданий, подготовка сообщений	1. 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. 2. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Аналитическая химия. Спектроскопические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2013. 4. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Краснодар, КубГУ, 2016. 3. Учебники и задачки из списка основной литературы.
	Подготовка к текущему контролю	1. 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. 2. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Аналитическая химия. Спектроскопические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2013. 3. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Краснодар, КубГУ, 2016. 4. Учебники и задачки из списка основной литературы.

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.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии:

- проведение лекций с моделированием проблемных ситуаций, учебных дискуссий.
- в рамках лабораторных работ применяются исследовательские методы, метод конкретных ситуаций, групповых дискуссий, работа в малых группах и др. технологий, направленных как на активное взаимодействие студентов с преподавателем и друг с другом, так и на развитие способности принятия решений.

- в процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и закрепляют знания, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, решают вариативные аналитические задачи и упражнения, готовятся к лабораторным работам и обрабатывают их результаты.

Стимулирование активной деятельности студентов проводится путем проведения рейтинговой системы контроля знаний.

Интерактивные образовательные технологии

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	Л, ЛР	Лекции с элементами педагогической эвристики, беседы, разбор ситуаций, работа в малых группах, презентация кратких сообщений в формате мини-конференции	36
<i>Итого:</i>			36

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимые коррекции как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя. Для указанных лиц предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Планируемыми формами текущего контроля знаний студентов является устный опрос по теории метода анализа, используемого в лабораторном практикуме, и особенностям выполняемой лабораторной работы, самостоятельные работы по темам разделов в виде тестовых и расчетных заданий, рейтинговые контрольные работы.

Примеры заданий рейтинговых контрольных работ

РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

по теме «Окислительно-восстановительное титрование»

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 $\text{pH}=2$. Рассчитать потенциал системы. $E_{\text{SO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{SO}_3}^0 = 0,17 \text{ В}$; $E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^0 = 1,51 \text{ В}$.
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?

РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

по теме «Реакции комплексообразования и комплексонометрическое титрование»

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, дентатность лиганда? Чему равно координационное число и дентатность лиганда в координационных соединениях $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ и $\text{Cd}(\text{CN})_4\text{Cl}_2$. 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 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 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.

РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

по темам «Гетерогенные равновесия» и «Гравиметрический анализ»

1. Произведение растворимости (K_S). Условное, реальное и термодинамическое произведение растворимости. Их взаимосвязь. Растворимость малорастворимого соединения. Растворимость какого соединения выше: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 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 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ прилить 150 мл 0,02 М раствор NaI (ионной силой пренебречь).

Вопросы для самопроверки

Рейтинговая контрольная работа №1

по теме «**Окислительно-восстановительное титрование**»

1. Дайте определение стандартному и формальному окислительно-восстановительному потенциалу. Какая связь между ними?
2. Каким образом по величине стандартных или формальных потенциалов можно судить о направлении редокс-реакции?
3. Влияние pH на величину электродного потенциала.
4. Выведите формулу для расчета константы равновесия окислительно-восстановительной реакции.
5. Как можно изменить направление окислительно-восстановительной реакции?
6. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
7. Приведите примеры приемов увеличения скачка титрования.
8. В каких случаях кривая симметрична, а в каких асимметрична относительно точки эквивалентности?
9. Индикаторы редокс-титрования. Классификация, требования к индикаторам, примеры.
10. Интервал перехода окраски редокс-индикаторов, pT.
11. Вычисление ошибок редокс-титрования.
12. Каким образом определяется фактор эквивалентности и молярная масса эквивалента для веществ, вступающих в реакции окисления-восстановления?
13. Расчет редокс-потенциала в точке эквивалентности для окислительно-восстановительных реакций, в том числе протекающих с участием ионов H_3O^+ , OH^- и др.
14. Напишите уравнения реакций, протекающих в растворах дифениламина при его использовании в качестве редокс-индикатора.
15. Перманганатометрия; уравнения, лежащие в основе использования перманганата калия в качестве окислителя. Причины изменения титра раствора KMnO_4 . Применение метода. Примеры.
16. Приготовление, хранение и стандартизация раствора KMnO_4 .
17. Иодометрия. Приготовление, хранение и стандартизация рабочих растворов. Причины изменения титра раствора тиосульфата натрия во времени. Применение метода, примеры.
18. Индикатор в методе иодометрии, особенности его применения.
19. Дихроматометрия. Уравнение, лежащее в основе метода. Приготовление рабочего раствора, индикаторы. Применение метода.

Типовые задачи

1. Расчет результатов прямого, обратного, косвенного редокс-титрования.
2. Расчет кривой редокс-титрования.
3. Расчет равновесных электродных потенциалов системы.
4. Расчет констант ОВ-равновесия. Определение направления протекания ОВР.

