

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Физическая и прикладная химия»

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

_____/ Т.Р.Змызгова/

« ____ » _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрохимические методы анализа

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность:

Аналитическая химия

Форма обучения: очная

Курган 2025

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрохимические методы анализа» составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета Фундаментальная и прикладная химия (Аналитическая химия) утвержденным для очной формы обучения «_27_»_июня_____2025 года;
(дата утверждения учебного плана)

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физическая и прикладная химия» «_03_»_июля_____2025_года,
Протокол №__8__

Рабочую программу составил
заведующий кафедрой
«Физическая и прикладная химия»

Л.В. Мосталыгина

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Физическая и прикладная химия»

Л.В. Мосталыгина

Специалист по учебно-методической работе
Учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ:

Всего: 3 зачетные единицы трудоемкости (108 академических часов)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (всего часов), в том числе:	88	88
Лекции	24	24
Лабораторные работы	64	64
Практические занятия	-	-
Самостоятельная работа (всего часов), в том числе:	20	20
Курсовая работа	-	-
Курсовой проект	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Научно-исследовательская работа	-	-
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы	2	2
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен):	Диф.З	Дифференцированный зачет
	108	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электрохимические методы анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин «Математика», «Физика», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Аналитическая химия». Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения последующих дисциплин «Анализ реальных объектов», «Методы и средства аналитического контроля», «Комплексные соединения с неорганическими и органическими реагентами и их применение в химическом анализе», выполнении курсовых и дипломных работ.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Электрохимические методы анализа» является подготовка студентов со специализированными знаниями в области современных электрохимических методов анализа, владеющими общими вопросами теоретической и практической аналитической химии, включая пробоподготовку, выполнение определения и способы извлечения информации из аналитического сигнала; использование полученных знаний по теории и практике электрохимических методов анализа для решения фундаментальных и прикладных задач в области химии и химической технологии

Задачами освоения дисциплины «Электрохимические методы анализа» являются: определение места электрохимических методов среди всех методов аналитической химии; развитие навыков выбора электрохимического метода при решении практических задач; развитие представлений о современном состоянии, перспективах развития электрохимических методов анализа; развитие способности использовать полученные знания в области познавательной и профессиональной сферы; понимание необходимости и способности приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность определять способы, методы и средства решения технологических задач (ПК-3);
- способность использовать аналитические методы исследования в анализе различных объектов (ПК-5)
- способность организовывать и проводить различные мероприятия в профессиональной сфере деятельности (ПК-7).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: принципы и области использования базовых знаний электрохимических методов анализа, сущность основных реакций и процессов при осуществлении электрохимического анализа для организации и проведения мероприятий в профессиональной деятельности (для ПК-7)
- Уметь: проводить исследования по сформулированной тематике, определять и анализировать проблемы, планировать их стратегию для решения задач в профессиональной сфере деятельности (для ПК-3, ПК-7);
- Уметь: определять способы, методы и средства решения технологических задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций (для ПК-3, ПК-7);

- Владеть: аналитическими методами исследования, в частности электрохимическими, для анализа различных объектов (для ПК-5).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Электрохимические методы анализа», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Спектроскопические методы анализа», индикаторы достижения компетенций ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 _{ПК-3}	Знать: способы, методы и средства аналитической химии в области электрохимических методов анализа при решении технологических задач	З (ИД-1 _{ПК-3})	Знает: способы, методы и средства аналитической химии в области электрохимических методов анализа при решении технологических задач	Выполнение лабораторной работы, связанной с решением технологических задач
2.	ИД-2 _{ПК-3}	Уметь: определять способы, методы и средства решения технологических задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	У (ИД-2 _{ПК-3})	Умеет: определять способы, методы и средства решения технологических задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	Выполнение лабораторной работы, связанной с решением технологических задач
3.	ИД-3 _{ПК-3}	Владеть: навыками решения аналитических задач, определяя способы, методы и средства решения технологических задач	В (ИД-3 _{ПК-3})	Владеет: навыками решения аналитических задач, определяя способы, методы и средства решения технологических задач	Выполнение лабораторной работы, связанной с решением технологических задач
4.	ИД-1 _{ПК-5}	Знать: электрохимические методы исследования в анализе различных объектов	З (ИД-1 _{ПК-5})	Знает: электрохимические методы исследования в анализе различных объектов	Выполнение лабораторной работы по анализу реального объекта
5.	ИД-2 _{ПК-5}	Уметь: проводить анализ реального объекта с применением методов электрохимии	У (ИД-2 _{ПК-5})	Умеет: проводить анализ реального объекта с применением методов электрохимии	Выполнение лабораторной работы по анализу реального объекта
6.	ИД-3 _{ПК-5}	Владеть: аналитическими методами исследования, в частности	В (ИД-3 _{ПК-5})	Владеет: аналитическими методами исследования, в частности	Выполнение лабораторной работы по анализу реального объекта

