

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины
Электроаналитическая химия СЗ.В.1

Специальность: 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Аналитическая химия

Квалификация выпускника:

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Будников Г.К.

Рецензент(ы):

Шайдарова Л.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2013

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Будников Г.К. Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Herman.Budnikov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины "Электроаналитическая химия" состоят в следующем: овладеть теорией и практикой применения одного из важнейших методов химического анализа и исследования, основанного на использовании фундаментальных свойств веществ и соединений участвовать в реакциях переноса заряда на границе раздела фаз. Обучающийся должен ориентироваться в многообразии электрохимических методов анализа с целью использования для решения конкретной аналитической задачи.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "С3.В.1 Профессиональный" основной образовательной программы 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и относится к вариативной части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Электроаналитическая химия" относится к профессиональному циклу учебного плана (С3) профиля "Аналитическая химия".

Электрохимические методы анализа (ЭМА) занимают одно из первых мест среди других методов аналитической химии по частоте их применения. Их применение обеспечивает развитие ряда естественных наук, например, физики, геологии, агрохимии, биологии, медицины. ЭМА способствуют развитию самой химической науки, автоматизации производственных процессов. Электрохимические сенсоры, датчики, детекторы и вообще первичные электрохимические преобразователи информации находят самое широкое применение в охране окружающей среды, а также контроле состояния здоровья человека. Отечественные ученые внесли значительный вклад в развитие ЭМА. Изучение исторического развития ЭМА в нашей стране и за рубежом имеет не только методологическое значение, но и способствует воспитанию патриотических взглядов.

Преподавание спецкурса ЭМА на кафедре аналитической химии КФУ является основным звеном в общей программе подготовки специалистов-химиков высокой квалификации и, в частности, в области электроаналитической химии. Оно направлено на усвоение ими теоретических основ ЭМА и областей их практического применения, на умение выявлять преимущества и возможности того или иного метода электроаналитической химии. Содержание курса опирается на знания, полученные при изучении главных химических дисциплин: аналитической, неорганической, органической, физической химии и химия высокомолекулярных соединений.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности
ПК-10 (профессиональные компетенции)	владеет современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований, свободно владеет ими при проведении самостоятельных научных исследований

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-13 (профессиональные компетенции)	владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
ПК-15 (профессиональные компетенции)	владеет методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов
ПК-17 (профессиональные компетенции)	способен на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности владеет навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований
ПК-9 (профессиональные компетенции)	понимает принципы работы и умеет работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

классификацию и теоретические основы наиболее важных электрохимических методов анализа (природу аналитического сигнала, способы повышения чувствительности и разрешающей способности), области их применения на практике (в том числе и в научных исследованиях), современное состояние этих методов (в том числе их активное применение в биомедицине, в частности, химических сенсоров и биосенсоров с электрохимическим откликом), перспективы и способы совершенствования методов электроанализа, этапы их развития и научные достижения наиболее выдающихся зарубежных и российских электроаналитиков.

2. должен уметь:

осуществить отбор необходимых аксессуаров, электродов и средств измерения на электрохимической аппаратуре, составить электрическую цепь и подобрать рабочие условия в электрохимической ячейке.

3. должен владеть:

теоретическими основами наиболее важных электрохимических методов анализа

Демонстрировать способность и готовность провести измерения на современной учебно-научной аппаратуре для электроанализа и представить результаты их обработки.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема: Роль и место ЭМА в современной аналитической химии.	7	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Тема: Потенциометрический метод анализа. Прямая потенциометрия. Электроды. Интерактивный опрос по разделам 1,2.	7	2	2	0	0	
3.	Тема 3. Тема: Потенциометрическое титрование.	7	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Тема: Ионметрия. Мембранные электроды.	7	4	2	0	0	
5.	Тема 5. Тема: Возможности и применение ионметрии. Электроды на органические субстраты. Методы оценки селективности отклика. Ферментные электроды - биосенсоры с потенциометрическим откликом. Схема конструкции и механизм отклика. Применение полевых транзисторов. Потенциометрические сенсоры в экоаналитическом контроле. Интерактивный опрос по разделам 3,4,5. Семинар на тему: "Типы мембранных электродов"	7	5	4	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Тема: Общие принципы вольтамперометрии. Типы микроэлектродов. Использование различных материалов при создании электродов. Химическое модифицирование поверхности. Семинар на тему: "Модифицирование поверхности электродов".	7	6	4	2	8	
7.	Тема 7. Тема: Вольтамперометрия с быстрым изменением потенциала. Контрольная работа	7	7	4	0	8	
8.	Тема 8. Тема: Способы повышения чувствительности полярографии. Уравнение Ильковича для диффузионной кинетики в полярографии. Интерактивный опрос по разделам 6-8. Обсуждение вопросов диффузионной кинетики.	7	8	4	0	8	
9.	Тема 9. Тема: Полярография органических соединений. Семинар на тему: "Структура и электрохимическая активность органических соединений"	7	9	4	2	8	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Тема: Современные пути повышения чувствительности и селективности методов вольтамперометрии. Семинар на тему: "Явление катализа в вольтамперометрии. Аппаратурные способы понижения ПрО. Роль отечественных ученых в этих разработках"	7	10	4	0	8	
11.	Тема 11. Тема: Амперометрия. Метод мертвой конечной точки (титрование с двумя поляризованными электродами). Обсуждение проблем выбора потенциала, рассмотрение типов кривых титрования.	7	11	2	0	0	
12.	Тема 12. Тема: Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Электровесовой метод (закон Фарадея) как предшествующий кулонометрии метод анализа. Типы реакций в кулонометрическом титровании. Методы определения конца титрования. Использование различных кулонометрических титрантов в органическом анализе. Интерактивный опрос по темам 9-11. Обсуждение вопросов на тему: "История кулонометрии. Роль отечественных ученых в разработке метода".	7	12	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
13.	Тема 13. Тема: Зонный капиллярный электрофорез. Принципы. Детекторы. Предел обнаружения.	7	13	2	0	0	
14.	Тема 14. Контрольная работа	7	14	2	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен
	Итого			40	4	40	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема: Роль и место ЭМА в современной аналитической химии.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

1. Электрохимические методы анализа (электроаналитика, электроанализ, аналитическая электрохимия, ЭМА). Основные определения. Роль и место ЭМА в современной аналитической химии. Краткая история ЭМА. Роль советских и российских электроаналитиков в становлении и развитии ЭМА. ЭМА-конференции в мире и в СССР и РФ.

Тема 2. Тема: Потенциометрический метод анализа. Прямая потенциометрия.

Электроды. Интерактивный опрос по разделам 1,2.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

2. Потенциометрический метод анализа. Виды и классификация методов потенциометрии. Прямая потенциометрия. Электроды. Функция отклика. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Требования к индикаторным электродам. Механизмы отклика. Примеры. Точность потенциометрических измерений. Теоретическая оценка.

Тема 3. Тема: Потенциометрическое титрование.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

3. Потенциометрическое титрование. Основные типы реакций, требование к ним. Величина скачка при титровании и факторы, определяющие его величину. Кривые титрования, их форма. Точка эквивалентности и симметрия кривой. Метод Грана для обработки кривых титрования.

Тема 4. Тема: Ионметрия. Мембранные электроды.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

4. Ионметрия и ионоселективные электроды. Краткая история ИСЭ. Роль отечественных ученых в развитии теории и практики ИСЭ. Мембранные электроды: жидкостные и твердотельные. Примеры. Схемы отклика, факторы, определяющие пределы обнаружения. Общие требования к электродам этого типа. Уравнение Никольского. Мембранное равновесие и параметры селективности. Способы определения константы селективности. Стекланный электрод и рН-метрия. История появления метода. Типы стекланных электродов. Природа ошибок при измерении со стекланным электродом.

Тема 5. Тема: Возможности и применение ионметрии. Электроды на органические субстраты. Методы оценки селективности отклика. Ферментные электроды - биосенсоры с потенциометрическим откликом. Схема конструкции и механизм отклика. Применение полевых транзисторов. Потенциометрические сенсоры в экоаналитическом контроле. Интерактивный опрос по разделам 3,4,5. Семинар на тему: "Типы мембранных электродов"

лекционное занятие (4 часа(ов)):

5. Возможности и применение ионометрии. Электроды на органические субстраты. Методы оценки селективности отклика. Константа селективности. Ферментные электроды - биосенсоры с потенциометрическим откликом. Схема конструкции и механизм отклика. Применение полевых транзисторов. Потенциометрические сенсоры в экоаналитическом контроле и в фармацевтическом анализе.