Рейтинговая контрольная работа №2

по теме «Реакции комплексообразования и комплексонометрическое титрование»

1. Дайте определение следующим понятиям: комплексное соединение; комплексообразователь, внешняя и внутренняя сфера; хелат; внутрикомплексное соединение.
2. Что такое координационное число? Чем оно определяется? Приведите примеры.
3. Что такое дентатность лиганда? Чем определяется? Приведите примеры моно- и полидентатных лигандов.
4. На каких принципах основана классификация комплексных соединений. Назовите и приведите основные типы комплексных соединений.
5. Какова природа химических связей в комплексных соединениях?
6. Константы устойчивости и нестойкости комплексных соединений: общие; ступенчатые.
7. Термодинамические, реальные, условные константы устойчивости комплексных соединений. Связь между ними.
8. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.
9. Приведите примеры использования комплексных соединений для маскирования мешающих ионов в качественном анализе и титриметрическом методе количественного анализа.
10. Назовите наиболее распространенные методы анализа, использующие реакции комплексообразования.
11. На чем основан метод комплексонометрического титрования?
12. Комплексон. Напишите химические формулы важнейших комплексонов.
13. ЭДТА. Приготовление рабочего раствора, стандартизация.
14. Какова дентатность ЭДТА?
15. Каковы особенности взаимодействия ЭДТА с ионами металлов?
16. Каким образом рассчитывается молярная масса эквивалента ЭДТА?
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. Расчет кривой комплексонометрического титрования.
20. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой комплексонометрического титрования? Ответ поясните графически.
21. Фиксирование конечной точки комплексонометрического титрования.
22. Металлохромные индикаторы. Механизм их действия, требования к индикаторам.
23. Приведите примеры металлохромных индикаторов.
24. Интервал перехода окраски металлохромных индикаторов.
25. Объясните принцип действия и выбора металлоиндикатора в комплексонометрическом титровании.
26. Объясните сущность прямого, обратного и вытеснительного комплексонометрического титрования. В каких случаях используют эти методы?
27. Приведите примеры применения основных приемов титрования для определения катионов и анионов.

28. Определение общей жесткости воды методом комплексонометрического титрования.
29. Каким образом осуществляют анализ смеси катионов? Как можно повысить селективность комплексонометрического титрования?
30. Погрешности комплексонометрического титрования.

Типовые задачи

1. Расчет результатов прямого, обратного, вытеснительного или косвенного комплексонометрического титрования.
2. Расчет кривой комплексонометрического титрования.
3. Расчет равновесной концентрации металла в растворе по данным о составе раствора.
4. Расчет условной константы устойчивости комплексных соединений в условиях протонирования и конкурирующего комплексообразования.

Рейтинговая контрольная работа №3

по темам «Гетерогенные равновесия» и «Гравиметрический анализ»

1. Произведение растворимости. Условное, реальное и термодинамическое произведение растворимости. Их взаимосвязь.
2. Растворимость малорастворимых соединений. Связь растворимости с произведением растворимости.
3. Влияние природы растворителя на растворимость малорастворимого соединения.
4. Влияние pH на растворимость малорастворимого соединения.
5. Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимого соединения.
6. Влияние ионной силы на растворимость малорастворимого соединения.
7. Влияние процесса комплексообразования на растворимость малорастворимого соединения.
8. Условие образования и растворения осадков. Сформулируйте правило произведения растворимости.
9. Равновесия при осаждении нескольких малорастворимых соединений.
10. Расчет кривой осадительного титрования.
11. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
12. В чем сущность осадительного титрования по методу Мора? Для определения каких ионов он применим? Какие ионы мешают определению?
13. Охарактеризуйте метод Фольгарда. Какие ионы могут быть определены этим методом? Какие ионы мешают определению?
14. Изложите сущность осадительного титрования по методу Фаянса. Для определения каких ионов он применим?
15. Правила адсорбции ионов.
16. Изобразите схематически строение гранулы и мицеллы при титровании раствора KI раствором нитрата серебра, если раствор недотитрован, перетитрован.
17. Область применения осадительного титрования.
18. Укажите методы и основные этапы гравиметрического анализа.

Типовые задачи

1. Расчет растворимости малорастворимых соединений по данным произведения растворимости.
2. Вычисление результатов по данным осадительного титрования.
3. Расчет кривых осадительного титрования.
4. Задачи на условие выпадения осадка и осаждение нескольких малорастворимых

соединений.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Итоговый контроль осуществляется в форме зачёта и экзамена по дисциплине. Зачёт получает студент, выполнивший и защитивший все лабораторные работы.