		электрохимическими, для анализа различных объектов		электрохимическими, для анализа различных объектов	
7.	ИД-1 _{ПК-7}	Знать: принципы и области использования базовых знаний электрохимических методов анализа, сущность основных реакций и процессов при осуществлении электрохимического анализа для организации и проведения мероприятий в профессиональной деятельности	З (ИД-1 _{ПК-7})	Знает: принципы и области использования базовых знаний электрохимических методов анализа, сущность основных реакций и процессов при осуществлении электрохимического анализа для организации и проведения мероприятий в профессиональной деятельности	Вопросы теста, задачи рубежного контроля
8.	ИД-2 _{ПК-7}	Уметь: проводить мероприятия профессиональной направленности с использованием базовых основ электрохимического метода анализа	У (ИД-2 _{ПК-7})	Умеет: проводить мероприятия профессиональной направленности с использованием базовых основ электрохимических методов анализа	Работа в группах при решении задач профессиональной направленности
9.	ИД-3 _{ПК-7}	Владеть: навыками применения электрохимических методов при проведении мероприятий профессиональной деятельности	В (ИД-3 _{ПК-7})	Владеет: навыками применения электрохимических методов при проведении мероприятий профессиональной деятельности	Работа в группах при решении задач профессиональной направленности

Содержание дисциплины

4.1. Учебно-тематический план:

Рубеж дисциплины	Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Количество часов по видам учебных занятий		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	P1	Теоретические основы электрохимических методов	4	-	
	P2	Потенциометрические методы анализа	10	-	38
Рубеж 2	P3	Вольтамперометрические методы анализа	6	-	12
	P4	Кулонометрические методы анализа	4	-	14
Итого			24		64

4.2. Содержание лекций:

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лекции	Трудоёмкость, часы
P1	Теоретические основы	Роль в аналитической химии	2

	электрохимических методов	электрохимических методов обнаружения и определения элементов. Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимические реакции и их особенности. Электрохимическая цепь.	
		Электрохимические ячейки. Перенапряжение. Поляризация и виды поляризующих напряжений. Классификация методов. Равновесные и неравновесные процессы в растворах электролитов.	2
P2	Потенциометрические методы анализа	Теоретические основы метода. Потенциометрия в отсутствие тока и с использованием поляризованных электродов (при контролируемом постоянном токе).	2
		Прямая потенциометрия – рН-метрия и ионометрия.	2
		Ионоселективные электроды с твердыми и жидкофазными мембранами, параметры селективности.	2
		Уравнение мембранного потенциала. Классификация ионоселективных электродов, практическое применение.	2
		Потенциометрия в водных и органических средах. Потенциометрическое титрование в водных и неводных средах. Способы обнаружения конечной точки титрования. Практика использования потенциометрии.	2
P3	Вольтамперометрические методы анализа	Классификация методов. Электроды в вольтамперометрии. Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадеевские и нефарадеевские токи.	2
		Аналитический сигнал и помеха. Миграционные, конвекционные, емкостные токи. Максимумы на вольтамперных кривых.	2
		Качественный и количественный вольтамперометрический анализ. Прямая, инверсионная и косвенная вольтамперометрия (амперометрия). Современные вольтамперометрические методы. Преимущества и недостатки методов. Использование вольтамперометрии в практике.	2
P4	Кулонометрические методы анализа	Теоретические основы метода. Классификация. Потенциостатическая и амперостатическая (гальваностатическая) кулонометрия. Эффективность тока.	2