Тема 6. Тема: Общие принципы вольтамперометрии. Типы микроэлектродов. Использование различных материалов при создании электродов. Химическое модифицирование поверхности. Семинар на тему: "Модифицирование поверхности электродов".

лекционное занятие (4 часа(ов)):

6. Общие принципы полярографии и вольтамперометрии. Типы микроэлектродов и ультрамикроэлектродов. Использование различных материалов при создании электродов. Способы обновления поверхности электродов. Фоновые соли и растворители. Электрохимическое окно. Ионные жидкости как потенциальные материалы для ЭМА. Химическое модифицирование поверхности. Имобилизация органического реагента. Способы модификации: адсорбция модификатора, ковалентная пришивка, использование полимерной пленки. Электрополимеризация. Мономеры для покрытия. Требования к модифицирующим слоям. Способы оценки слоев.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Семинар на тему: "Модифицирование поверхности электродов".

лабораторная работа (8 часа(ов)):

1. Различные варианты вольтамперометрии. Получение вольтамперограмм ионов металлов, используя различные варианты вольтамперометрии

Тема 7. Тема: Вольтамперометрия с быстрым изменением потенциала. Контрольная работа

лекционное занятие (4 часа(ов)):

7. Вольтамперометрия при постоянном потенциале (полярография) и с быстрым изменением потенциала. Время электролиза. Форма кривой поляризации. Характеристики кривой. Чувствительность метода. Критерии оценки природы токов. Циклическая вольтамперометрия. Использование для оценки обратимости электродных реакций. Контрольная работа.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

2. Инверсионная вольтамперометрия 2.1. Совместное определение ионов металлов методом инверсионной вольтамперометрии на ртутно-графитовом электроде 2.2. Вольтамперометрическое определение серосодержащих соединений (сульфида, тиомочевина, цистеина) на стационарном ртутно-пленочном электроде

Тема 8. Тема: Способы повышения чувствительности полярографии. Уравнение Ильковича для диффузионной кинетики в полярографии. Интерактивный опрос по разделам 6-8. Обсуждение вопросов диффузионной кинетики.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

8. Способы повышения чувствительности полярографии. Кинетические и каталитические токи. Примеры. Концепция реакционного слоя. Уравнение Ильковича для диффузионной кинетики в полярографии. Стационарная и нестационарная диффузия. Неорганическая полярография. Применение в анализе реакций комплексообразования.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

3. Вольтамперометрия органических соединений 3.1. Вольтамперометрическое определение фурацилина (фурагина) в таблетках на стационарном ртутно-пленочном электроде 3.2. Вольтамперометрическое определение гидрохинона (дофамина) на стационарном графитовом электроде 3.3. Вольтамперометрическое определение пестицида карбатиона на твердых электродах 3.4. Вольтамперометрическое определение органических соединений по каталитическому току выделения водорода

Тема 9. Тема: Полярография органических соединений. Семинар на тему: "Структура и электрохимическая активность органических соединений"

лекционное занятие (4 часа(ов)):

9. Полярография органических соединений. Электрохимическая активность и структура органической молекулы (по основным классам соединений). Особенности органической полярографии и вольтамперометрии: роль адсорбции, многостадийность процессов, роль протонизации. Высаливание и чувствительность определения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Семинар на тему: "Структура и электрохимическая активность органических соединений"

лабораторная работа (8 часа(ов)):

4. Химически модифицированные электроды 4.1. Вольтамперометрическое определение щавелевой кислоты с помощью электродов на основе переносчиков электронов 4.2. Определение глюкозы в крови с помощью глюкометра 5. Проточные методы анализа 5.1. Амперометрическое детектирование иодид-ионов на графитовых материалах.