Экзаменационный билет по аналитической химии включает три вопроса. Первые два вопроса посвящены теоретическим основам химического анализа (см. приведенный ниже список). В третьем вопросе студенту предлагается решить практическую задачу. При оценке знаний студентов на экзамене учитывается баллы, полученные ими при написании контрольных работ по темам учебной дисциплины.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия»

- 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 $pH \neq 0$.
- 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-индикаторы. 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, дентатность лиганда.
- 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 осадительного титрования. 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 осадительном титровании 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

- осадительного титрования.
2. Расчет скачка на кривой редокс- комплекснометрического или осадительного титрования.
 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

**Пример экзаменационных заданий в билете
по дисциплине «Аналитическая химия»**

- 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

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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов: в 2 т. Т. 1, 2. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Академия, 2014.
2. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов: в 2 т. Т. 1, 2. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Академия, 2010.
3. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. Т.1, 2/ пер. с англ. А. В. Гармаша и др. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
4. Барбалат, Ю.А. Основы аналитической химии: практическое руководство [Электронный ресурс] : руководство / Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш, О.В. Моногарова, Е.А. Осипова ; под ред. Золотова Ю.А., Шеховцовой Т.Н., Осколка К.В.. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 465 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97410>

5.2. Дополнительная:

1. Васильев В.П. Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач: учебное пособие для студентов вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2006.
2. Основы аналитической химии: задачи и вопросы: учебное пособие для студентов ун-тов / под ред. Ю. А. Золотова. М.: Высшая школа, 2002.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство: учебное пособие для студентов ун-тов и высш.учебн.заведений/ под ред. Ю.А.Золотова.-М.: высшая школа, 2001.
4. Васильев В. П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов [в 2 кн.] / Кн. 1,2. / Васильев В. П. - 6-е изд., стер. - М.: Дрофа , 2007.
- 5.. Вершинин, В.И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 428 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97670>

5.3. Периодические издания:

1. Журнал аналитической химии
2. Аналитика и контроль
3. Заводская лаборатория

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины (модуля).

- Поисковая платформа, объединяющая реферативные базы данных публикаций в научных журналах и патентов <http://www.webofscience.com>
- Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
- База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
- Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
- Библиографическая и реферативная база данных

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы. Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Отчёт о лабораторной работе должен содержать все полученные экспериментальные результаты, необходимые расчёты и выводы. При фиксировании результатов измерения особое внимание нужно обратить на соответствие записи (количество значащих цифр в числе) точности измерения. Расчёты должны содержать все формулы и вычисления с указанием единиц измерения. Все результаты измерений непосредственно фиксируются в рабочей тетради. Запись результатов измерений на черновике или карандашом не допускается. При выполнении вычислений необходимо соблюдать правила округления.

Для подготовки к защите отчета по лабораторной работе следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчёт должен предоставляться преподавателю для проверки в течение недели после выполнения лабораторной работы. Проверка лабораторной работы сопровождается собеседованием с преподавателем. Выполненными считаются только принятые преподавателем лабораторные работы!

Решение задач.

Перед решением задач необходимо внимательно изучить теоретический материал, проработать конспект лекции, разобрать примеры решения задач. Решение задач рекомендуется начинать с наиболее простых, близких к имеющимся в задачнике примерам. Не рекомендуется использовать готовые конечные формулы, которые выводятся в примерах решения задач. Запись в тетради должна содержать формулы и все вычисления с указанием единиц измерения. При вычислениях необходимо обращать внимание на их точность (использование нужного числа значащих цифр) и соблюдение правил округления.

Подготовка к контрольным работам

Контрольная работа выполняется в форме письменного ответа на вопрос задания или решения задачи. Содержание подготовленного студентом ответа на поставленный вопрос должно показать знание автором теории вопроса. Практические задания, выносимые на контрольную работу, составлены на основе упражнений и задач, выполнявшихся в течение семестра на лабораторных занятиях. Рекомендуется вернуться к этим упражнениям и уточнить их выполнение при подготовке к контрольной работе. Следует обратить внимание на то, что выполняемое задание должно быть подкреплено объяснением того или иного предлагаемого решения. При наличии вопросов, перед контрольной работой необходимо проконсультироваться с преподавателем.

7.1 Организация процесса самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов связана с планированием эксперимента, проведением математических расчетов и обработки полученных данных, проработкой и повторением лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, решением упражнений и задач, изучением самостоятельно некоторых разделов курса, подготовкой к контрольным работам, зачету и экзамену.

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.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Для построения графиков и выполнения необходимых расчётов для лабораторных работ необходима программа MS Excel, для создания презентаций необходима программа MS Power Point.

8.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения.

При выполнении лабораторных работ используется программное обеспечение Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория
2.	Семинарские занятия	Не предусмотрены
3.	Лабораторные занятия	Лаборатории, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, оснащенные аналитическим оборудованием (весы лабораторные равноплечие 2-го класса модели ВЛР-200), посудой и реактивами для химического эксперимента в соответствии с программой выполнения лабораторных работ.

4.	Курсовое проектирование	Не предусмотрено
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебные помещения факультета химии и высоких технологий
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебные помещения факультета химии и высоких технологий
7.	Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов осуществляется в читальных залах библиотеки КубГУ, зале реферативных журналов, вычислительном центре КубГУ, Интернет-центре, а также других аудиториях факультета химии и высоких технологий с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.