		Методы обнаружения момента завершения электрохимической и химической реакции. Определение электроактивных и неэлектроактивных компонентов. Генерирование кулонометрических титрантов. Практическое применение кулонометрии.	2
--	--	---	---

4.3. Лабораторный практикум

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лабораторных работ	Трудоемкость, часы
Р2	Потенциометрические методы анализа	Определение нитрат-ионов в пищевых продуктах с использованием нитратселективного электрода	6
		Определение соляной и борной кислот в растворе при их совместном присутствии методом потенциометрического титрования	4
		Определение диэтиламина в неводной среде	4
		Определение смеси хлороводородной кислоты и хлорида аммония в среде ацетон-этиленгликоль	6
		Комплексонометрическое определение железа (III) в растворе	4
		Потенциометрическое титрование. Определение P_2O_5 в апатитовом концентрате	4
		Определение алюминия потенциометрическим титрованием	4
		Потенциометрическое титрование. Определение п-толуидина (или анилина)	4
РК 2			2
Р3	Вольтамперометрические методы	Полярграфическое определение $Cu(II)$, $Cd(II)$, $Zn(II)$, $Ni(II)$	6
		Вольтамперометрическое определение тирозина на графитовом электроде	6
Р4	Кулонометрические методы	Кулонометрическое титрование соляной кислоты	6
		Кулонометрическое титрование тиосульфата	6
РК 1		Рубежный контроль 1	2

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Электрохимические методы анализа» преподается в течение одного семестра, в виде лекций и лабораторных работ, на которых обучающиеся должны углубить и усовершенствовать свои знания по аналитической химии, в частности по электрохимическим методам анализа. Обучающиеся должны закрепить навыки работы на современном аналитическом оборудовании. Обучающиеся должны уметь выбирать один

из электрохимических методов анализа для решения конкретной практической задачи по определению химических веществ в реальном объекте. Совершенствуются навыки работы с научной периодической литературой, в том числе на иностранных языках, работы в различных системах по поиску научной литературы.

В преподавании курса «Электрохимические методы анализа» применяются образовательные технологии: интерактивная лекция; использование общественных ресурсов: экскурсии, решение проблемной ситуации с переводением лабораторной работы в разряд исследовательской; технология коллективного взаимодействия.

В процессе чтения лекции преподавателем обучающийся получает информацию по современному состоянию электрохимии и электрохимических методов. Лекционный материал конспектируется с выделением основных вопросов и проблем. Записывается тема лекции, план, основные вопросы, определения, выводы. Обучающийся должен понять основную цель и логическую последовательность материала. Конспект лекций стоит подразделять на пункты и параграфы. Важные места рекомендуется сопровождать замечаниями ("важно", "запомнить", "посмотреть в учебнике"), можно выделять цветом. Конспект лекций рекомендуется просматривать сразу после лекции и возвращаться к нему при подготовке к аудиторным занятиям. Работая над конспектом лекций необходимо использовать учебник и рекомендованную преподавателем литературу.

Лабораторные работы - важнейшая составная часть учебного процесса при подготовке химиков. Обучающиеся на практике изучают электрохимические методы анализа, отрабатывают конкретные методики, используют современные приборы. При оформлении лабораторной работы надо обозначить тему, цель, приборы и материалы. Студент должен заранее подготовиться к лабораторной работе, изучить материал и оформить ее. Пропущенную лабораторную работу обучающийся отрабатывает индивидуально. В начале пары преподаватель знакомит обучающихся с предстоящей работой, измерительной аппаратурой, техникой безопасности и правилами поведения обучающихся в лаборатории. Методички выдаются на первом занятии на весь семестр, согласно методичкам оформляется отчет по работе.

