



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП


(подпись) Капустина А.А.
(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой общей, неорганической и
элементоорганической химии
Капустина А.А.
(подпись) (ФИО.)
«29» января 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электрохимия. Физико-химические методы анализа
Направление подготовки 04.03.01 Химия
профиль «Фундаментальная химия»
Форма подготовки очная

Курс 2, семестр 7, 8
лекции __ часа
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 156 час.
в том числе с использованием МАО лек. __/лаб.36 час.
в том числе в электронной форме лек. __/пр. __/лаб. __ час.
всего часов аудиторной нагрузки 192 час./7 з.е.
в том числе с использованием МАО 36 час.
в том числе в электронной форме __ час.
самостоятельная работа 60 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы __
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет 8 семестр
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 17.07.2017 г. №671.
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Физической и аналитической химии ШЕН протокол № 2 от 29.10.2019 г.
Врио Зав. кафедрой Физической и аналитической химии ШЕН, к.х.н, доцент Соколова Л. И.
Составители: к.х.н. доцент Маринина Г.И., к.х.н. доцент Черняев А.П., к.х.н. доцент Щитовская Е.В.

Владивосток
2020

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Электрохимия. Физико-химические методы анализа»**

Цель:

1. Познакомить студентов с основными теоретическими представлениями о строении двойного электрического слоя, адсорбции на электродах, с методами изучения равновесий и скоростей электродных процессов в электрохимических системах.
2. Формирование практических и теоретических систематических знаний в области спектроскопических и электрохимических методов анализа.

Задачи:

1. Знание и понимание

- знание основных положений электрохимической термодинамики и кинетики, привитие навыков использования электрохимических методов для решения научных и прикладных задач;
- понимание возможности различных электрохимических методов, роли электрохимии в создании принципиально новых видов технологии, в том числе и нанотехнологии, новых источников энергии, борьбы с коррозией в медицинской химии, в получении сверхчистых материалов функционального значения;
- знакомство с аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента, привития навыков интерпретации и грамотной оценки экспериментальных данных, в том числе публикуемых в научной литературе.

2. Умение и навыки

- Умение проводить литературный поиск методик анализа и исследования различных объектов;
- Работать на электрохимических приборах, используемых при исследовании электродных систем и в серийных аналитических определениях;
- Осуществлять стандартные электрохимические измерения;
- Выполнять самостоятельно определения отдельных компонентов в анализируемом объекте;
- Обработать результаты электрохимических и аналитических экспериментов;
- Выявлять и оценивать случайные ошибки аналитического определения;
- Использовать метрологические характеристики для представления полученного материала;
- Применять полученные при изучении основных разделов химии знания к объяснению фактов и результатов электрохимических экспериментов

В процессе изучения дисциплины формируются следующие компетенции:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускника)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных задач химической направленности; разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции	Химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1. Планирует отдельные стадии подготовки веществ и материалов ПК-1.2 Готовит краткие и промежуточные отчеты и презентации о стадия проекта ПК-1.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для исследования объектов ПК-1.4. Готовит объекты к исследованию	Анализ опыта, ПС: 19.002 26.003 26.014 40.011 40.012 40.033 40.136
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
Разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции; оптимизации существующих технологий	Химические вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники	ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой	ПК-3-1. Знает правила планирования отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИОКР ПК-3-2 Умеет готовить	ПС: 19.002 20.027 23.041 24.020 24.028 24.030 26.001 26.006 26.009 26.011

профессионально й информации, документация профессионально го и производственно го назначения;	квалификации	элементы	26.013
		документации,	40.010
		проекты	40.012
		планов и	40.022
		программ	40.043
		отдельных	40.044
		этапов НИОКР	40.060
		ПК-3-3. Умеет	40.085
		выбирать	40.105
		технические	40.133
		средства и	40.139
		методы	
		испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	
		ПК-3-4. Способен готовить объекты исследования	

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Электрохимия. Физико-химические методы анализа» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: презентации с использованием компьютера, с последующим обсуждением материалов, работа в малых группах.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Учебным планом лекции не предусмотрены.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36час.)

7 семестр

Раздел 1. Физико-химические методы анализа (18 час.)

Модуль 1 Оптические методы анализа (10 час)

Занятие №1. Эмиссионный спектральный анализ. Фотометрия пламени и дифференциальная фотометрия (2 час)

1. Разбор теоретического материала
2. Решение задач

Занятие №2. Метод стандартных добавок при определении катионов металлов (2 часа)

1. Разбор теоретического материала

2. Решение задач

Занятие №3. Молекулярно-абсорбционный анализ (2 часа)

1. Разбор теоретического материала

2. Решение задач

Занятие №4. Кинетический метод анализа (2 часа)

1. Разбор теоретического материала

2. Решение задач

Занятие №5. Люминесцентный и рефрактометрические методы анализа (2 часа)

1. Разбор теоретического материала

2. Решение задач

Модуль 2 Электрохимические методы анализа (8 час)

Занятие 1. Потенциометрия, определение коэффициента селективности ионоселективного электролиза.

1. Разбор теоретического материала

2. Решение задач

Занятие 2. Кулонометрическое определение тиосульфата натрия с биамперометрическим обнаружением конечной точки титрования

1. Разбор теоретического материала

2. Решение задач

Занятие 3. Вольтамперометрия.

1. Разбор теоретического материала

2. Решение задач

Занятие 4. рН – метрия

1. Разбор теоретического материала

2. Решение задач

8 семестр

Модуль 2. Электрохимия (18 час.)

Занятие 1. Методы изучения строения двойного слоя электродов. Адсорбционные методы. Подготовка презентации по данной теме (2 час.).

Занятие 2. Вольтамперометрические методы изучения двойного слоя. Подготовка презентации по данной теме (2 час.).

Занятие 3. Электрохимические методы изучения процессов адсорбции органических веществ, механизма реакций электровосстановления и электроокисления органических веществ. Подготовка презентации по данной теме.

Занятие 4. Изучение электрохимических процессов на электроде. Уравнение Тафеля. Расчет коэффициентов уравнения Тафеля. Подготовка презентации по изучению кинетики электрохимических реакций.

Занятие 5. Теория замедленного разряда Фольмера-Фрумкина, основное уравнение теории (вывод для реакции разряда-ионизации водорода). Изучение влияния материала катода на кинетические зависимости реакции выделения водорода. Подготовка материалов для лабораторной работы и отчета в виде презентации.

Занятие 6. Изучение процессов осаждения металлов, подготовка докладов по способам гальванических покрытий на металлах методом электролитического осаждения на поверхность изделий для защиты их от коррозии и механического износа, декоративной отделки, а также сообщения поверхности специальных физических и химических свойств. Наиболее распространены меднение, никелирование и хромирование. Подготовка презентации по данной теме.

Занятие 7. Электрохимическая коррозия. Современная теория коррозии металлов в растворах электролитов. Основные положения теории. Основными признаками электрохимического растворения металла. (2 час.).

Занятие 8. Понятие электрохимического импеданса. Основные понятия метода импедансной спектроскопии. Измерение импеданса электрохимических ячеек. Способы измерения импеданса. Подготовка доклада и презентации по данному материалу.

Занятие 9 Основные структуры импедансных моделей. Презентация по данной теме (Модель Максвелла, Лестничная модель (Ladder), Модель Войта). Примеры анализа спектров импеданса. Подготовка презентации по данной теме.

Лабораторные работы (156 часов)

7 семестр

РАЗДЕЛ 1. Физико-химические методы анализа (84 часа)

Модуль 1 Оптические методы анализа (42 час)

Лабораторная 1. ЭМИССИОННЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ. ФОТОМЕТРИЯ ПЛАМЕНИ (6 час)

Фотометрия пламени представляет собой разновидность эмиссионного спектрального анализа. Метод основан на термическом возбуждении атомов в пламени и прямом измерении интенсивности их излучения при помощи фотоэлемента или фотоумножителя. Используя монохроматор или соответствующий светофильтр, выделяют наиболее яркую спектральную линию.

Лабораторная 2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ФОТОМЕТРИЯ (6 час)

Цель работы – выбор оптимального значения A , изучение дифференциально-фотометрического метода и количественный анализ железа в пробе.

Рассмотренный выше пример фотометрического анализа относится к методам уравнивания интенсивностей световых потоков. Обычно это достигается путем изменения площади оптической щели прибора. Методы сравнения интенсивностей чаще применяют в однолучевых приборах. Они позволяют использовать в качестве растворов сравнения не только т.н. «холостой» или «нулевой раствор» (он составу идентичен исследуемому раствору, но не содержит определяемого компонента), но и стандартные растворы с точно известной концентрацией определяемого компонента. Такой прием дает возможность измерить высокую концентрацию определяемого компонента с меньшей величиной относительной ошибки, чем метод уравнивания и практически вдвое расширить диапазон измеряемых концентраций определяемого вещества. Метод сравнения интенсивностей световых потоков часто называют двусторонней дифференциальной фотометрией.

Лабораторная 3. Метод стандартных добавок при определении катионов металлов (6 часа)

Цель работы – изучить метод добавок; определить содержание кальция в воде в присутствии ионов натрия.

Лабораторная 4. МОЛЕКУЛЯРНО-АБСОРБЦИОННЫЙ АНАЛИЗ (6 часа)

Молекулы поглощают кванты энергии при колебательных и электронных квантовых переходах. Верхней энергетической границей колебательного спектра принято считать энергию фотонов, соответствующих волновому числу 5000 см^{-1} , или около 60 кДж/моль . Поглощение большей энергии приводит к возбуждению электронов и появлению в спектре полос, характеризующих электронные переходы.

Лабораторная 5. РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА (4 часа)

В современных аналитических лабораториях широко распространены рефрактометрия и поляриметрия, относящиеся к физическим методам количественного анализа. Их часто рассматривают в курсе физико-химических методов анализа.

Поляриметрия основана на измерении угла вращения плоско поляризованного света при его прохождении через исследуемый раствор. Метод применим только при анализе растворов оптически активных соединений (например, при определении концентрации раствора сахарозы).

Занятие №6. Заключительное тестирование (2 час)

Модуль 2 Электрохимические методы анализа (42 час)

Лабораторная работа № 1. Потенциометрия, определение коэффициента селективности ионоселективного электролиза. Определение бромидов в растворе (5 час.).

Цель: определение коэффициента селективности ионоселективного электролиза.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Лабораторная работа № 2.

Применение рН – метрии, как метода индикации при кулонометрическом определении константы кислотности слабой кислоты (5 часа).

Цель: применение рН-метрии как метода определения термодинамических констант или индикации кулонометрического титрования, кулонометрическое определение константы кислотности слабой кислоты.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Лабораторная работа №3.Получение анодно-катодных вольтамперных кривых обратимых и необратимых электрохимических систем (5 час.).

Цель занятия: Изучить различие поляризационных кривых обратимых и необратимых электродных процессов для использования их в анализе.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход выполнения работы: студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Задание. На вращающемся платиновом электроде снять вольтамперные кривые обратимых систем I_2/Γ , $K_3[Fe(CN)_6]/K_4[Fe(CN)_6]$ и необратимых систем $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$, MnO_4^-/Mn^{2+} .

Лабораторная работа № 4. Метод инверсионной вольтамперометрии.

Определение произведения растворимости малорастворимых солей методом инверсионной вольтамперометрии. Определение свинца (II) в

растворе (5 часа).

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Цель занятия: определение произведения растворимости малорастворимых солей свинца методом ИВ с ртутно-графитовым рабочим электродом.

Ход выполнения работы: студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Лабораторная работа № 5. Кулонометрическое определение тиосульфата натрия с биамперометрическим обнаружением конечной точки титрования (5 часа).