Тема 10. Тема: Современные пути повышения чувствительности и селективности методов вольтамперометрии. Семинар на тему: "Явление катализа в вольтамперометрии. Аппаратурные способы понижения ПрО. Роль отечественных ученых в этих разработках"

лекционное занятие (4 часа(ов)):

10. Современные пути повышения чувствительности и селективности методов вольтамперометрии. Инверсионная вольтамперометрия (ИВА), история метода, роль отечественных электроаналитиков. Способы концентрирования аналита на электродах: реакция с материалом электрода, адсорбция на поверхности электрода, использование реагентов в растворе. Стадия растворения. Аналитический сигнал Форма кривой растворения. Использование пленочного ртутного электрода и разрешающая способность ИВА. Применение ИВА в экоаналитическом контроле, определение тяжелых металлов. Явление катализа в вольтамперометрии. Принцип временной селекции диффузионного и емкостного токов. Аппаратурные способы понижения предела определения в вольтамперометрии. Роль отечественных ученых в этих разработках.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

6. Вольтамперометрия как метод исследования 6.1. Определение числа электронов, участвующих в электрохимической реакции 6.2. Определение критериев обратимости электрохимической реакции методом вольтамперометрии с линейной и треугольной разверткой потенциала 6.3. Определение природы электрохимического процесса 6.4 Расчет коэффициента диффузии по полярографической волне 6.5 Определение коэффициента диффузии по ниспадающей ветви циклической вольтамперограммы

Тема 11. Тема: Амперометрия. Метод мертвой конечной точки (титрование с двумя поляризованными электродами). Обсуждение проблем выбора потенциала, рассмотрение типов кривых титрования.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

11. Амперометрия. Сущность метода. Метод мертвой конечной точки (титрование с двумя поляризованными электродами). Примеры обратимых реакций. Выбор потенциала и типы кривых титрования.

Тема 12. Тема: Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Электровесовой метод (закон Фарадея) как предшествующий кулонометрии метод анализа. Типы реакций в кулонометрическом титровании. Методы определения конца титрования.

Использование различных кулонометрических титрантов в органическом анализе.

Интерактивный опрос по темам 9-11. Обсуждение вопросов на тему: "История кулонометрии. Роль отечественных ученых в разработке метода".

лекционное занятие (2 часа(ов)):

12. Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Электровесовой метод (закон Фарадея) как предшествующий кулонометрии метод анализа. Типы реакций в кулонометрическом титровании. Методы определения конца титрования. Использование различных кулонометрических титрантов в органическом анализе. Универсальность оценки результатов. Краткая история кулонометрии. Роль отечественных ученых в разработке метода. Использование кулонометрии для определения антиоксидантов.

Тема 13. Тема: Зонный капиллярный электрофорез. Принципы. Детекторы. Предел обнаружения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

13. Зонный капиллярный электрофорез. Схема установки. Принципы работы. Детекторы. Предел обнаружения. Области применения в анализе (экология, анализ вод, фарманализ).