При обработке результатов лабораторных работ рекомендуется использовать программные продукты Pascal и Microsoft Office Exce.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Для закрепления и усвоения материала полезно активное участие во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на лабораторных занятиях.

Самостоятельная работа включает подготовку к лабораторным работам, к рубежным контролям, подготовку к дифференцированному зачету. В качестве формы рубежного контроля используется коллоквиум.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Подготовка к лабораторным работам	2
Подготовка к дифференцированному зачету	18
Всего:	20

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ

2. Отчеты обучающихся по лабораторным работам
3. Примерный перечень вопросов к рубежным контролям № 1, № 2
4. Перечень вопросов к зачету
5. Список примерных тем для выполнения рефератов и презентаций для неуспевающих обучающихся

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов за 7 семестр					
		Вид УР:	Посещение и активная работа на лекции	Оформление, выполнение и защита ЛБ	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	1	3	11	11	30
		Примечания:	1*12 Всего 12	3*12 Всего 36	На 9-й ЛБ	На 14-й ЛБ	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачет	60 и менее баллов – незачтено. 61 и более баллов - зачтено					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается. Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность. Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается. За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30. Основанием для получения дополнительных баллов являются: - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.					
4	Формы и виды учебной работы	В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения					

для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.
---	--

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме устного опроса, зачет - в форме тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает с обучающимися основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Примерный перечень вопросов к рубежному контролю №1 и №2 содержат порядка 30-40 вопросов, обучающийся должен ответить на 11 вопросов по выбору преподавателя.

На подготовку при рубежном контроле студенту отводится 20 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты ответов на вопросы каждого студента по количеству правильных ответов (максимально 1 балл за один вопрос) и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Перечень вопросов к зачету включает 20 вопросов (за каждый ответ максимально 1,5 балла, всего максимально 30 баллов). Время, отводимое студенту для подготовки к зачету, составляет 30 минут.

Результаты текущего контроля успеваемости и дифференцированного зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день дифференцированного зачета, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и дифференцированного зачета

Примерный вариант тестового задания к зачету

- Если ЭДС равная $E_K - E_A > 0$, то:
 - реакция протекает самопроизвольно;
 - реакция в ячейке протекает только при подаче энергии от внешнего источника;
 - реакция не протекает ни при каких условиях.
- Величину потенциала водородного электрода в растворе с $pH = 5,00$ равна:
 - $+0,30$ В;
 - $-0,30$ В;
 - 0 В;
 - $-0,15$ В.
- Уравнение Нернста применимо для:
 - обратимой системы;
 - необратимой системы;
 - только для электролитической ячейки;
 - для электрохимической, работающей в любом режиме.
- По данным значениям коэффициента селективности $K_{A/B}^{пот}$ укажите лучший ИСЭ для определения иона А в присутствии иона В:
 - $K_{A/B} = 1$;
 - $K_{A/B} = 10^{-3}$;
 - $K_{A/B} = 10^2$.
- В чем заключается различие катионной и анионной функций соответствующих ИСЭ:
 - при увеличении активности определяемого аниона ЭДС цепи возрастает;
 - при увеличении активности определяемого катиона ЭДС цепи падает;
 - при увеличении активности определяемого аниона ЭДС цепи падает?