Цель работы: применить метод амперометрического титрования с двумя поляризованными электродами для индикации к.т.т. при кулонометрическом титровании по реакциям окисления восстановления.

Ход выполнения работы: студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Занятие №6. Заключительное тестирование (2 час)

8 семестр

РАЗДЕЛ 2. Электрохимия (72 часа, в том числе с использованием МАО – 18 часов)

Модуль 3. Электрохимия

Занятие 1. Лабораторная работа №1. Вводная беседа. Инструктаж по технике безопасности. Введение. Электрохимия. Предмет, задачи и методы электрохимии. Электрохимические ячейки и электроды Особенности проведения электрохимического эксперимента. Изучение принципа работы электрохимической аппаратуры. Знакомство с программным обеспечением электрохимического оборудования. Приготовление растворов, их электрохимическая очистка и подготовка электродов (6 час).

Цель занятия: познакомить студентов с лабораторным оборудованием, ознакомить с техникой безопасности, ведение лабораторного журнала.

Метод: Работа в группе.

Ход занятия: Студенты выполняют работу по приведенным в методических указаниях методикам.

Занятие 2, 3. Лабораторные работы № 2, 3. Метод кривых заряжения (12 часов).

Лабораторная работа № 2 Кривые заряжения гладкого платинового электрода (6 час),

Предварительная подготовка электродов для удаления с поверхности электрода случайных загрязнений и поглощенного кислорода, присутствие которого замедляет установление равновесия гладкого платинового электрода. Знакомство с методикой автоматического снятия кривых заряжения на гладких электродах для определения их истинной поверхности.

в том числе с использованием интерактивного метода обучения – моделирование процессов и ситуаций с их обсуждением (7 час)

Лабораторная работа № 3 Кривые заряжения платинированного платинового электрода (6 час).

Платинированный платиновый электрод предварительно очищают путем его катодно-анодно-катодной поляризации. Пока проводится очистка электрода, следует тщательно промыть и собрать ячейку для снятия кривых заряжения. Проведение катодной поляризации электрода и дегазации рабочего пространства ячейки аргоном. По указанию преподавателя снять следующие кривые заряжения:

1) анодную и катодную кривые в интервале потенциалов $E_r = 0,03-0,35$ В;

2) после возвращения к потенциалу 0,03 В и проверки его стабильности (при разомкнутой цепи) снять анодную кривую в интервале потенциалов 0,03 - 0,75 В. При достижении величины $E_r = 0,75$ В изменить направление тока на катодное и дойти до $E_r = 0,4$ В, переключить ток на анодный и дойти до $E_r = 0,6$ В, опять включить катодный ток и т.д. снимать “пилообразную” кривую заряжения (0,6-0,4 В), отмечая по секундомеру время, за которое происходит изменение потенциала в интервале 0,4-0,6 В и наоборот. Кривые попеременной катодно-анодной поляризации снимают до тех пор, пока $t_k = t_a$ (см. рис.3).

3) полную анодную и катодную кривые заряжения в интервале потенциалов $E_r = 0,03 - 1,46$ В.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты самостоятельно, с использованием методических указаний выполняют задание.

Задание на дом: Классификация катионов по различным схемам систематического анализа. Оформление лабораторного журнала.

Занятие 4. Лабораторная работа № 4. Определение состояния поверхности различных электродов потенциодинамическим методом (6 час)

Цель занятия: познакомить студентов с потенциодинамическим методом исследования электродов.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Платиновый электрод предварительно очищают путем его катодно-анодно-катодной поляризации, подготавливают ячейку и после установления стационарного потенциала снимают циклическую потенциодинамическую кривую, для чего потенциал изменяют от стационарного значения потенциала в интервале от -0.2 В до +1.45 В, со скоростями (Scan rate) 20, 40, 60 и 80 мВ/с.

Написание программы электрохимического эксперимента для лабораторной работы «Потенциодинамический метод изучения состояния поверхности электродов» основано на корректировке процедуры Cyclic voltammetry potentiostatic (циклическая развертка по потенциалу).

По водородной области потенциодинамической зависимости рассчитать количество адсорбированных атомов водорода, истинную поверхность электрода и фактор шероховатости.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятие 5. Лабораторная работа № 5. Электрохимические методы изучения процессов адсорбции органических веществ, механизма реакций электровосстановления и электроокисления, на примере электровосстановления гидразина и электроокисления спиртов (6 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методами электрохимического окисления и восстановления веществ.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятие 6, 7. Лабораторные работы №6, 7. Перенапряжение реакции выделения водорода на различных металлах (12 час.)

Лабораторная работа №6. Перенапряжение реакции выделения водорода на металлах (*платинированном платиновом и медном электродах*) (6 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методом поляризационных измерений и интерпретации полученных данных.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: В работе большое внимание должно быть уделено предварительной подготовке электродов, которая необходима не только для удаления с поверхности электрода случайных загрязнений, но и удаления поглощенного кислорода, присутствие которого замедляет установление

равновесия. Снимают поляризационные кривые в прямом (катодном) направлении. Для этого измеряют потенциалы при силе катодного тока: $2 \cdot 10^{-5}$, $4 \cdot 10^{-5}$, $6 \cdot 10^{-5}$, $8 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $2 \cdot 10^{-4}$, $4 \cdot 10^{-4}$, $6 \cdot 10^{-4}$, $8 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $2 \cdot 10^{-3}$, $4 \cdot 10^{-3}$, $6 \cdot 10^{-3}$, $8 \cdot 10^{-3}$ при малых скоростях развертки. Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltametry Galvanostatic). В работе стоит задача задать развертку с такой скоростью (Scan rate), чтобы от $2 \cdot 10^{-5}$ А до $4 \cdot 10^{-5}$ А ток проходил за 3-4 минуты.

Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltametry Galvanostatic). По полученным зависимостям рассчитать коэффициенты уравнения Тафеля.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Лабораторная работа № 7. Перенапряжение реакции выделения водорода на металлах (*золотом и серебряном электроде*) (6 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методом поляризационных измерений и интерпретации полученных данных.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: В работе большое внимание должно быть уделено предварительной подготовке электродов, которая необходима не только для удаления с поверхности электрода случайных загрязнений, но и удаления поглощенного кислорода, присутствие которого замедляет установление равновесия. Снимают поляризационные кривые в прямом (катодном) направлении. Для этого измеряют потенциалы при силе катодного тока: $2 \cdot 10^{-5}$, $4 \cdot 10^{-5}$, $6 \cdot 10^{-5}$, $8 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $2 \cdot 10^{-4}$, $4 \cdot 10^{-4}$, $6 \cdot 10^{-4}$, $8 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $2 \cdot 10^{-3}$, $4 \cdot 10^{-3}$, $6 \cdot 10^{-3}$, $8 \cdot 10^{-3}$ при малых скоростях развертки. Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltametry Galvanostatic). В работе стоит задача задать развертку с такой скоростью (Scan rate), чтобы от $2 \cdot 10^{-5}$ А до $4 \cdot 10^{-5}$ А ток проходил за 3-4 минуты.

Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltametry Galvanostatic). По полученным зависимостям рассчитать коэффициенты уравнения Тафеля.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятие № 8. Лабораторная работа № 8. Измерение электрохимического импеданса (6 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с основными реакциями анионов.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты выполняют работу индивидуально по приведенным в методических указаниях методикам.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятия 9. *Лабораторные работы № 9. Подбор электрохимической ячейки по результатам импедансных измерений (6 часов).*

Цель занятия: познакомить студентов с методами подбора электрохимической ячейки. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы. Просмотр полученного импедансного спектра осуществляется с помощью программы ZView подбираем ячейку с использованием программы CorrWare.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятие №10. *Лабораторная работа №10. Измерение электрохимического импеданса индивидуальных образцов (6 часов).*

Цель занятия: научить студентов проводить определение электрохимического импеданса образцов, полученных в ходе выполнения курсовых работ.

Метод: Исследовательский. Работа в группах по заданию.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Задание на дом: Подготовка отчета.

Занятие № 11. *Лабораторная работа № 11. Подбор электрохимической ячейки по результатам импедансных измерений индивидуальных образцов (6 часов).*

Цель занятия: научить студентов способам подбора электрохимических ячеек по результатам импедансных измерений индивидуальных образцов

Метод: Исследовательский. Работа в группах по результатам прошлого занятия.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятие № 12. *Заключительное занятие. Презентация докладов по полученным результатам, проведение тестирования.*

План-график самостоятельной работы

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
7 семестр				
1.	1- 3 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №1-3. Решение домашних заданий.	1 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных работ и домашних заданий
2.	4-6 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №4 - 6. Решение домашних заданий.	1 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных работ и домашних заданий.
4.	7-9 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №7-10	1 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных работ и домашних заданий
5	10 неделя	Подготовка к контрольной работе №2 и коллоквиума 1	1 час	Принятие коллоквиума с оценкой в соответствии с рейтинг-планом
6.	11-16 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №11-16. Решение домашних заданий.	1 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных работ и домашних заданий
7.	17 неделя	Подготовка контрольной № 3 и коллоквиуму 2	1 час	Контрольная № 3 Прием Коллоквиума № 2.
8	Подготовка и сдача экзамена		36 часов	
8 семестр				
1.	1-5 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ.	5 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчетов о выполнении лабораторных работ
2.	6 неделя	Подготовка коллоквиуму и тестированию	2 час	Прием Коллоквиума, тестирование
3.	7-10 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ.	4 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчетов о выполнении лабораторных работ
4.	11-12 недели	Подготовка коллоквиуму и тестированию	2 час	Прием Коллоквиума, тестирование
5.	13 неделя	Подготовка и сдача	5 часов	

		зачета	
--	--	--------	--

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электрохимия. Физико-химические методы анализа» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график самостоятельной работы

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
7 семестр				
1.	1- 3 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №1-3. Решение домашних заданий.	1 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных работ и домашних заданий
2.	4-6 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №4 - 6. Решение домашних заданий.	1 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных работ и домашних заданий.
4.	7-9 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №7-10	1 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных работ и домашних заданий
5	10 неделя	Подготовка к контрольной работе №2 и коллоквиума 1	1 час	Принятие коллоквиума с оценкой в соответствии с рейтинг-планом
6.	11-16 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №11-16. Решение домашних заданий.	1 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных работ и домашних заданий
7.	17 неделя	Подготовка	1 час	Контрольная № 3

		контрольной № 3 и коллоквиуму 2		Прием Коллоквиума № 2.
8	Подготовка и сдача экзамена		36 часов	
8 семестр				
1.	1-5 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ.	5 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчетов о выполнении лабораторных работ
2.	6 неделя	Подготовка коллоквиуму и тестированию	2 час	Прием Коллоквиума, тестирование
3.	7-10 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ.	4 час	Опрос перед началом занятия. Принятие отчетов о выполнении лабораторных работ
4.	11-12 недели	Подготовка коллоквиуму и тестированию	2 час	Прием Коллоквиума, тестирование
5.	13 неделя	Подготовка и сдача зачета	5 часов	

Задание на дом к лабораторным занятиям.

Ознакомиться с заданиями. Составить план проведения работы. Подготовиться по материалу учебников к выполнению лабораторных работ. Подготовить план выполнения лабораторных работ.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- *Титульный лист* – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Оформление отчета по лабораторной работе

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

Под самостоятельной работой студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к коллоквиумам, индивидуальное написание и защиту реферата.

Для качественного выполнения лабораторных работ каждый студент должен заранее подготовиться к очередной работе. Подготовка складывается из изучения цели, задач и содержания лабораторной работы, повторения теоретического материала, относящегося к работе, и теоретическом ознакомления со свойствами химических веществ до выполнения работы. Результаты подготовки отражаются студентами в рабочих тетрадях, куда записываются перечень необходимых измерительных приборов и аппаратура, план выполнения лабораторной работы, расчетные формулы и зарисовываются схемы установок, таблицы для записи опытных и расчетных данных. Все записи в рабочих тетрадях как при подготовке к работе, так и в процессе выполнения ее должны вестись аккуратно.