Тема 14. Контрольная работа

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Контрольная работа

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Тема: Роль и место ЭМА в современной аналитической химии.	7	1	Просмотр конспекта лекций	2	Домашнее задание
2.	Тема 2. Тема: Потенциометрический метод анализа. Прямая потенциометрия. Электроды. Интерактивный опрос по разделам 1,2.	7	2	Просмотр конспекта лекций	2	Домашнее задание
3.	Тема 3. Тема: Потенциометрическое титрование.	7	3	Просмотр конспекта лекций	2	Домашнее задание
4.	Тема 4. Тема: Ионметрия. Мембранные электроды.	7	4	Просмотр конспекта лекций	2	Домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Тема: Возможности и применение ионометрии. Электроды на органические субстраты. Методы оценки селективности отклика. Ферментные электроды - биосенсоры с потенциометрическим откликом. Схема конструкции и механизм отклика. Применение полевых транзисторов. Потенциометрические сенсоры в экоаналитическом контроле. Интерактивный опрос по разделам 3,4,5. Семинар на тему: "Типы мембранных электродов"	7	5	Просмотр конспекта лекций	4	Домашнее задание
6.	Тема 6. Тема: Общие принципы вольтамперометрии. Типы микроэлектродов. Использование различных материалов при создании электродов. Химическое модифицирование поверхности. Семинар на тему: "Модифицирование поверхности электродов".	7	6	Оформление лабораторных работ	4	Проверка оформленных лабораторных работ
				Просмотр конспекта лекций	4	Домашнее задание
7.	Тема 7. Тема: Вольтамперометрия с быстрым изменением потенциала. Контрольная работа	7	7	Оформление лабораторных работ	4	Проверка оформленных лабораторных работ
				Подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
				Просмотр конспекта лекций	2	Домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Тема: Способы повышения чувствительности полярографии. Уравнение Ильковича для диффузионной кинетики в полярографии. Интерактивный опрос по разделам 6-8. Обсуждение вопросов диффузионной кинетики.	7	8	Оформление лабораторных работ	4	Проверка оформленных лабораторных работ
				Просмотр конспекта лекций	4	Домашнее задание
9.	Тема 9. Тема: Полярография органических соединений. Семинар на тему: "Структура и электрохимическая активность органических соединений"	7	9	Оформление лабораторных работ	4	Проверка оформленных лабораторных работ
				Просмотр конспекта лекций	4	Домашнее задание
10.	Тема 10. Тема: Современные пути повышения чувствительности и селективности методов вольтамперометрии. Семинар на тему: "Явление катализа в вольтамперометрии. Аппаратурные способы понижения ПрО. Роль отечественных ученых в этих разработках"	7	10	Оформление лабораторных работ	4	Проверка оформленных лабораторных работ
				Просмотр конспекта лекций	4	Домашнее задание
11.	Тема 11. Тема: Амперометрия. Метод мертвой конечной точки (титрование с двумя поляризованными электродами). Обсуждение проблем выбора потенциала, рассмотрение типов кривых титрования.	7	11	Просмотр конспекта лекций	2	Домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Тема: Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Электровесовой метод (закон Фарадея) как предшествующий кулонометрии метод анализа. Типы реакций в кулонометрическом титровании. Методы определения конца титрования. Использование различных кулонометрических титрантов в органическом анализе. Интерактивный опрос по темам 9-11. Обсуждение вопросов на тему: "История кулонометрии. Роль отечественных ученых в разработке метода".	7	12	Просмотр конспекта лекций	2	Домашнее задание
13.	Тема 13. Тема: Зонный капиллярный электрофорез. Принципы. Детекторы. Предел обнаружения.	7	13	Просмотр конспекта лекций	2	Домашнее задание
14.	Тема 14. Контрольная работа	7	14	Подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
	Итого				60	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

1. Интерактивный опрос .

2. Семинары - обсуждение проблемных вопросов, соответствующих разделов (см. вопросы в таблице).

Проведение семинаров и контроль знаний, приобретенных в ходе самостоятельного изучения разделов, имеющих общий методологический и мировоззренческий характер, органично встраивается в систему активного прохождения материала. На семинары отводится 14 часов (30% по часам в интерактивной форме). Кроме этого, в часы лекционного курса проводится контроль итогов контрольной работы и самостоятельного изучения материала.

Проведение лабораторных работ.

Перечень лабораторных работ:

1. Различные варианты вольтамперометрии.

Получение вольтамперограмм ионов металлов, используя различные варианты вольтамперометрии

2. Инверсионная вольтамперометрия

2.1. Совместное определение ионов металлов методом инверсионной вольтамперометрии на ртутно-графитовом электроде

2.2. Вольтамперометрическое определение серосодержащих соединений (сульфида, тиомочевина, цистеина) на стационарном ртутно-пленочном электроде

3. Вольтамперометрия органических соединений

3.1. Вольтамперометрическое определение фурацилина (фурагина) в таблетках на стационарном ртутно-пленочном электроде

3.2. Вольтамперометрическое определение гидрохинона (дофамина) на стационарном графитовом электроде

3.3. Вольтамперометрическое определение пестицида карбатиона на твердых электродах

3.4. Вольтамперометрическое определение органических соединений по каталитическому току выделения водорода

4. Химически модифицированные электроды

4.1. Вольтамперометрическое определение щавелевой кислоты с помощью электродов на основе переносчиков электронов

5. Проточные методы анализа

5.1. Амперометрическое детектирование иодид-ионов на графитовых материалах.

6. Вольтамперометрия как метод исследования

6.1. Определение числа электронов, участвующих в электрохимической реакции

6.2. Определение критериев обратимости электрохимической реакции методом вольтамперометрии с линейной и треугольной разверткой потенциала

6.3. Определение природы электрохимического процесса

6.4. Расчет коэффициента диффузии по полярографической волне

6.5. Определение коэффициента диффузии по ниспадающей ветви циклической вольтамперограммы

6.6. Определение константы диссоциации

6.7. Определение константы устойчивости

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Тема: Роль и место ЭМА в современной аналитической химии.