6. Какова роль маннита и глицерина при титровании борной кислоты рН-метрическим методом:
- А) усиливаются кислотные свойства в результате образования комплексных кислот борной кислоты;
 - Б) используются в качестве компонентов фоновго электролита;
 - В) являются поверхностно-активными веществами и ускоряют электрохимическую реакцию;
 - Г) указание реагенты позволяют титровать борную кислоту как трехосновную?
7. Что находится во внутренней полости жидкостного мембранного ионоселективного электрода:
- А) раствор хлорида натрия и хлорид- серебряный электрод сравнения;
 - Б) раствор одноименного иона и контактная проволока;
 - В) раствор одноименного (с измеряемым) иона и электрод сравнения.
8. Какова связь высоты волны (h) на классической полярограмме с концентрацией деполаризатора (c), числом электронов (n) и коэффициентом диффузии (D):
- А) $h \sim n^2 D^{1/2} c$;
 - Б) $h \sim n D c$;
 - В) $h \sim n D^{1/2} c$;
 - Г) $h \sim n^{3/2} D c$.
9. Какие факторы не влияют на величину потенциала полуволны обратимо восстанавливающегося вещества в вольтамперометрии:
- А) концентрация фона;
 - Б) состав фона;
 - В) концентрация деполаризатора?
10. Какова основная особенность метода дифференциальной импульсной вольтамперометрии:
- А) наложение постоянного напряжения отдельными импульсами;
 - Б) необходимость использования трехэлектродной ячейки;
 - В) наложение на линейно меняющееся во времени напряжение отдельных кратковременных импульсов постоянного напряжения;
 - Г) наложение на линейно меняющееся во времени напряжение переменного напряжения фиксированной частоты?
11. Каковы преимущества переменноточковой полярографии по сравнению с классической полярографией:
- А) высокая чувствительность по отношению к необратимо восстанавливающимся деполаризаторам, например, кислороду;
 - Б) простота и доступность аппаратуры;
 - В) быстрота проведения эксперимента;
 - Г) высокая чувствительность по отношению к обратимо восстанавливающимся поляризаторам и малая чувствительность по отношению к кислороду?
12. Какая стадия переноса электроактивного вещества (деполаризатора) к электроду является лимитирующей для тока, измеряемого в методе амперометрического титрования:
- А) диффузия;
 - Б) миграция;
 - В) конвекция?
13. В амперометрическом титровании чаще всего применяют в качестве индикаторного электрода:
- А) ртутный капаящий электрод;
 - Б) графитовый электрод;
 - В) мембранный электрод на основе LaF_3 .
14. Электрогенерированный титрант получают:
- А) непосредственно в ячейке для кулонометрического титрования;
 - Б) в отдельном устройстве;
 - В) непосредственно в ячейке и отдельном устройстве.
15. В чем отличительное преимущество метода кулонометрического титрования перед потенциометрическим и амперометрическим титрованием:
- А) простота и доступность аппаратуры;
 - Б) высокая чувствительность и широкий круг реакций, применяемых в методе;
 - В) быстрота выполнения;
 - Г) отсутствие необходимости приготовления титрованных растворов и возможность использования неустойчивых титрантов, прецизионность?
16. Каким образом определяют количество электричества при кулонометрическом титровании:
- А) определяют произведение силы тока и времени генераций до к.т.т.;
 - Б) измеряют продолжительность титрования к моменту скачка потенциала;
 - В) измеряют изменение тока электролиза в единицу времени вблизи к.т.т.
17. Для кислотно-основного титрования в качестве индикатора применим:
- А) любой электрод с водородной функцией;
 - Б) платиновый электрод;
 - В) серебряный электрод;
 - Г) только стеклянный электрод
18. Для каких целей в полярографируемый раствор обычно добавляют желатину:
- А) для устранения влияния кислорода;

- Б) для установления максимумов на участке придельного тока вольтамперной кривой;
- В) для обеспечения большей разности в плотностях тока на электродах?
- 19. Метод инверсионной вольтамперометрии пригоден для определения:
 - А) многих неорганических и органических веществ вплоть до 10^{-9} – 10^{-10} М;
 - Б) только органических веществ до 10^{-9} – 10^{-10} М;
 - В) только неорганических веществ 10^{-9} – 10^{-10} М;
 - Г) неорганических и органических веществ до 10^{-6} М.
- 20. Какие параметры осциллограммы характеризуют природу деполяризатора:
 - А) высота пика; Б) потенциал пика; В) разность между потенциалами анодного и катодного пиков; Г) отношение высот катодного и анодного пиков?