В начале занятия преподаватель путем опроса и ознакомления с записями в рабочих тетрадях проверяет подготовленность каждого студента. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета).

Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.).

Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных.

Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы).

Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Оформление плана-конспекта занятия и отчета по лабораторной работе. План-конспект занятия и отчет по лабораторной работе относится к

категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
 - интервал межстрочный – полуторный;
 - шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
 - выравнивание текста – «по ширине»;
 - поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Критерии оценки самостоятельной работы

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка «Отлично»

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Отчет/ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

- А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

- А), Б - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

- А) Программа не выполнена полностью.
- Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.
- В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

Методические рекомендации для подготовки к коллоквиуму

Коллоквиум является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями. Целью коллоквиума является определение качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании коллоквиума:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Коллоквиум проводится под наблюдением преподавателя. Тема коллоквиума известна и проводится она по сравнительно недавно изученному материалу, в соответствии с перечнем тем и вопросов для подготовки.

Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению работы предшествует инструктаж преподавателя.

Ключевым требованием при подготовке к коллоквиуму выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовку к коллоквиуму следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью контрольных вопросов и заданий.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
7 семестр					
1.	Тема 2-5. Проведение подготовительных работ для аналитического исследования (подготовка растворов стандартных соединений, реактивов, посуды, растворителей). Проведение необходимой пробоподготовки	ПК-1	Знает Умеет Владеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1). Отчет по лабораторным работам (ПР-6)	Экзаменационные вопросы №№1 – 10.

2.	Тема 1. Техника безопасности. Общие приемы работы в лаборатории. Техника лабораторных работ. Ведение лабораторного журнала. Подготовка приборов и материалов исследования	ПК-1	Знает Умеет Владеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1). Отчет по лабораторным работам (ПР-6); Тестирование по теме (ПР-1).	Экзаменационные вопросы №№ 1 – 15.
		ПК-2	Знает Умеет Владеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1). Отчет по лабораторным работам (ПР-6)	Экзаменационные вопросы №№ 15 – 20
3.	Тема 3. Проведение химического анализа объекта исследований	ПК-2	Знает Умеет Владеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1). Отчет по лабораторным работам (ПР-6)	Экзаменационные вопросы №№ 20 – 25
		ПК-1	Знает Умеет Владеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1). Отчет по лабораторным работам (ПР-6). Тестирование по теме (ПР-1)	Экзаменационные вопросы №№ 20 – 30.

8 семестр

1.	Тема 1. Изучение строения ДЭС Лабораторная работа 1. Электрохимические ячейки и электроды. Особенности проведения электрохимического	ПК-1 ПК-3	Знает	Проверка готовности к лабораторной работе собеседование (УО-1). Сдача	Вопросы к зачету 1-30
----	--	--------------	-------	---	-----------------------

	<p>эксперимента. Принцип работы электрохимической аппаратуры. Приготовление растворов и электродов Лабораторная работа 2,3. Метод кривых заряжения Лабораторная работа 4. Определение состояния поверхности различных электродов потенциодинамическим методом Лабораторная работа 5. Электрохимические методы изучения процессов адсорбции органических веществ, механизма реакций электровосстановления и электроокисления Тема 2. Электрохимическая кинетика Лабораторная работа 6. Перенапряжение реакции выделения водорода на различных металлах Лабораторная работа № 7. Электрохимическая коррозия Лабораторная работа № 8. Измерение электрохимического импеданса</p>			коллоквиума №1 (УО-2)	
			Умеет	Проверка отчета по лабораторной работе собеседование (УО-1).	Вопросы к зачету 1-30
			Владеет	Проверка результатов лабораторных работ (ПР-6) Сдача коллоквиумов № 1 (УО-2)	Вопросы к зачету 1-30
2.	<p>Коллоквиум № 1 Двойной электрический слой (ДЭС). Различные случаи его образования на межфазной границе металл-раствор. Адсорбционный метод изучения строения ДЭС. Коллоквиум № 2 Методы электрокапиллярных кривых и зависимости дифференциальной емкости от потенциала. Коллоквиум № 3 Емкость двойного электрического слоя</p>	ПК-1 ПК-3	Знает	Проверка отчета по лабораторным работам Тестовый контроль (ПР-1). Сдача коллоквиума 2 (УО-2)	Вопросы к зачету 1-30
			Умеет	Выполнение лабораторных работ и подготовка отчета (ПР-6) Собеседование (УО-1)	Вопросы к зачету 1-30

				Сдача коллоквиума 3 (УО-2)	
			Владеет	Проведение лабораторных работ (ПР-6)	Вопросы к зачету 1-30

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в фонде оценочных средств.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Бонд, А.М. Электроаналитические методы. Теория и практика / А.М. Бонд, Д. Инцельт, Ш. Коморски-Ловрич, Р. Дж. Комптон, М. Ловрич, Х. Лозе, Ф. Маркен, А. Нойдек, У. Реттер, З. Стойек, Д. А. Фидлер, Ф. Шольц // Под ред. Ф. Шольца. Пер. с англ. под ред. В. Н. Майстренко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 326 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:253266&theme=FEFU>

2. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия: учебник для вузов. / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. – М. : Лань, 2015. – 670 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:777369&theme=FEFU>

3. Васильева В.И., Стоянова О.Ф., Шкутина И.В., Карпов С.И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство. Учебное пособие. СПб: Лань, 2014.- 416с. Локальная сеть ДВФУ: БД Лань. Доступно по адресу:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50168

4. Физико-химические методы исследования : учебник для вузов / В. И. Криштафович, Д. В. Криштафович, Н. В. Еремеева.-М.:Дашков и Ко,2015.-208с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:786050&theme=FEFU>

5. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа : учебник / Ю. Я. Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>

6. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум: учебное пособие. Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. 2012. - 368 с.: ил.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html>

7. Васильева, В.И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Васильева, О.Ф. Стоянова, И.В. Шкутина [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 413 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50168 — Загл. с экрана. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50168

Дополнительная литература (электронные и печатные издания)

1. Дамаскин, Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику: учебное пособие / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий. – М. : Высш. шк., 1983. – 400 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:47391&theme=FEFU>

2. Багоцкий, В.С. Основы электрохимии / В. С. Багоцкий. - М.: Химия, 1988. – 400 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:56171&theme=FEFU>
3. Петрий, О.А. Практикум по электрохимии: учебное пособие для химических специальностей вузов / О.А. Петрий, Б.Б. Дамаскин, Б.И. Подловченко. - М. : Высш. шк., 1991. – 288 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:246523&theme=FEFU>
4. Дамаскин, Б.Б. Основы теоретической электрохимии: учебное пособие для вузов / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий. - М. : Высш. шк., 1978 – 239 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:64558&theme=FEFU>
5. Фрумкин, А.Н. Потенциалы нулевого заряда / А. Н. Фрумкин; Академия наук СССР, Институт электрохимии.- М. : Наука, 1982. – 260 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:46517&theme=FEFU>
6. Антропов, Л.И. Теоретическая электрохимия / Л.И. Антропов. - М. : Высш. шк., 1984. – 519 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:249620&theme=FEFU>
7. Феттер, К. Электрохимическая кинетика / К. Феттер. – М. : Химия, 1987. – 856с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:68622&theme=FEFU>
8. Аналитическая химия. Под ред. Л.Н. Москвина. М.: Изд. центр «Академия», 2008. В 3-х томах.
9. Будников, Г.К. Основы современного электрохимического анализа / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев // М., Мир, БИНОМ ЛЗ, 2003, 592 с.
10. Гуськова, В.П. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Гуськова, Л.С. Сизова, Н.В. Юнникова [и др.]. — Электрон. дан. — Кемерово : КемТИПП (Кемеровский технологический институт пищевой промышленности), 2007. — 96 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4591
11. Лебухов В.И., Окара А.И., Павлюченкова Л.П. Физико-химические методы исследования. Учебник для ВПО. СПб: Лань, 2012.- 480с. Локальная сеть ДВФУ: БД Лань. Доступно по адресу:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4543

Методическое обеспечение:

1. Физико-химические методы анализа. Электрохимические методы : методич. указания для выполнения лабораторных работ / сост. Г.И. Маринина. - Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал, ун-та, 2018. - 28 с.
2. Щитовская Е.В., Кондриков Н.Б., Лапина А.С. Теоретическая электрохимия. Практическое руководство к лабораторным работам, выполняемым на электрохимическом комплексе AUTOLAB-302N : Уч.-метод. Пособие / Е.В.

Щитовская, Н.Б. Кондриков, А.С. Лапина. – Владивосток : Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013. – 54 с.

3. Физико-химические методы анализа. Электрохимические методы : методич. указания для выполнения лабораторных работ / сост. Г.И. Маринина. - Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал, ун-та, 2018. - 28 с.

Интернет-ресурсы

1. Ширкин Л.А. Рентгенофлуоресцентный анализ объектов окружающей среды: учебное пособие / авт.-сост.:Л.А. Ширкин; Владим. гос. ун-т. - Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. - 65 с.
<http://window.edu.ru/resource/344/77344>
2. Будников. Определение следовых количеств веществ как проблема современной аналитической химии. <http://window.edu.ru/443/21443>
3. Шелковников В.В. Методы химического анализа. <http://window.edu.ru/192/49192>
4. Поисковая система печатных материалов <http://www.scopus.com>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.scopus.com>
2. <http://e.lanbook.com/>
3. <http://www.studentlibrary.ru/>
4. <http://znanium.com/>
5. <http://www.nelbook.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Платформа электронного обучения Blackboard ДВФУ.
https://bb.dvfu.ru/webapps/blackboard/content/listContentEditable.jsp?content_id=159675_1&course_id=4959_1

Программное обеспечение для работы на электрохимическом оборудовании:

1. «Nova 1.5» для работы на потенциостате-гальваностате AUTOLAB/PGSTAT 302N
2. «Zplot» для работы на потенциостате-гальваностате «Solartron» 12608W

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Электрохимия. Физико-химические методы анализа».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Электрохимия. Физико-химические методы анализа», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Электрохимия. Физико-химические методы анализа».
2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.
3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:
– повторение материала лекции по теме;

- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
 - изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
 - чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
 - посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.
4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

Рекомендации по работе с литературой

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана занятий, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

Подготовка к сдаче коллоквиумов.

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой.

Задачи для самостоятельного решения дома приведены в Приложении 4.

Подготовка к зачету и экзамену

В процессе подготовки к зачету и экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неутомительные занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

Варианты заданий самостоятельной работы (7 семестр)

Вариант № 1

1. Найдено, что ЭДС ячейки
 $\text{Cd, CdX}_2 | \text{X}^- (0,01 \text{ M}) || \text{KCl (нас.)} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}$
равна 0,971 В. Рассчитайте константу растворимости CdX_2 , пренебрегая диффузионным потенциалом.
2. Растворили 1,06 г руды, содержащей кадмий и при -0,95 В выделили

его на ртутном катоде. За время электролиза в водородно-кислородном кулонометре выделилось 44,6 мл газа при 21,0 °С и 773 мм. рт.ст. Рассчитайте содержание (%) металла в руде.

3. Предельный диффузионный ток восстановления 0,004 М TeO_3^{2-} на р.к.э. равен 61,9 мкА. Масса 20 капель ртути, вытекающих за 63 с, равна 0,0945 г. Коэффициент диффузии TeO_3^{2-} $7,5 \cdot \text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Используя эти данные, напишите уравнение электродной реакции.