Домашнее задание , примерные вопросы:

Тема 2. Тема: Потенциометрический метод анализа. Прямая потенциометрия. Электроды. Интерактивный опрос по разделам 1,2.

Домашнее задание , примерные вопросы:

Тема 3. Тема: Потенциометрическое титрование.

Домашнее задание , примерные вопросы:

Тема 4. Тема: Ионметрия. Мембранные электроды.

Домашнее задание , примерные вопросы:

Тема 5. Тема: Возможности и применение ионометрии. Электроды на органические субстраты. Методы оценки селективности отклика. Ферментные электроды - биосенсоры с потенциометрическим откликом. Схема конструкции и механизм отклика. Применение полевых транзисторов. Потенциометрические сенсоры в экоаналитическом контроле. Интерактивный опрос по разделам 3,4,5. Семинар на тему: "Типы мембранных электродов"

Домашнее задание , примерные вопросы:

Тема 6. Тема: Общие принципы вольтамперометрии. Типы микроэлектродов. Использование различных материалов при создании электродов. Химическое модифицирование поверхности. Семинар на тему: "Модифицирование поверхности электродов".

Домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка оформленных лабораторных работ , примерные вопросы:

Тема 7. Тема: Вольтамперометрия с быстрым изменением потенциала. Контрольная работа

Домашнее задание , примерные вопросы:

Контрольная работа , примерные вопросы:

Перечень вопросов к контрольной работе указан в разделе "прочее".

Проверка оформленных лабораторных работ , примерные вопросы:

Тема 8. Тема: Способы повышения чувствительности полярографии. Уравнение Ильковича для диффузионной кинетики в полярографии. Интерактивный опрос по разделам 6-8. Обсуждение вопросов диффузионной кинетики.

Домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка оформленных лабораторных работ , примерные вопросы:

Тема 9. Тема: Полярография органических соединений. Семинар на тему: "Структура и электрохимическая активность органических соединений"

Домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка оформленных лабораторных работ , примерные вопросы:

Тема 10. Тема: Современные пути повышения чувствительности и селективности методов вольтамперометрии. Семинар на тему: "Явление катализа в вольтамперометрии. Аппаратурные способы понижения ПрО. Роль отечественных ученых в этих разработках"

Домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка оформленных лабораторных работ , примерные вопросы:

Тема 11. Тема: Амперометрия. Метод мертвой конечной точки (титрование с двумя поляризованными электродами). Обсуждение проблем выбора потенциала, рассмотрение типов кривых титрования.

Домашнее задание , примерные вопросы:

Тема 12. Тема: Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Электровесовой метод (закон Фарадея) как предшествующий кулонометрии метод анализа. Типы реакций в кулонометрическом титровании. Методы определения конца титрования. Использование различных кулонометрических титрантов в органическом анализе. Интерактивный опрос по темам 9-11. Обсуждение вопросов на тему: "История кулонометрии. Роль отечественных ученых в разработке метода".

Домашнее задание , примерные вопросы:

Тема 13. Тема: Зонный капиллярный электрофорез. Принципы. Детекторы. Предел обнаружения.

Домашнее задание , примерные вопросы:

Тема 14. Контрольная работа

Контрольная работа , примерные вопросы:

Перечень вопросов к контрольной работе указан в разделе "прочее".

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к контрольной работе ♦1 по курсу "Электроаналитическая химия"