Примерный перечень вопросов:

К Рубежному контролю 1:

1. Какие электрохимические процессы являются обратимыми, а какие - необратимыми - приведите примеры.
2. Какие электрохимические методы анализа можно использовать для определения железа (III) в растворе?
3. Какие фоновые электролиты вы знаете? Какова их роль?
4. Назовите и охарактеризуйте основные узлы приборов, используемых в электрохимических методах.
5. Что положено в основу ионометрии?
6. Сколько электродов сравнения содержит ячейка для измерения рН?
7. Возможно ли определять концентрацию иона расчетным методом по значению измеренного потенциала?
8. Какова роль сильного электролита при использовании метода градуировочного графика в ионометрии?
9. От чего зависит наклон градуировочного графика при ионометрических измерениях?
10. Какой электрод наиболее часто используют в качестве электрода сравнения в потенциометрии?
11. На сколько изменится ЭДС в цепи с кальций-селективным электродом при изменении активности иона кальция на порядок?
12. В чем заключается различие катионной и анионной функции соответствующих ИСЭ?
13. Оказывают ли влияние хлорид-ионы на бромидную функцию ИСЭ с мембраной из бромида серебра?
14. К какому типу электродов относится фторид-селективный электрод с мембраной из фторида лантана?
15. Что оказывает наибольшее влияние на величину нижнего предела определяемых содержаний галогенид-ионов с использованием ИСЭ с мембраной из галогенида серебра?
16. Что в наибольшей степени влияет на наклон градуировочного графика при работе с ИСЭ?
17. Как рассчитать потенциал фторид-селективного электрода с мембраной из фторида лантана при $pH < 4$?
18. Что находится во внутренней полости жидкостного мембранного ионо-селективного электрода?
19. Напишите выражение для потенциала стеклянного электрода в присутствии ионов щелочных металлов (M^+) в щелочной области.
20. В каких координатах строят градуировочный график при работе с ИСЭ?
21. Какие условия необходимы для проведения потенциометрического титрования?
22. Опишите устройство: водородного электрода, хлоридсеребряного электрода, каломельного электрода, стеклянного электрода, запишите для них электрохимические реакции и уравнение Нернста
23. Как графически определить к.т.т. в методе потенциометрического титрования?
24. Как меняется наклон градуировочного графика в методе прямой потенциометрии в зависимости от заряда определяемого иона? Почему?
25. Когда применяют потенциометрическое титрование в неводных средах?
26. Как выбрать условия для амперометрического титрования?
27. Приведите примеры кривых амперометрического титрования для разных систем.
28. Как определяют содержание нитрат-ионов в различных объектах (метод ионометрии)?
29. Как определить при совместном присутствии соляную и борную кислоты?

30. Для чего используют неводную среду при определении диэтиламина?

К рубежному контролю 2:

1. Какие факторы не влияют на величину потенциала полуволны обратимо восстанавливающегося вещества в полярографии?
2. Каким из факторов определяется природа предельного тока в полярографии?
3. Какая зависимость лежит в основе количественного полярографического анализа?
4. Какие параметры следует определить на полярографической кривой для проведения качественного анализа?
5. Какие параметры следует определить на полярографических кривых для проведения количественного определения вещества?
6. Какова связь высоты волны (h) на классической полярограмме с концентрацией деполяризатора (c), числом электронов (n) и коэффициентом диффузии (D)?
7. Для каких целей в полярографии в анализируемый раствор вводят индифферентный электролит – фон?
8. Каковы условия соответствия количества волн на классической полярограмме числу определяемых веществ?
9. Почему возможно определение в растворе трех и более ионов полярографическим методом? Приведите принципиальную схему установки для полярографического анализа с ртутным капаящим электродом
10. Почему при работе с ртутным капаящим электродом ячейку перед измерением продувают инертным газом?
11. Что такое полярографический спектр?
12. Какова основная особенность метода осциллографической полярографии?
13. Каковы критерии обратимости электродного процесса в методе осциллографической полярографии?
14. Какова связь потенциала пика (E_p) для обратимо восстанавливающегося иона в осциллографической полярографии с потенциалом полуволны ($E_{1/2}$) в классической полярографии?
15. Каковы условия соответствия количества пиков на осциллополярограмме числу определяемых веществ?
16. Какими причинами обусловлено падение тока на участке осциллополярограммы, следующем за максимумом тока?
17. Какова основная особенность метода переменного тока полярографии?
18. Что представляет собой переменного тока полярограмма?
19. Каковы преимущества переменного тока полярографии по сравнению с классической полярографией?
20. Какие параметры следует определить на полярограмме переменного тока для определения концентрации веществ?
21. Какие параметры следует определить на переменного тока полярограмме для проведения качественного анализа?
22. Какова основная особенность метода дифференциальной импульсной полярографии?
23. Какова связь потенциала пика (E_p) на дифференциальной импульсной полярограмме обратимо восстанавливающегося деполяризатора с $E_{1/2}$ на классической полярограмме?
24. Что представляет собой дифференциальная импульсная полярограмма?
25. Каковы преимущества дифференциальной импульсной полярографии перед классической полярографией?
26. Каковы основные причины увеличения чувствительности метода дифференциальной импульсной полярографии по сравнению с методом классической полярографии?
27. Каковы причины уменьшения влияния остаточного тока на чувствительность метода дифференциальной импульсной полярографии по сравнению с методом классической полярографии?
28. Какие условия необходимы для проведения амперометрического титрования?
29. Какая стадия переноса электроактивного вещества (деполяризатора) к электроду является лимитирующей для тока, измеряемого в методе амперометрического титрования?
30. Что положено в основу кулонометрического метода анализа?
31. Какой принцип положен в основу кулонометрического титрования?
32. Каким образом определяют количество электричества при кулонометрическом титровании?