4. Для полярографического определения фолиевой кислоты в лекарственном препарате навеску препарата массой 0,0570 г. растворили в 50 см^3 0,05 М раствора Na_2CO_3 , отобрали 5 мл полученного раствора; прибавили к нему 5 мл 0,05 М раствора Na_2CO_3 , 10 мл 0,1 М раствора NH_4Cl в 30% спирте и получили 20 мл испытуемого раствора. Этот раствор поместили в термостатируемую полярографическую ячейку, пропустили через раствор ток N_2 и при полярографировании этого раствора получили полярограмму с высотой волны 28 мм. Навеску массой 0,0500 г стандартного раствора фолиевой кислоты растворили в 50 мл 0,05 М раствора Na_2CO_3 . Из этого раствора последовательно отобрали объемы V , равные 3, 4, 6, 7, 8 мл, довели объем каждого раствора до 10 мл 0,05 М раствором Na_2CO_3 , прибавили по 10 мл 0,1 М раствора NH_4Cl в 30% спирте и получили 5 стандартных растворов. В тех же условиях провели их полярографирование и получили следующие результаты:

V, мл	3	4	6	7	8
h, мм	15	20	30	35	40

Определите массовую долю (%) фолиевой кислоты в лекарственном препарате.

5. Величина $k^{\text{пот}}(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+})$ равна $3 \cdot 10^{-3}$. Рассчитайте допустимую концентрацию натрия, при которой погрешность определения 10^{-4} М не превышает 1 %.

Вариант № 2

1. Вычислить k_s хлорида серебра при 18 °С, если потенциал серебряного электрода, опущенного в насыщенный раствор хлорида серебра, равен 0,5186 В относительно водородного электрода.

2. Для полярографического определения Zn^{2+} в анализируемом растворе объемом 50 мл, содержащем добавки желатина и KCl , отобрали 20 мл этого раствора, поместили в термостатируемую ячейку и пропустили через раствор токо водорода. Провели полярографирование и получили полярографическую волну высотой 12 мм. Затем к 10 мл анализируемого раствора с содержанием ионов цинка 0,5 мг/мл добавили несколько капель раствора желатина и довели

объем раствора до 50 мл прибавлением раствора KCl. Провели полярографирование 20 мл стандартного раствора в тех же условиях, в которых полярографировали исследуемый раствор, и получили полярограмму с высотой полярографической волны, равной 10 мм. Рассчитайте массу ионов цинка в исследуемом растворе.

3. Потенциал Са-селективного электрода в 20,00 мл пробы при 30 °С равен 20 мВ. После добавки 0,20 мл 0,1000 М раствора Ca^{2+} он стал равным 35 мВ. Крутизна электродной функции на 2 мВ ниже теоретической. Сколько мг кальция содержится в пробе?

4. Предельный диффузионный ток в $2 \cdot 10^{-3}$ М раствора Cd^{2+} равен 8,10 мкА. Из капилляра за 1 мин вытекает 15 капель ртути, а масса 25 капель равна 0,1000 г. Рассчитайте коэффициент диффузии Cd^{2+} в этих условиях.

5. На титрование 8,10 мг Γ электрогенерированными ионами MnO_4^- затрачено 5 мин при силе тока 25 мА. Рассчитайте выход по току.

Вариант № 3

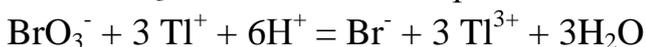
1. ЭДС гальваностатического элемента

$\text{Pt}, \text{H}_2 (1 \text{ атм.}) \mid \text{HA} (0,150 \text{ М}), \text{NaA} (0,250 \text{ М}) \parallel \text{KMnO}_4 \mid \mid \text{СВЭ}$

При 20 °С равна 0,310 В. Рассчитайте величину K_a для HA.

2. Потенциал F-селективного электрода в 0,01 М NaF при 25 °С равен 100 мВ, а в растворе, содержащем 0,01 М NaF и 0,01 М Na_2SiO_3 , 93 мВ. Вычислите $k_{\text{F}^-, \text{SiO}_3^{2-}}^{\text{ном}}$, пренебрегая ионной силой.

3. Из навески образца 2,0400 г таллий перевели в Tl^+ (I) и оттитровали 0,1000 н. KBrO_3 в солянокислой среде:



Вычислить процентное содержание таллия в сплаве по следующим результатам потенциометрического титрования:

V_{KBrO_3} , мл	2,0	10,0	18,0	19,8	20,0	20,2	22,0
E, мВ	1251	1280	1309	1339	1407	1430	1451

4. Определить процентное содержание индифферентных примесей в образце медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, если после растворения его навески 0,4556 г в азотной кислоте и электролиза полученного раствора выделено на платиновом электроде 0,1145 г меди.

5. Для определения содержания свинца в цинковой руде методом добавок навеску руды массой 1,0000 г растворили и после соответствующей обработки объем раствора довели до 200,0 мл. Для снятия полярограммы взяли 20,0 мл этого раствора. Высота волны оказалась равной 25,0 мм. После добавки 5 мл 0,08 М $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ высота волны увеличилась до 35 мм. Определить процентное содержание свинца в руде.

Вариант № 4

1. При каком потенциале катода (относительно НКЭ) концентрация HgBr_4^{2-} снизится до $1 \cdot 10^{-6}$ М, если до начала электролиза раствор содержал 0,01 М Hg^{2+} и 0,25 М KBr ?

2. Напишите уравнение для зависимости потенциала стеклянного электрода от рН и рассчитайте значение потенциала в буферном растворе с рН 5,0 относительно хлоридсеребряного электрода сравнения ($E_{\text{ст}}^0 = 0,350$ В, $t=25^\circ\text{C}$).

3. Из навески руды 0,0800 г уран перевели в U (IV) и оттитровали 0,0100 н. KMnO_4 :



Вычислить процентное содержание урана в руде по следующим результатам потенциометрического титрования:

V_{KMnO_4} , мл	2,0	10,0	18,0	19,8	20,0	20,2	22,0
E, мВ	301	330	359	389	1173	1486	1498

4. Определить время, теоретически необходимое для полного выделения на катоде кадмия из 20,0 мл 0,0622 N раствора CdSO_4 , если электролиз проводился при силе тока 0,1 А и выход по току составил 100 %.

5. Для определения содержания марганца в стали методом добавок навеску стали массой 1,5000 г растворили и после соответствующей обработки объем раствора довели до 200,0 мл. Для снятия полярограммы взяли 15,5 мл этого раствора. Высота волны оказалась равной 20,5 мм. После добавки 2,5 мл 0,05 М MnSO_4 высота волны увеличилась до 23,8 мм. Определить процентное содержание марганца в стали.

Вариант № 5

1. Вычислить потенциал хингидронного электрода, находящегося в растворе кислоты с рН =2, по отношению к стандартному водородному электроду.

2. Вычислить потенциал серебряного электроду по отношению к нормальному хлоридсеребряному в 10^{-2} М растворе KCl , оттитрованном 10^{-2} М раствором нитрата серебра на 50 %.

3. Вычислить молярную концентрацию циркония в растворе, если при анализе 25 мл исследуемого раствора была получена высота волны 30 мм, а после добавления 3 мм стандартного раствора с концентрацией 0,06 М высота волны увеличилась до 35 мм.

4. Образец стали массой 0,500 г растворили в стакане, затем перенесли в мерную колбу емкостью 100 мл. В электролитическую ячейку поместили 25 мл

этого раствора и при потенциале $-1,7$ В на фоне ацетата натрия выполнили амперометрическое титрование никеля диметилглиоксимом (ДМГ с титром Т (ДМГ/Ni) = 2 мг/мл. Определить массовую долю никеля в стали, если при титровании получены следующие данные:

Объем титранта, мл	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5
I, мкА	37	28	20,5	18	30	41,5

ДМГ и никель реагируют в молярном соотношении 2:1.

5. На титрование 25,00 мл $K_2Cr_2O_7$ электрогенерированными ионами Fe^{2+} из Fe^{3+} затрачено 1800 с при силе тока 200 мА. Рассчитайте концентрацию $K_2Cr_2O_7$. Напишите уравнения реакций титрования и генерации титранта.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1,2 Физико-химические методы анализа

Лекционная аудитория (мультимедийный проектор, настенный экран, ноутбук),

Химические лаборатории с вытяжными шкафами, водоснабжением, муфельные печи, сушильные шкафы, рН-метры, нагревательные приборы, химическая посуда, реактивы. Дистиллятор.

Установки для амперометрического кулонометрического титрования, полярограф.

Спектрофотометры (СФ-26, ФЭК-56, КФК-2, спектрофотометры UNICO 1200, Shimadzu 1240), автоматические бюретки, мешалки магнитные (ММ-5), лабораторная и мерная посуда, мебель, вытяжной шкаф, колонки хроматографические стеклянные, весы технические ВЛ-1, весы лабораторные ВЛР-200, рН-метр ОР-211/1 ЭВ-74, газожидкостный хроматограф фирмы Yanako (Япония), модель G-1800, хроматомасс-спектро-метр модель HP 1100 фирмы Hewlett Packard (США), высокоэффективный жидкостной хроматограф фирмы Shimadzu (Япония), модель LC-6A, газовый хроматограф – масс-спектрометр фирмы Hewlett Packard (США), модель 6890 plus GC-HP 5973 MSD, титратор ОН-105, рН-метры-иономеры, установки для амперометрического кулонометрического титрования, полярограф ОН-107. Наглядные пособия: периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, таблица растворимости, таблица окислительно-восстановительных потенциалов.

Химические лаборатории (L634, L751, L653) с вытяжным шкафом, водоснабжением, сушильным шкафом, нагревательными приборами, химической посудой, реактивами и оборудованием:

Модуль 3. Электрохимия

1. Электрохимический комплекс нанесения покрытий на материалы ЭХК-02024 (Россия) – 1 шт.
2. Потенциостат-гальваностат PGU200V-500 mA (Германия) – 1 шт.
3. Потенциостат-гальваностат PGU1000V-1A-E (Германия) – 1 шт.
4. Высокочастотная система электрохимического анализа и обработки поверхности материалов Solartron 12608W (Великобритания) – 1 шт.
5. Комплекс для исследований и электрохимических процессов в материалах AUTOLAB 302N (Великобритания) – 1 шт.
6. Потенциостат-гальваностат IPC-Pro (Россия) -1 шт.
7. Потенциостат П-5827 (Россия) – 1 шт.
8. Потенциостат П-5827М (Россия) – 1 шт.
9. Потенциостат П-5848 (Россия) – 1 шт.
10. Источник питания Б5-49 (Россия) – 1 шт.
11. рН-метры
12. Весы электронные лабораторные HR-200 – 1 шт.
13. Весы технические ВЛР-200/01 – 1 шт.
14. Встряхивающее устройство ЛАБ-ПУ-01 – 1 шт.
15. Встряхивающее устройство ЛАБ-ПУ-02 – 2 шт.
16. Лабораторная установка «Определение поверхностного натяжения методом отрыва кольца» – 1 шт.
17. Спектрофотометр ЮНИКО 1201– 1 шт.
18. Термостат U-10 – 3 шт.
19. Амперметр М-104 – 2 шт.
20. Выпрямитель ВСА-24М – 2 шт.
21. Мешалка магнитная ММ-5 – 3 шт.
22. Микронасос ППМ – 1 шт.
23. Насос программный – 1 шт.
24. Насос Камовского – 1 шт.
25. Перистальтический насос – 1 шт.
26. Потенциостат П-5827М – 1 шт.
27. Анализатор удельной поверхности материалов. СОРБОМЕТР Vi-Sorb Poly – 1 шт.
28. Спектрофотометр SPECORD – 1 шт.
29. Фотоэлектроколориметр – ФЭК-56М – 2 шт.
30. Хроматограф ЛХМ-72 – 1 шт.

VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

I. Паспорт оценочных средств по дисциплине «Электрохимия. Физико-химические методы анализа»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1).	Знает	Классификацию методов анализа и их отличительные особенности; Основные химические и физико-химические методы анализа; Основы методов получения производных химических веществ, используемыми в анализе;
	Умеет	Осуществлять основные методы химического анализа и интерпретировать полученные результаты
	Владеет	Основными правилами работы с химическими веществами и техники безопасности при работе в лаборатории аналитической химии
Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-3)	Знает	Методологию проведения анализа соединений различных классов
	Умеет	Определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование;
	Владеет	Навыками поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
7 семестр					
	Модуль 1. Раздел 1. Химическое равновесие, константы химического равновесия Тема 1 Химическое равновесие, константы химического равновесия для идеальных и реальных систем, связь констант равновесия Раздел 2. Протолитическое равновесие	ПК-1 ПК-3	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1).	Сдача коллоквиума №1 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№1 – 10.
			Умеет		
			Владеет		
			Знает	Проверка отчета по лабораторным работам (ПР -	
Умеет					

<p>Тема1.Протолитическое равновесие в водных и неводных средах, его количественная характеристика</p> <p>Тема 2. Вычисление рН протолитов. Буферные системы, универсальные буферные смеси</p> <p>Раздел3.Гетерогенное равновесие</p> <p>Тема1. Равновесие осадок – раствор, его количественная характеристика. Факторы, влияющие на процессы осаждения-растворения. Влияние одноименного иона, рН, комплесообразования</p> <p>Тема 2. Расчет условий дробного и группового осаждения и растворения осадков</p> <p>Раздел4.Равновесие окисления – восстановления</p> <p>Тема1. Равновесие окисления – восстановления, его количественные характеристики: стандартные, реальные и формальные редокси-потенциалы,</p> <p>Тема 2. Факторы, влияющие на редокси-потенциал системы. Константы реакций окисления-восстановления.</p> <p>Раздел5.Равновесие комплексообразования</p> <p>Тема 1. Равновесие комплексообразования, его количественная характеристика. Влияние рН на процессы комплексообразования</p> <p>Тема2.Избирательность реакций комплексообразования. Органические реагенты в</p>		Владеет	6).Собеседование (УО-1).	оценкой знаний). Экзаменационные вопросы №№5-16
---	--	---------	--------------------------	---

реакциях комплексообразования.				
-----------------------------------	--	--	--	--

8 семестр

1.	<p>Тема 1. Изучение строения ДЭС Лабораторная работа 1. Электрохимические ячейки и электроды. Особенности проведения электрохимического эксперимента. Принцип работы электрохимической аппаратуры. Приготовление растворов и электродов Лабораторная работа 2. Метод кривых заряжения Лабораторная работа 3. Определение состояния поверхности различных электродов потенциодинамическим методом Лабораторная работа 4. Электрохимические методы изучения процессов адсорбции органических веществ, механизма реакций электровосстановления и электроокисления Тема 2. Электрохимическая кинетика Лабораторная работа 5. Стационарные постояннотоковые электрохимические методы исследований Лабораторная работа 6. Перенапряжение реакции выделения водорода на различных металлах Лабораторная работа № 7. Электрохимическая коррозия Лабораторная работа № 8. Измерение электрохимического импеданса Лабораторная работа №</p>	ПК-1 ПК-3	Знает	Проверка готовности к лабораторной работе собеседование (УО-1). Сдача коллоквиума №1 (УО-2)	Вопросы к зачету 1-30
			Умеет	Проверка отчета по лабораторной работе собеседование (УО-1).	Вопросы к зачету 1-30
			Владеет	Проверка результатов лабораторных работ (ПР-6) Сдача коллоквиумов № 1 (УО-2)	Вопросы к зачету 1-30

	9. Гальванические покрытия				
2.	Коллоквиум № 1 Двойной электрический слой (ДЭС). Различные случаи его образования на межфазной границе металл-раствор. Адсорбционный метод изучения строения ДЭС. Коллоквиум № 2 Методы электрокапиллярных кривых и зависимости дифференциальной емкости от потенциала. Коллоквиум № 3 Емкость двойного электрического слоя	ПК-1 ПК-3	Знает	Проверка отчета по лабораторным работам Тестовый контроль (ПР-1). Сдача коллоквиума 2 (УО-2)	Вопросы к зачету 1-30
			Умеет	Выполнение лабораторных работ и подготовка отчета (ПР-6) Собеседование (УО-1) Сдача коллоквиума 3 (УО-2)	Вопросы к зачету 1-30
			Владеет	Проведение лабораторных работ (ПР-6)	Вопросы к зачету 1-30

**II. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Электрохимия. Физико-химические методы анализа»
Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:**

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
Тип задач профессиональной деятельности: <i>Научно-исследовательский</i>				
Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных задач химической направленности;	Химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой	ПК-1.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР ПК-1.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из	Анализ опыта, ПС: 19.002 26.003 26.014 40.011 40.012 40.033 40.136

разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции	профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения	квалификации	набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР ПК-1.4. Готовит объекты исследования	
Тип задач профессиональной деятельности: <i>Технологический</i>				
Разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции; оптимизации существующих технологий	Химические вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения	ПК-3. Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-3.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР ПК-3.2. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР ПК-3.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР ПК-3.4. Готовит объекты исследования	ПС: 19.002 20.027 23.041 24.020 24.028 26.001 26.006 26.009 40.011 40.012 40.043 40.044

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-1)	знает (пороговый уровень)	Методологию проведения анализа соединений различных классов	Знание основных правил поведения при работе в лаборатории аналитической химии	-Знает основы негативного воздействия химических соединений на организм -Знает основные требования техники безопасности при работе в химической лаборатории
	умеет (продвинутый)	Определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование;	-Умение выполнить приготовление растворов с заданной концентрацией. -Умение выполнить определение основных химических показателей объекта	-Умеет осуществлять различные приемы и методики качественного и количественного анализа -Умеет рассчитывать конечный результат определения, используя результаты прямых и

			(влажность, зольность, рН)	косвенных измерений
	владеет (высокий)	Навыками поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Владение всеми изученными химическими и физико-химическими методами анализа	-Владеет способами приготовления реактивов и вспомогательных материалов для проведения анализа -Владеет основными аналитическими методиками -Владеет приемами и навыками обработки результатов аналитического эксперимента
Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации (ПК-3)	знает (пороговый уровень)	Основные методы анализа соединений различных классов	Знание классификации методов анализа и отличительные особенности основных химических и физико-химических методов анализа,	-Способность отнести метод анализа к определенной группе методов. -Оценить возможность применения конкретного метода к анализируемому объекту
	Умеет (продвинутый)	Предлагать и обосновывать применение метода анализа к конкретному классу соединений	Умение на основе знаний о чувствительности определенных методов анализа выбрать приемлемый для конкретного объекта	-Умение оценить основные показатели методики -Умение использовать варианты пробоподготовки для реализации методики
	владеет (высокий)	Базовыми знаниями, необходимыми для интерпретации полученных результатов.	Владение теоретическими основами и практическими навыками химическими, физико-химическими и физическими методами анализа	-владеет способностью проводить пробоподготовку -Владеет навыки проведения основных химических и физико-химических методов анализа -Владеет теоретическими основами важнейших физических методов анализа (ИК, ЯМР, масс-спектрометрии)

Примерный перечень оценочных средств (ОС)

I. Устный опрос

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с

изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

2. Коллоквиум (УО-2) (Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.)- Вопросы по темам/разделам дисциплины.

3. Групповая дискуссия (УО-4) (Групповая дискуссия – рассмотрение, анализ различных позиций, точек зрения ученых на содержание той или иной проблемы, концепции выбора путей практической реализации стоящих перед обучающимися задач.) - Тема, вопросы для обсуждения. Задания для подготовки.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

I. Устный опрос

1. Экзамен (Средство промежуточного контроля)

Вопросы к экзамену

1. Чувствительность, точность, правильность методов анализа. Расчет доверительного интервала для результатов анализа.
2. Эмиссионный спектральный анализ. Возбуждение, наблюдение и регистрация линий спектра. Интенсивность спектральной линии. Качественный анализ. Зависимость интенсивности излучения от концентрации. Формула Ломакина-Шайбе. Количественный анализ.
3. Фотометрия пламени. Источники возбуждения излучения. Процессы в пламени. Подавление ионизации и учет анионного эффекта. Блок-схема прибора. Методы калибровочного графика и добавок. Области применения. Достоинства и недостатки метода.
4. Атомно-абсорбционный анализ. Резонансное поглощение атомов. Блок-схема прибора. Источники излучения и способ атомизации анализируемого вещества. Зависимость оптической плотности от концентрации вещества. Чувствительность, селективность, универсальность, экспрессность метода.
5. Молекулярно-абсорбционный анализ. Происхождение окраски аналитических форм. Спектрофотометрическая кривая. Интегральный, средний и максимальный коэффициент светопоглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность и пропускание. Физические и химические

- причины отклонений от закона светопоглощения. Влияние различных факторов на величину оптической плотности. Избирательность анализа, маскировка примесей. Экстракционный фотометрический метод.
6. Спектрофотометры и фотоколориметры. Методы фотометрического анализа (уравнивание и сравнение интенсивностей световых потоков). Методы калибровочного графика и добавок. Дифференциальная фотометрия, ее преимущества.
 7. Фотометрия светорассеивающих систем. Турбидиметрия и нефелометрия. Фотометрическое и турбидиметрическое титрование.
 8. Флуориметрический анализ. Сущность явления флуоресценции. Закономерности флуоресценции. Правило Стокса. Закон Вавилова. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции, концентрационное тушение. Принципиальная схема осуществления флуориметрических измерений. Качественный и количественный анализ. Чувствительность и воспроизводимость анализа при флуориметрических измерениях.
 9. Колебательная спектроскопия. Общие представления о видах аналитических задач, решаемых в ИК-спектроскопии. Качественный и количественный анализ по ИК-спектрам.
 10. Электрод как система. Электродный потенциал. Возможные скачки потенциала в зависимости от природы граничащих фаз и механизм их возникновения. Термодинамика электродных равновесий. Понятие электрохимического потенциала и общее условие равновесия на границе электрод-раствор.
 11. Классификация электродов. Электроды I II III рода, редокси-, рН-, ионоселективные. Примеры, запись уравнения Нернста. Ионоселективные электроды – жидкие и твердые мембранные. Стекланный электрод. Ионообменная теория Никольского.
 12. Аппаратура и схема установки для измерения потенциалов по компенсационному и некомпенсационному методам. Понятие об электрохимических цепях и соглашения о знаках.
 13. Методы потенциометрии. Прямая потенциометрия (ионометрия). Определение концентрации методами градуировочного графика, стандартных добавок. Методы определения коэффициентов селективности ионоселективного электрода.
 14. Метод ЭДС при определении термодинамических констант (кислотности, образования комплексных соединений и др.). Потенциометрическое титрование. Требования, предъявляемые к применяемым реакциям. Теоретический расчет кривых титрования по различным типам реакций.