1. Понятие "электроанализ", синонимы, основные определения, процессы переноса заряда на границе раздела фаз и аналитический сигнал.
2. Электрод, детектор, датчик, первичный электрохимический преобразователь информации
3. Общее требование к приборам для измерения электрохимических параметров, чувствительность.
4. Фоновые соли, растворители, ячейки (геометрия, объемы, размеры, конструкция - общие требования).
5. Индикаторные электроды, материалы, их размеры, способы обновления поверхности, общие требования, диапазон поляризации электродов, растворители - общие требования.
6. Потенциометрия, принципы; функция отклика.
7. Классификация электродов в потенциометрии; точность измерения концентрации и изменение E индикаторного электрода как основной показатель точности.
8. Механизмы отклика индикаторных электродов в потенциометрии: электронный, электрон-ионный, ионообменный, экстракционно-ионообменный.
9. Мембранные электроды в ионометрии. Коэффициент селективности электрода; Уравнение Никольского.
10. Методы определения коэффициента селективности (методы смешанных и отдельных растворов); значения коэффициентов и возможности отдельного определения ионов.
11. Мембранное равновесие ИСЭ и механизм отклика. Ионофоры, нейтральные переносчики - подвижные носители (типы структур органических молекул); электроактивные вещества для ИСЭ.
12. Примеры ИСЭ с жидкостными и пластифицированными мембранами на катионы, анионы, нейтральные молекулы (принципы конструирования таких ИСЭ). Проволочные пленочные ИСЭ на биологически активные вещества.
13. Газочувствительные электроды (датчики). Принцип конструирования и работы. Детектор (датчик) на диоксид серы.
14. Потенциометрические биосенсоры, устройства, механизм отклика, диапазон определяемых концентраций для субстратных биосенсоров.
15. Физические преобразователи в биосенсорах; ИСЭ, полевые транзисторы. Принципы работы. Миниатюризация биосенсоров, интегрированные системы на основе ИСЭ.
16. Твердотельные ИСЭ; кристаллические мембраны; механизмы отклика.
17. Потенциометрическое титрование. Обзор методов, факторы, определяющие величину скачка.

В

опросы к контрольной работе ♦2 по курсу "Электроаналитическая химия"

1. Вольтамперометрия и полярография. Различия и аналогии. Электроды для вольтамперометрии.
2. Общие принципы полярографии. Обзор классических методов. Формы полярограмм, максимумы.
3. Уравнение Ильковича. Схема вывода уравнения, диффузионная кинетика, понятие мгновенного тока.
4. Форма вольтамперограммы при линейном и циклическом изменении потенциала. Качественные характеристики. Применение.
5. Факторы, определяющие форму вольтамперограммы: омическое падение потенциала, емкостные токи.

6. Зависимости тока в пике от скорости изменения потенциала, диагностические критерии, практическое применение.
7. Импульсные методы в вольтамперометрии. Принципы временной селекции емкостного и диффузионного токов. Оценка чувствительности методов прямого определения.
8. Инверсионная вольтамперометрия. Принципы электронакопления.
9. Механизмы концентрирования на электродах в ИВА. Предел обнаружения.
10. Электроорганический анализ. Основные понятия. Электрофоры (электроактивные группировки молекул).
11. Неводные среды в вольтамперометрии. Обратимые стадии переноса заряда.
12. Химически модифицированные электроды. Способы модифицирования поверхностей.
13. ХМЭ с каталитическим откликом. История вопроса. Амперометрические сенсоры.
14. Электродокатализаторы на поверхности ХМЭ. Применение в органическом электроанализе.
15. Амперометрические биосенсоры. Субстратные и ингибиторные биосенсоры. Пределы обнаружения экотоксикантов.
16. Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Принципы. Основные типы титрантов и реакций титрования.
17. Индикация в кулонометрическом титровании. Применение реакций в органическом анализе.
18. Зонный капиллярный электрофорез. Принципы. Схема установки. Основные кинетические параметры. Аналогия с жидкостной хроматографией. Детектирование в зонном капиллярном электрофорезе, предел обнаружения.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Значение их для контроля производства, охраны окружающей среды, в научных исследованиях. Методологические аспекты электрохимических измерений. Понятия электрод, детектор, датчик, первичный преобразователь информации. Некоторые вопросы миниатюризации ЭМА.
2. Индикаторные электроды, типы электродов, общие требования, механизмы отклика. Электроды сравнения. Нернстовская функция отклика. рН-метрия, электроды в рН-метрии. Точность измерений в прямой потенциометрии, факторы, ее определяющие.
3. Принципы титрования по методам окислительно-восстановительного, кислотно-основного и комплексонометрического титрования. Факторы, определяющие величину скачка потенциала при титровании.
4. Твердые ионселективные электроды. Параметры селективности. Электроды на основе жидких ионообменников. Механизм отклика. Пластифицированные мембраны. Фторид-селективный и металл-селективный (металлсульфидный) электроды.
5. Типы микроэлектродов, использование различных материалов при создании электродов. Методы обновления поверхности. Химически модифицированные электроды. Способы модификации поверхности. Использование физических методов контроля состояния поверхности. Имобилизация химических реагентов на поверхности электродов. Отклик ХМЭ в потоке жидкости.
6. Линейный импульс напряжения. Омический фактор ячейки. Способы его устранения. Диагностические критерии типа процесса по вольтамперограммам. Емкостные токи. Аппаратурные способы устранения емкостного тока. Применение импульсной техники.
7. Явление электрокатализа и каталитические волны в полярографии. Понятие реакционного слоя. Каталитическое выделение водорода на ртутном электроде. Типы каталитических систем.
8. Электрохимическая активность органических соединений. Факторы, определяющие ток и влияющие на потенциалы полуволн. Роль равновесий в растворах и в приэлектродном слое. Многоэлектронные процессы, промежуточные продукты реакций. Особенности полярографического анализа органических соединений. Использование явления гомогенного переноса электрона.