33. Что такое кулонометр?
34. В чем отличие кулонометрического титрования от других типов титрования?
35. Какой вариант кулонометрического титрования используют при определении соляной кислоты?
36. Какой вспомогательный реагент применяют при кулонометрическом титровании кислот?
37. Для чего применяют иодид калия при кулонометрическом титровании тиосульфата?
38. Приборы и техника измерений в прямой кулонометрии и кулонометрическом титровании
39. Как определяется количество электричества, затраченное на электрохимическое превращение в потенциостатическом режиме измерений и в гальваностатическом?
40. Чем обусловлена высокая точность измерений в кулонометрии?
41. Что такое «генераторная цепь» и «индикаторная цепь» в кулонометрическом анализе?

Список примерных тем для выполнения рефератов и презентаций для неуспевающих студентов

1. Инверсионная вольтамперометрия при анализе токсичных металлов в природных объектах
2. Электрохимические методы в экологии
3. Неводная потенциометрия
4. Автоматизация и компьютеризация в электроаналитической химии
5. Электрохимические методы анализа: настоящее и будущее
6. Электрохимические методы анализа пищевых продуктов
7. Электрохимические методы анализа в фармации
8. Современные приборы в потенциометрии
9. Современные приборы в вольтамперометрии
10. Современные приборы в кулонометрии
11. Кондуктометрия

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. Основная и дополнительная учебная литература

7.1. Основная литература

1. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>
2. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Ю.Я. Харитонов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>
3. Аналитическая химия. Практикум [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970413852.html>
4. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html>
5. Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия"/ В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина ; под общ. ред. В. П. Васильева. - Москва:Химия, 2000. - 328 с.
6. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине [Электронный ресурс] / Г.К. Будников, Г.А. Евтюгин, В.Н. Майстренко - М.: Лаборатория знаний, 2015. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329373.html>