15. Разновидности потенциометрии – некомпенсационное, дифференциальное, «до нуля» титрования. Потенциометрическое титрование с поляризованными электродами (ПТПЭ). Преимущества метода.
16. Неравновесные электродные процессы. Некоторые понятия электрохимической кинетики. Поляризация, перенапряжение. Ток, как мера скорости электродного процесса. Обратимые и необратимые электрохимические системы, поляризационные кривые.
17. Методы кулонометрии. Условия достижения 100%-ного выхода по току в кулонометрии. Прямая потенциостатическая, амперостатическая кулонометрия.
18. Косвенная амперостатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование по различным типам реакций. Требования к реакциям на электроде и в растворе. Способы генерации титранта и индикации к.т.т. Техника кулонометрического титрования. Схема установки, генерационная и индикаторная цепи. Кулонометры, интеграторы тока.
19. Вольтамперометрия. Поляризуемые и неполяризуемые электроды. Диффузионная кинетика электродных процессов. Характеристика вольтамперных кривых. Понятие остаточного, емкостного, фарадеевского, миграционного, предельного диффузионного токов.
20. Уравнение мгновенного тока при диффузии вещества к ртутному каплющему электроду. Средний диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Влияние различных факторов на предельный ток: среда, потенциал, высота ртутного столба, концентрация ионов-деполяризаторов. Полярографические максимумы. Их природа и устранение.
21. Критерии обратимости электродного процесса в полярографии. Уравнение полярографической волны для обратимого процесса восстановления ионов металла до амальгамы. Полярографическое восстановление или окисление ионов металла из одной степени окисления в другую. Сложная анодно-катодная волна, уравнения. Полярографическое исследование комплексных соединений.
22. Полярография органических соединений. Кинетические и каталитические токи в полярографии органических соединений. Техника полярографических измерений. Твердые электроды. Вращающийся дисковый электрод, уравнение.
23. Возможности и ограничения постоянноточковой полярографии. Усовершенствование постоянноточковой полярографии. Разновидности вольтамперометрии. Разностная и дифференциальная полярография, осциллографическая полярография, хронопотенциометрия. Полярография переменного тока, импульсная полярография. Инверсионная вольтамперометрия.

24. Амперометрия. Метод амперометрического титрования (АТ) с одним поляризованным электродом. Изменение вида поляризационных кривых при титровании. Кривые титрования.
25. Метод АТ с двумя поляризованными электродами, влияние напряжения, концентрации компонентов окислительно-восстановительной пары, перемешивания раствора, поверхности электродов. Вид кривой титрования с двумя поляризованными электродами в зависимости от обратимости титруемых систем

Образцы экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.03.01- Химия

Дисциплина «Электрохимия. Физико-химические методы анализа»

Форма обучения очная

Семестр 7 2023-2024 учебного года

Реализующая кафедра: Физической и аналитической химии

Экзаменационный билет № 1

1. Атомно-абсорбционный анализ. Резонансное поглощение атомов. Блок-схема прибора. Источники излучения и способ атомизации анализируемого вещества. Зависимость оптической плотности от концентрации вещества. Чувствительность, селективность, универсальность, экспрессность метода.
2. Критерии обратимости электродного процесса в полярографии. Уравнение полярографической волны для обратимого процесса восстановления ионов металла до амальгамы. Полярографическое восстановление или окисление ионов металла из одной степени окисления в другую. Сложная анодно-катодная волна, уравнения. Полярографическое исследование комплексных соединений.
3. Методы кулонометрии. Условия достижения 100%-ного выхода по току в кулонометрии. Прямая потенциостатическая, амперостатическая кулонометрия.

Зав. кафедрой

М.П. (школы)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
Школа естественных наук

ООП 04.03.01- Химия

Дисциплина «Электрохимия. Физико-химические методы анализа»

Форма обучения очная

Семестр 7 2023-2024 учебного года

Реализующая кафедра: Физической и аналитической химии

Экзаменационный билет № 2

1. Спектрофотометры и фотоколориметры. Методы фотометрического анализа (уравнивание и сравнение интенсивностей световых потоков). Методы калибровочного графика и добавок. Дифференциальная фотометрия, ее преимущества.
2. Неравновесные электродные процессы. Некоторые понятия электрохимической кинетики. Поляризация, перенапряжение. Ток, как мера скорости электродного процесса. Обратимые и необратимые электрохимические системы, поляризационные кривые.
3. Классификация электродов. Электроды I II III рода, редокси-, рН-, ионоселективные. Примеры, запись уравнения Нернста. Ионоселективные электроды – жидкие и твердые мембранные. Стекланный электрод. Ионообменная теория Никольского.

Зав. кафедрой _____

М.П. (школы)

2. Зачет (средство промежуточного контроля) (8 семестр)

Вопросы к зачету

1. Двойной электрический слой (ДЭС). Основные процессы, приводящие к образованию ДЭС на границе металл-раствор.
2. Адсорбция (понятие), электростатическая и специфическая адсорбция; адсорбция по Ленгмюру, гиббсовская адсорбция; поверхностная концентрация и поверхностный избыток.
3. Идеально-поляризуемый и идеально-неполяризуемый электроды, применение в электрохимии.
4. Потенциал нулевого заряда. Методы определения потенциала нулевого заряда.
5. “Приведенный” потенциал (по Л.И.Антропову), его практическое применение.
6. Электрокапиллярная кривая, кривая заряжения, поляризационная кривая.
7. Поверхностное (пограничное) натяжение. Факторы, влияющие на пограничное натяжение на границе ртуть-раствор.
8. Представление о поверхностно-активных (ПА) и поверхностно-неактивных ионах. Зависимость гиббсовской адсорбции катионов и анионов от потенциала электрода (индифферентный и ПА-электролит).
9. Электрокапиллярные кривые и кривые дифференциальной емкости в присутствии органических веществ.
10. Основное уравнение электрокапиллярности (вывод и анализ).
11. Поляризационная емкость электрода, емкость ДЭС, псевдоемкость. Методика измерения емкости ДЭС.
12. I и II уравнения Липпмана, применение в электрохимии.
13. Дифференциальная и интегральная емкость ДЭС, соотношение между ними.
14. Ток заряжения и фарадеевский ток.
15. Модельные теории ДЭС (Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна). Изменение концентрации ионов и потенциала электрода на границе металл-раствор в зависимости от расстояния от поверхности (для индифферентного и ПА-электролиза на незаряженной и положительно заряженной поверхности).
16. Представление Грэма о строении ДЭС. Внутренняя и внешняя плоскости Гельмгольца.
17. Плотный и диффузный ДЭС. Факторы, влияющие на толщину плотного и диффузного ДЭС.

18. Особенности строения ДЭС, связанных дискретным характером специфически адсорбирующихся ионов. Экспериментальное проявление эффекта дискретности.
19. Модель ДЭС в присутствии органических веществ.
20. Поляризация, перенапряжение, причины.
21. Теория замедленного разряда. Вывод основного уравнения (А.Н. Фрумкин).
22. Влияние строения ДЭС на скорость разряда и перенапряжение выделения водорода.
23. Общее уравнение поляризационной кривой для реакции разряда ионизации ионов гидроксония.
24. Ток обмена, экспериментальное определение.
25. Механизмы массопереноса: диффузия, миграция, конвекция. Основное уравнение диффузионной кинетики.
26. Стационарная и нестационарная диффузия.
27. Диффузионный слой, пограничный слой (Прандтля).
28. Общие меры электробезопасности. Индивидуальные защитные средства. Условия пожарной безопасности в электротехнических устройствах.
29. Статическое электричество и меры борьбы с ним. Защита от статического электричества.
30. Электрохимические приборы и правила работы с ними (потенциостаты/гальваностаты).

Текущая аттестация студентов.

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Примерный перечень оценочных средств (ОС)

I. Устный опрос

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.
2. Коллоквиум (УО-2) (Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.)- Вопросы по темам/разделам дисциплины.
3. Групповая дискуссия (УО-4) (Групповая дискуссия – рассмотрение, анализ различных позиций, точек зрения ученых на содержание той или иной

проблемы, концепции выбора путей практической реализации стоящих перед обучающимися задач.) - Тема, вопросы для обсуждения. Задания для подготовки.

Вопросы коллоквиумов (7 семестр)

Коллоквиум № 1

1. Чувствительность, точность, правильность методов анализа. Расчет доверительного интервала для результатов анализа.
2. Эмиссионный спектральный анализ. Возбуждение, наблюдение и регистрация линий спектра. Интенсивность спектральной линии. Качественный анализ. Зависимость интенсивности излучения от концентрации. Формула Ломакина-Шайбе. Количественный анализ.
3. Фотометрия пламени. Источники возбуждения излучения. Процессы в пламени. Подавление ионизации и учет анионного эффекта. Блок-схема прибора. Методы калибровочного графика и добавок. Области применения. Достоинства и недостатки метода.
4. Атомно-абсорбционный анализ. Резонансное поглощение атомов. Блок-схема прибора. Источники излучения и способ атомизации анализируемого вещества. Зависимость оптической плотности от концентрации вещества. Чувствительность, селективность, универсальность, экспрессность метода.
5. Молекулярно-абсорбционный анализ. Происхождение окраски аналитических форм. Спектрофотометрическая кривая. Интегральный, средний и максимальный коэффициент светопоглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность и пропускание. Физические и химические причины отклонений от закона светопоглощения. Влияние различных факторов на величину оптической плотности. Избирательность анализа, маскировка примесей. Экстракционный фотометрический метод.
6. Спектрофотометры и фотоколориметры. Методы фотометрического анализа (уравнивание и сравнение интенсивностей световых потоков). Методы калибровочного графика и добавок. Дифференциальная фотометрия, ее преимущества.

Коллоквиум № 2

1. Фотометрия светорассеивающих систем. Турбидиметрия и нефелометрия. Фотометрическое и турбидиметрическое титрование.
2. Флуориметрический анализ. Сущность явления флуоресценции. Закономерности флуоресценции. Правило Стокса. Закон Вавилова. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции, концентрационное тушение. Принципиальная схема осуществления флуориметрических измерений. Качественный и количественный анализ. Чувствительность и воспроизводимость анализа при флуориметрических измерениях.

3. Колебательная спектроскопия. Общие представления о видах аналитических задач, решаемых в ИК-спектроскопии. Качественный и количественный анализ по ИК-спектрам.

Коллоквиум № 3

1. Электрод как система. Электродный потенциал. Возможные скачки потенциала в зависимости от природы граничащих фаз и механизм их возникновения. Термодинамика электродных равновесий. Понятие электрохимического потенциала и общее условие равновесия на границе электрод-раствор.
2. Классификация электродов. Электроды I II III рода, редокси-, рН-, ионоселективные. Примеры, запись уравнения Нернста. Ионоселективные электроды – жидкие и твердые мембранные. Стеклоанный электрод. Ионообменная теория Никольского.
3. Аппаратура и схема установки для измерения потенциалов по компенсационному и некомпенсационному методам. Понятие об электрохимических цепях и соглашения о знаках.
4. Методы потенциометрии. Прямая потенциометрия (ионометрия). Определение концентрации методами градуировочного графика, стандартных добавок. Методы определения коэффициентов селективности ионоселективного электрода.
5. Метод ЭДС при определении термодинамических констант (кислотности, образования комплексных соединений и др.). Потенциометрическое титрование. Требования, предъявляемые к применяемым реакциям. Теоретический расчет кривых титрования по различным типам реакций.
6. Разновидности потенциометрии – некомпенсационное, дифференциальное, «до нуля» титрования. Потенциометрическое титрование с поляризованными электродами (ПТПЭ). Преимущества метода.
7. Неравновесные электродные процессы. Некоторые понятия электрохимической кинетики. Поляризация, перенапряжение. Ток, как мера скорости электродного процесса. Обратимые и необратимые электрохимические системы, поляризационные кривые.
8. Методы кулонометрии. Условия достижения 100%-ного выхода по току в кулонометрии. Прямая потенциостатическая, амперостатическая кулонометрия.
9. Косвенная амперостатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование по различным типам реакций. Требования к реакциям на электроде и в растворе. Способы генерации титранта и индикации к.т.т. Техника кулонометрического титрования. Схема установки, генерационная и индикационная цепи. Кулонометры, интеграторы тока.