9. Инверсионная вольтамперометрия. Способы накопления на электродах (образование амальгам и твердых фаз, адсорбционное концентрирование). Использование адсорбционных явлений в вольтамперометрии.

10. Вид графиков титрования. Возможности амперометрии. Амперометрические датчики, использование амперометрических детекторов в хроматографии. Ферментные амперометрические датчики (биосенсоры). Организация отклика биосенсора. ХМЭ в конструкции биосенсора.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);
- подготовка к семинарам; интерактивному опросу на лекциях;
- подготовка к контрольным работам

7.1. Основная литература:

1. Г.К.Будников, В.Н.Майстренко, М.Р.Вяселев. Основы современного электрохимического анализа. М.: Мир-Бином.2003. 592 с.
2. Г.К.Будников, Г.А.Евтюгин, В.Н.Майстренко. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине. М.: Бином.-2009. - 416 с.
3. Электроаналитические методы : теория и практика / под ред. Ф.Шольца; пер. с англ. - 2006. 326 с.
4. Ф.Миомандр, С.Садки, П.Одебер, Р. Меалле-Рено. Электрохимия / пер. с франц. М.: Техносфера. 2008.- 359 с.

7.2. Дополнительная литература:

1. Я.Гейровский, Я.Кута. основы полярографии. М.,Мир, 1965, 559 с.
2. З.Галюс. Теоретические основы электрохимического анализа. М., Мир, 1974, 52 с.
3. Я.И.Турьян. Химические реакции в полярографии. М.,Химия, 1980, 332 с..
4. Д.Скуг, Д.Уэст. основы аналитической химии. Т.1 и 2. М., Мир, 480 с.(т.1) и 438 с.(т.2)
5. Р.Бейтс. Определение рН(теория и практика). Л., Химия, 1968, 398 с.
6. Ф.Выдра, К.Штулик, Э.Клакова. Инверсионная вольтамперометрия. М.,Мир, 1980, 278 с.
7. Г.К.Будников, Н.А.Улахович, Э.П.Медянцева. основы электроаналитической химии. Казань, Изд-во КГУ, 1986 г., 288 с.
8. Г.К.Будников, В.Н.Майстренко, Ю.И.Муринов. Химически модифицированные и ультрамикроразделенные электроды для вольтамперометрии. М.: Наука, 1994. 219 с.
10. Г.К.Будников. Принципы и применение вольтамперной осциллографической полярографии. Казань, изд-во КГУ, 1975, 192 с.
11. Г.К.Будников, Т.В.Троепольская, Н.А.Улахович. Электрохимия хелатов металлов в неводных средах. М., Наука, 1980, 202 с.
12. О.А.Сонгина, В.А.Захаров. Амперометрическое титрование. М., Химия, 1979, 303 с.
13. Биосенсоры. Основы и приложения. / Под ред. Э.Тернера, И.Карубе, Дж.Уилсона. М.: Мир. 1992. 614 с.
14. ХенцеГ. Полярография и вольтамперометрия. М.: Бином. 2008.284 стр.

7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека - <http://lib.mexmat.ru/books/52882>

Поисковая система - <http://www.yandex.ru/>

Поисковая система - <http://www.google.ru/>

Учебное пособие - <http://electrochem.cwru.edu/encycl/>

Учебное пособие - <http://electrochem.cwru.edu/estir/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Электроаналитическая химия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 020201.65 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Аналитическая химия .

Автор(ы):

Будников Г.К. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Шайдарова Л.Г. _____

"__" _____ 201__ г.