7. Основы аналитической химии: в 2 кн. : учебник для вузов. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения / Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2002. - 352 с.
8. Основы аналитической химии: в 2 кн.: учебник для вузов. Кн. 2. Методы химического анализа / Н. В. Алов, Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2002. - 494 с.
9. Основы аналитической химии: Задачи и вопросы: учебное пособие для студентов университетов, химико-технологических, педагогических, сельскохозяйственных, медицинских и фармацевтических вузов / под ред. Ю. А. Золотова. - Москва : Высшая школа, 2002. - 412 с.
10. Основы аналитической химии : практическое руководство : учебное пособие для студентов университетов, химико-технологических, сельскохозяйственных, медицинских и фармацевтических вузов / под ред. Ю. А. Золотова. - Москва : Высшая школа, 2001. - 464 с.
11. Основы аналитической химии [Электронный ресурс]: практическое руководство / Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш, О.В. Моногарова, Е.А. Осипова, К.В. Осколок, Н.А. Пасекова, Г.В. Прохорова, Н.М. Сорокина, В.И. Фадеева, Е.Н. Шаповалова, Н.В. Шведене, Т.Н. Шеховцова, О.А. Шпигун - М.: Лаборатория знаний, 2017. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015673.html>
12. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика [Электронный ресурс] / Г. Хенце - М.: Лаборатория знаний, 2017. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015093.html>
13. Систематические и случайные погрешности химического анализа: учебник для вузов: учебное пособие для студентов, обуч. по специальности 011000 - Химия/ М.С. Черновьянц, И.Н. Щербаков, О.И. Аскалпова, И.В. Евлашенко; ред. М.С. Черновьянц. - Москва: Академкнига, 2004. - 160 с.
14. Физические методы исследования неорганических веществ: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 020101 "Химия" направления подготовки 020100 "Химия" / Т. Г. Баличева [и др.] ; под ред. А. Б. Никольского. - Москва: Академия, 2006. - 443,
15. Мосталыгина Л.В. Аналитическая химия: справочное пособие / Л. В. Мосталыгина, Л. В. Кораблева; Министерство образования и науки Российской Федерации [и др.]. - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2006. - 95с.

7.2. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Мовчан. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214542.html>
2. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум: В 2 кн. Кн. 1. Химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум/ Александрова Э. А., Гайдукова Н. Г. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207416.html>
3. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум / Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. - М.: КолосС, 2013. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учеб. заведений). – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207423.html>
4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] /Валова (Копылова) В.Д. - М.: Дашков и К, 2017. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html>
5. Байрамов В.М. Основы электрохимии : учебное пособие для студентов вузов,

- обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / В. М. Байрамов ; под ред. В. В. Лунина. - Москва : Академия, 2005. - 237 с.
6. Дорохова Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Агрохимия и почвоведение» / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва : Высшая школа, 1991. - 256 с.
7. Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : [учебник] / Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. - 2-е изд. - Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2012. - 348 с.
8. Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 "Химия" и направлению подготовки 510500 "Химия" / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков. - Москва : Мир; Москва : АСТ, 2003. - 683 с.
9. Физические методы исследования неорганических веществ: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 020101 "Химия" направления подготовки 020100 "Химия" / Т. Г. Баличева [и др.] ; под ред. А. Б. Никольского. - Москва: Академия, 2006. - 443 с.

8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

1. Мосталыгина Л.В., Нефедова К.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине специализации «Электрохимические методы анализа» для студентов специальности 020101 (011000) Курган, Издательство Курганского государственного университета 2005г.
2. Мосталыгина Л.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине специализации «Электрохимические методы анализа» для студентов специальности 04.05.01. Утверждены на заседании кафедры 28.12.2016
3. Мосталыгина Л.В., Кораблева Л.В. Аналитическая химия. Справочное пособие. - Курган, Издательство Курганского государственного университета, 2006.- 95с.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<http://elibrary.ru/defaultx.asp> – Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU.
<http://window.edu.ru/unilib> – ЕДИНОЕ ОКНО доступа к электронным библиотекам вузов России.
<http://biblioclub.ru> – Университетская библиотека ONLINE.
<http://znanium.com> – Электронно-библиотечная система «znanium.com»
<http://virtuallib.intuit.ru> – Виртуальная библиотека «ИНТУИТ».

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

К операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций, предъявляются минимальные требования.

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» – справочно-правовая система

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

12. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

“Электрохимические методы анализа”

Образовательной программы высшего образования
программы специалитета

04.05.01 - “Фундаментальная и прикладная химия”
направленность **“Аналитическая химия”**

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часов)

Семестр: 7 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: Дифференцированный зачет

Содержание дисциплины

Теоретические основы электрохимических методов анализа.
Потенциометрический метод анализа. Кулонометрический метод анализа.
Вольтамперометрический метод анализа.