Коллоквиум № 4

1. Вольтамперометрия.
2. Поляризуемые и неполяризуемые электроды. Диффузионная кинетика электродных процессов. Характеристика вольтамперных кривых. Понятие остаточного, емкостного, фарадеевского, миграционного, предельного диффузионного токов.
3. Уравнение мгновенного тока при диффузии вещества к ртутному капающему электроду. Средний диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Влияние различных факторов на предельный ток: среда, потенциал, высота ртутного столба, концентрация ионов-деполяризаторов. Полярографические максимумы. Их природа и устранение.
4. Критерии обратимости электродного процесса в полярографии. Уравнение полярографической волны для обратимого процесса восстановления ионов металла до амальгамы. Полярографическое восстановление или окисление ионов металла из одной степени окисления в другую. Сложная анодно-катодная волна, уравнения. Полярографическое исследование комплексных соединений.
5. Полярография органических соединений. Кинетические и каталитические токи в полярографии органических соединений. Техника полярографических измерений. Твердые электроды. Вращающийся дисковый электрод, уравнение.
6. Возможности и ограничения постоянноточковой полярографии. Усовершенствование постоянноточковой полярографии. Разновидности вольтамперометрии. Разностная и дифференциальная полярография, осциллографическая полярография, хронопотенциометрия. Полярография переменного тока, импульсная полярография. Инверсионная вольтамперометрия.
7. Амперометрия
8. Метод амперометрического титрования (АТ) с одним поляризованным электродом. Изменение вида поляризационных кривых при титровании. Кривые титрования.
9. Метод АТ с двумя поляризованными электродами, влияние напряжения, концентрации компонентов окислительно-восстановительной пары, перемешивания раствора, поверхности электродов. Вид кривой титрования с двумя поляризованными электродами в зависимости от обратимости титруемых систем

Вопросы собеседований (примерные) 8 семестр

Лабораторная работа 1. Вводное занятие

1. Электрохимические ячейки и электроды.
2. Особенности проведения электрохимического эксперимента.
3. Принцип работы электрохимической аппаратуры.
4. Приготовление растворов и электродов.

Лабораторная работа 2. Метод кривых заряжения

1. Что представляет собой кривая заряжения? Для чего она снимается? Методы снятия кривой заряжения.

2. Адсорбция атомов водорода и кислорода на платиновом электроде. Свойства адсорбированных атомов Н и О. Логарифмическая изотерма адсорбции атомов водорода, ее теоретическое обоснование.

3. Поляризационная емкость платинового электрода. Расчет емкости двойного электрического слоя из «водородной области» кривой заряжения.

4. Представление о полном и свободном заряде поверхности.

5. Влияние материала электрода и состава электролита на форму кривой заряжения.

Лабораторная работа 3. Определение состояния поверхности различных электродов потенциодинамическим методом

1. Можно ли непосредственно экспериментальным путем доказать образование двойного электрического слоя на границе раздела металл / раствор?

2. Какой потенциал носит название потенциала нулевого заряда? От чего он зависит?

3. Какой потенциал носит название “приведенного” потенциала?

4. Чем определяется знак потенциала электрода в “приведенной” шкале? Когда удобно ею пользоваться?

5. Какие сведения о структуре двойного электрического слоя и каким образом можно получить с помощью адсорбционного метода?

Лабораторная работа 4. Электрохимические методы изучения процессов адсорбции органических веществ, механизма реакций электровосстановления и электроокисления

1. Какие явления связаны с образованием границы раздела фаз?

2. Что означает термин “адсорбция”? Укажите причины положительной и отрицательной адсорбции.

3. Напишите фундаментальное уравнение Гиббса для межфазного поверхностного слоя в случае постоянства температуры и давления. Дайте определение величин, входящих в него.

4. Есть ли принципиальное различие в понятиях “поверхностный избыток” и “поверхностная концентрация”?

5. Можно ли определить поверхностную концентрацию компонентов? Каковы пути описания связи поверхностной концентрации с объемной?

6. Какие сведения о структуре двойного электрического слоя и каким образом можно получить с помощью адсорбционного метода?

Планы коллоквиумов (8 семестр)

Коллоквиум № 1 Двойной электрический слой (ДЭС). Различные случаи его образования на межфазной границе металл-раствор. Адсорбционный метод изучения строения ДЭС.

Вопросы:

6. Какие явления связаны с образованием границы раздела фаз?
7. Что означает термин “адсорбция”? Укажите причины положительной и отрицательной адсорбции.
8. Напишите фундаментальное уравнение Гиббса для межфазного поверхностного слоя в случае постоянства температуры и давления. Дайте определение величин, входящих в него.
9. Есть ли принципиальное различие в понятиях “поверхностный избыток” и “поверхностная концентрация”?
10. Можно ли определить поверхностную концентрацию компонентов? Каковы пути описания связи поверхностной концентрации с объемной?
11. Что является причиной возникновения скачка потенциалов на границе раздела фаз?
12. Какие основные процессы, происходящие на границе металл/раствор, приводят к образованию двойного электрического слоя? Укажите, где локализуется и от чего зависит скачок потенциала в каждом из рассмотренных случаев.
13. Какие заряженные частицы могут принимать участие в обмене между фазами при установлении равновесия на межфазной границе?
14. Чем термодинамически обусловлено образование заряда на поверхности металла, опущенного в раствор соли этого металла?
15. Может ли отсутствовать заряд на поверхности металла, опущенного в раствор своей соли?
16. Какой электрод называется идеально поляризуемым? Каково его применение в электрохимии?
17. Какие электроды называются идеально неполяризуемыми? Какое применение они находят?
18. Можно ли непосредственно экспериментальным путем доказать образование двойного электрического слоя на границе раздела металл / раствор?
19. Какой потенциал носит название потенциала нулевого заряда? От чего он зависит?
20. Какой потенциал носит название “приведенного” потенциала?

21. Чем определяется знак потенциала электрода в “приведенной” шкале? Когда удобно ею пользоваться?

22. Какие сведения о структуре двойного электрического слоя и каким образом можно получить с помощью адсорбционного метода?

Коллоквиум № 2 Методы электрокапиллярных кривых и зависимости дифференциальной емкости от потенциала.

1. Какое термодинамическое соотношение носит название основного уравнения электрокапиллярности?

2. Зависит ли потенциал нулевого заряда и максимальное значение пограничного натяжения от природы и концентрации электролита?

3. От чего зависит величина пограничного натяжения в системе ртуть - раствор электролита?

4. Объясните, почему пограничное натяжение ртути (σ) в инактивном электролите зависит от потенциала электрода. Нарисуйте график типичной зависимости σ от потенциала.

5. Как зависит пограничное натяжение от концентрации поверхностно неактивного 1,1-валентного электролита?

6. Сформулируйте критерии, позволяющие провести индикацию поверхностной инактивности ионов электролита.

7. Каково влияние поверхностно активного электролита на изменение формы электрокапиллярной кривой? Какова природа этого изменения?

8. Возможна ли адсорбция поверхностно-инактивных катионов на положительно заряженной поверхности электрода?

9. Как на основании экспериментальных данных можно определить плотность заряда электрода и потенциал нулевого заряда?

10. Напишите I и II уравнения Липпмана. Какое применение в электрохимии они находят?

11. Какие сведения о двойном электрическом слое можно получить из электрокапиллярной кривой?

12. Возможна ли экспериментальная проверка I уравнения Липпмана?

13. Как определить гиббсовскую адсорбцию отдельных ионов поверхностно-неактивного электролита из электрокапиллярных измерений?

14. Представьте графически и объясните зависимость адсорбции катионов и анионов от потенциала в разбавленных эквимольных растворах KF , KCl и KJ . Каково соотношение между значениями потенциалов нулевого заряда в этих электролитах?

15. Каким образом из электрокапиллярных кривых ртутного электрода рассчитывают специфическую адсорбцию ионов?

16. Нарисуйте на одном графике электрокапиллярные кривые ртутного электрода в растворах следующих электролитов: NaF , NaJ , $NaF+TiNO_3$, $NaF+[(C_3H_7)_4N]^+$.

17. За счет каких сил происходит специфическая адсорбция ионов? Приведите примеры катионов и анионов, способных к специфической адсорбции на поверхности ртути.

18. Какие электролиты называются поверхностно неактивными?

19. Как из зависимости пограничного натяжения от потенциала определяется адсорбция поверхностно-активных органических веществ?

20. Что собой представляет поверхностный избыток, найденный из результатов электрокапиллярных измерений с помощью уравнения Гиббса?

21. Как влияет специфическая адсорбция органических молекул на пограничное натяжение ртути в растворе сильного электролита?

Коллоквиум № 3 Емкость двойного электрического слоя

Контрольные вопросы

1. От чего зависит электрическая емкость межфазной границы металл/раствор?

2. В чем различие дифференциальной и интегральной емкости двойного электрического слоя (ДЭС)? Выведите соотношение между ними. Какую из этих величин и почему используют для изучения строения границы?

3. Что называется током заряжения?

4. Какое различие между поляризационной емкостью электрода, псевдоемкостью и емкостью ДЭС?

5. Покажите, при каких условиях эквивалентную электрическую схему измерительной электрохимической ячейки можно представить в виде последовательного соединения емкости двойного слоя на исследуемом электроде и сопротивления раствора?

6. Какую информацию о строении ДЭС можно получить из кривых дифференциальной емкости?

7. Объясните влияние потенциала и концентрации электролита на дифференциальную емкость.

8. Как из зависимости дифференциальной емкости от потенциала определяется потенциал нулевого заряда?

9. Каким образом из кривых дифференциальной емкости можно определить плотность заряда электрода и работу обратимого образования единицы поверхности? Какие экспериментальные данные для этого необходимы?

10. Почему потенциал минимума на кривой дифференциальной емкости не совпадает с потенциалом нулевого заряда в присутствии специфически адсорбирующихся ионов?

11. Правильно ли утверждение, что потенциал минимума на С,Е-кривых соответствует потенциалу нулевого заряда?

12. Как влияет адсорбция органических веществ на емкость двойного электрического слоя? Каковы особенности кривых дифференциальной емкости в присутствии поверхностно-активных веществ?

13. Каким образом рассчитывается адсорбция поверхностно-активных органических веществ из кривых зависимости дифференциальной емкости от потенциала?

14. Какими экспериментальными методами может быть определена емкость ДЭС? В чем преимущества метода кривых дифференциальной емкости по сравнению с методом электрокапиллярных кривых?

II. Письменные работы

1. Тест (ПР-1) (Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося) – Фонд тестовых заданий.

2. Лабораторная работа (ПР-2). (Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу) – Комплект лабораторных заданий представлен в приложении 3.

Тестовые задания для текущей проверки (ПР-1) (8 семестр)

УКАЖИТЕ НОМЕР ПРАВИЛЬНОГО ОТВЕТА

1. СПЕЦИФИЧЕСКАЯ АДСОРБЦИЯ ИОНОВ НА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЕ МЕТАЛЛ/РАСТВОР ПРОИСХОДИТ ЗА СЧЕТ СИЛ

- 1) Ван-дер-Ваальса
- 2) кулоновских
- 3) химических
- 4) химических и Ван-дер-Ваальса

2. ЗНАК ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРОДА ПО РАЦИОНАЛЬНОЙ (ПРИВЕДЕННОЙ) ШКАЛЕ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ЗНАКОМ

- 1) заряда специфически адсорбирующихся ионов
- 2) ψ_1 - потенциала
- 3) заряда электрода
- 4) заряда ионов в двойном электрическом слое

3. ЭЛЕКТРОД, НА КОТОРОМ ОТСУТСТВУЕТ ОБМЕН ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЗАРЯДАМИ МЕЖДУ ФАЗАМИ, НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) обратимым

- 2) необратимым
- 3) идеально-поляризуемым
- 4) идеально-неполяризуемым

4. ПОТЕНЦИАЛ, СООТВЕТСТВУЮЩИЙ МАКСИМУМУ ЭЛЕКТРОКАПИЛЛЯРНОЙ КРИВОЙ, ОТВЕЧАЕТ ПОТЕНЦИАЛУ НУЛЕВОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОДА В ЭЛЕКТРОЛИТЕ

- 1) индифферентном
- 2) поверхностно-активном
- 3) любом
- 4) симметричном

5. ЭЛЕКТРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, ПРИ КОТОРОМ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА НЕТ СВОБОДНЫХ ЗАРЯДОВ, НАЗЫВАЕТСЯ ПОТЕНЦИАЛОМ

- 1) стандартным
- 2) стационарным
- 3) нулевого заряда
- 4) приведенны

6. ЕСЛИ КОНЦЕНТРАЦИЯ ЧАСТИЦ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ПО МЕРЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ К ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ФАЗ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ, ТО АДСОРБЦИЯ НАЗЫВАЕТСЯ

- 1) электростатической
- 2) специфической
- 3) положительной
- 4) отрицательной

7. ГИББСОВСКАЯ АДСОРБЦИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ВЕЛИЧИНОЙ

- 1) всегда положительной
- 2) всегда отрицательной
- 3) как положительной, так и отрицательной

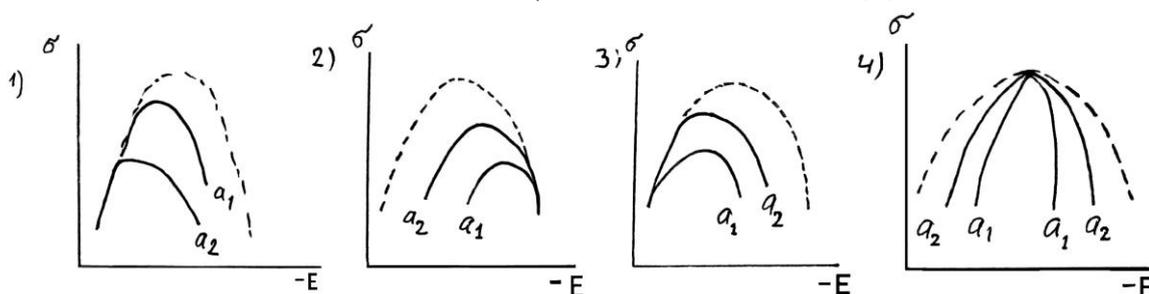
8. ПРИЧИНОЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СКАЧКА ПОТЕНЦИАЛА НА ГРАНИЦЕ МЕТАЛЛ/РАСТВОР ЭЛЕКТРОЛИТА ЯВЛЯЕТСЯ

- 1) образование диффузионного слоя
- 2) образование двойного электрического слоя
- 3) омическое падение напряжения в растворе
- 4) различная подвижность катионов и анионов электролита

9. ОБРАЗОВАНИЕ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ НА ГРАНИЦЕ РТУТЬ/РАСТВОР ФТОРИДА НАТРИЯ ПРИ БОЛЬШОМ ПОЛОЖИТЕЛЬНО ЗАРЯДЕ ЭЛЕКТРОДА ПРОИСХОДИТ ЗА СЧЕТ

- 1) электростатической адсорбции анионов
- 2) специфической адсорбции анионов
- 3) специфической адсорбции катионов
- 4) электростатической адсорбции катионов

10. ГРАФИКИ ЗАВИСИМОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ РТУТИ ОТ ПОТЕНЦИАЛА В РАСТВОРАХ $\text{NaF} + \text{Tl}^+$ С РАЗЛИЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ КАТИОНОВ ТАЛЛИЯ ($a_1 < a_2$) ИМЕЮТ ВИД



Правильный ответ: _____

Лабораторные работы (8 семестр)

Занятие 1. Лабораторная работа №1. Вводная беседа. Инструктаж по технике безопасности. Введение. Электрохимия. Предмет, задачи и методы электрохимии. Электрохимические ячейки и электроды Особенности проведения электрохимического эксперимента. Изучение принципа работы электрохимической аппаратуры. Знакомство с программным обеспечением электрохимического оборудования. Приготовление растворов, их электрохимическая очистка и подготовка электродов (6 час).

Цель занятия: познакомить студентов с лабораторным оборудованием, ознакомить с техникой безопасности, ведение лабораторного журнала.

Метод: Работа в группе.

Ход занятия: Студенты выполняют работу по приведенным в методических указаниях методикам.

Занятие 2, 3. Лабораторные работы № 2, 3. Метод кривых заряжения (12 часов).

Лабораторная работа № 2 Кривые заряжения гладкого платинового электрода (6 час),

Предварительная подготовка электродов для удаления с поверхности электрода случайных загрязнений и поглощенного кислорода, присутствие

которого замедляет установление равновесия гладкого платинового электрода. Знакомство с методикой автоматического снятия кривых заряжения на гладких электродах для определения их истинной поверхности.

в том числе с использованием интерактивного метода обучения – моделирование процессов и ситуаций с их обсуждением (7 час)

Лабораторная работа № 3 Кривые заряжения платинированного платинового электрода (6 час).

Платинированный платиновый электрод предварительно очищают путем его катодно-анодно-катодной поляризации. Пока проводится очистка электрода, следует тщательно промыть и собрать ячейку для снятия кривых заряжения. Проведение катодной поляризации электрода и дегазации рабочего пространства ячейки аргоном. По указанию преподавателя снять следующие кривые заряжения:

1) анодную и катодную кривые в интервале потенциалов $E_r = 0,03-0,35$ В;

2) после возвращения к потенциалу 0,03 В и проверки его стабильности (при разомкнутой цепи) снять анодную кривую в интервале потенциалов 0,03 - 0,75 В. При достижении величины $E_r = 0,75$ В изменить направление тока на катодное и дойти до $E_r = 0,4$ В, переключить ток на анодный и дойти до $E_r = 0,6$ В, опять включить катодный ток и т.д. снимать “пилообразную” кривую заряжения (0,6-0,4 В), отмечая по секундомеру время, за которое происходит изменение потенциала в интервале 0,4-0,6 В и наоборот. Кривые попеременной катодно-анодной поляризации снимают до тех пор, пока $t_k = t_a$ (см. рис.3).

3) полную анодную и катодную кривые заряжения в интервале потенциалов $E_r = 0,03 - 1,46$ В.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты самостоятельно, с использованием методических указаний выполняют задание.

Задание на дом: Классификация катионов по различным схемам систематического анализа. Оформление лабораторного журнала.

Занятие 4. Лабораторная работа № 4. Определение состояния поверхности различных электродов потенциодинамическим методом (6 час)

Цель занятия: познакомить студентов с потенциодинамическим методом исследования электродов.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Платиновый электрод предварительно очищают путем его катодно-анодно-катодной поляризации, подготавливают ячейку и после установления стационарного потенциала снимают циклическую потенциодинамическую кривую, для чего потенциал изменяют от

стационарного значения потенциала в интервале от -0.2 В до +1.45 В, со скоростями (Scan rate) 20, 40, 60 и 80 мВ/с.

Написание программы электрохимического эксперимента для лабораторной работы «Потенциодинамический метод изучения состояния поверхности электродов» основано на корректировке процедуры Cyclic voltammetry potentiostatic (циклическая развертка по потенциалу).

По водородной области потенциодинамической зависимости рассчитать количество адсорбированных атомов водорода, истинную поверхность электрода и фактор шероховатости.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Лабораторная работа №5. Перенапряжение реакции выделения водорода на металлах (*платинированном платиновом и медном электродах*) (6 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методом поляризационных измерений и интерпретации полученных данных.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: В работе большое внимание должно быть уделено предварительной подготовке электродов, которая необходима не только для удаления с поверхности электрода случайных загрязнений, но и удаления поглощенного кислорода, присутствие которого замедляет установление равновесия. Снимают поляризационные кривые в прямом (катодном) направлении. Для этого измеряют потенциалы при силе катодного тока: $2 \cdot 10^{-5}$, $4 \cdot 10^{-5}$, $6 \cdot 10^{-5}$, $8 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $2 \cdot 10^{-4}$, $4 \cdot 10^{-4}$, $6 \cdot 10^{-4}$, $8 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $2 \cdot 10^{-3}$, $4 \cdot 10^{-3}$, $6 \cdot 10^{-3}$, $8 \cdot 10^{-3}$ при малых скоростях развертки. Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltammetry Galvanostatic). В работе стоит задача задать развертку с такой скоростью (Scan rate), чтобы от $2 \cdot 10^{-5}$ А до $4 \cdot 10^{-5}$ А ток проходил за 3-4 минуты.

Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltammetry Galvanostatic). По полученным зависимостям рассчитать коэффициенты уравнения Тафеля.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Лабораторная работа № 7. Перенапряжение реакции выделения водорода на металлах (*золотом и серебряном электроде*) (6 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методом поляризационных измерений и интерпретации полученных данных.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: В работе большое внимание должно быть уделено предварительной подготовке электродов, которая необходима не только для

удаления с поверхности электрода случайных загрязнений, но и удаления поглощенного кислорода, присутствие которого замедляет установление равновесия. Снимают поляризационные кривые в прямом (катодном) направлении. Для этого измеряют потенциалы при силе катодного тока: $2 \cdot 10^{-5}$, $4 \cdot 10^{-5}$, $6 \cdot 10^{-5}$, $8 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $2 \cdot 10^{-4}$, $4 \cdot 10^{-4}$, $6 \cdot 10^{-4}$, $8 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $2 \cdot 10^{-3}$, $4 \cdot 10^{-3}$, $6 \cdot 10^{-3}$, $8 \cdot 10^{-3}$ при малых скоростях развертки. Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltametry Galvanostatic). В работе стоит задача задать развертку с такой скоростью (Scan rate), чтобы от $2 \cdot 10^{-5}$ А до $4 \cdot 10^{-5}$ А ток проходил за 3-4 минуты.

Для этого необходимо написать программу изменения потенциала от тока (стандартная процедура Linear Sweep Voltametry Galvanostatic). По полученным зависимостям рассчитать коэффициенты уравнения Тафеля.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятие № 8. *Лабораторная работа № 8.* Измерение электрохимического импеданса (6 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с основными реакциями анионов.

Метод: Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты выполняют работу индивидуально по приведенным в методических указаниях методикам.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятия 9. *Лабораторные работы № 9.* Подбор электрохимической ячейки по результатам импедансных измерений (6 часов).

Цель занятия: познакомить студентов с методами подбора электрохимической ячейки. Работа по индивидуальному заданию.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы. Просмотр полученного импедансного спектра осуществляется с помощью программы ZView подбираем ячейку с использованием программы CorrWare.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятие №10. *Лабораторная работа №10.* Измерение электрохимического импеданса *индивидуальных образцов* (6 часов).

Цель занятия: научить студентов проводить определение электрохимического импеданса образцов, полученных в ходе выполнения курсовых работ.

Метод: Исследовательский. Работа в группах по заданию.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Задание на дом: Подготовка отчета.

Занятие № 11. Лабораторная работа № 11. Подбор электрохимической ячейки по результатам импедансных измерений индивидуальных образцов (6 часов).

Цель занятия: научить студентов способам подбора электрохимических ячеек по результатам импедансных измерений индивидуальных образцов

Метод: Исследовательский. Работа в группах по результатам прошлого занятия.

Ход занятия: Студенты получают у преподавателя индивидуальную задачу. Проводят самостоятельно определение, ознакомившись предварительно с методическими указаниями и разобрав с преподавателем ход выполнения работы.

Задание на дом: Подготовка сообщения о полученных результатах

Занятие № 12. Заключительное занятие. Презентация докладов по полученным результатам, проведение тестирования.

Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке

I. Оценка устных ответов:

Отметка "Отлично"

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

Отметка "Хорошо"

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.