

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в электроаналитическую химию
для студентов направления подготовки

04.03.01 Химия

ОП «Аналитическая химия»

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- ознакомление студентов специализации с теоретическими основами электрохимии и принципами применения классических и современных электроаналитических методов при исследовании различных систем;
- привитие студентам навыков проведения электрохимических экспериментов, сопряженных с использованием электрических приборов, которые задают и регистрируют постоянную или переменную разность потенциалов и соответствующий ток;
- ознакомление с основными методами электрохимического анализа, получение навыков математической обработки полученных результатов.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление с основными понятиями электрохимической термодинамики и кинетики;
- свободное владение суммой теоретических знаний в области химии растворов электролитов, строения двойного электрического слоя, термодинамики электрохимических цепей и кинетики электродных процессов;
- освоить приемы количественного анализа используемые в электрохимии;
- подробно рассмотреть основные методы электрохимического анализа: потенциометрию, кондуктометрию, кулонометрию, электрогравиметрию, вольтамперометрию (полярографию).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Место дисциплины в структуре ООП:

дисциплина реализуется в Блоке 1, в части, формируемой участниками образовательных отношений;

изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины:

4 единицы, 144 часа.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: фундаментальных разделов физики и математики, физической химии, аналитической химии, основ пользования вычислительной техникой, умение использовать программное обеспечение компьютеров для математической обработки экспериментальных результатов, овладение основами общей и неорганической химии, аналитической химии, физической химии, строения вещества.

Целью дисциплины «Электрохимические методы анализа» является ознакомление студентов специализации с теоретическими основами электрохимии и принципами применения классических и современных электроаналитических методов при исследовании различных систем. В начале лекционного курса достаточно подробно излагаются необходимые для понимания этих методов основные понятия электрохимической термодинамики и кинетики. В рамках курса рассматриваются свойства растворов электролитов, строение двойного электрического слоя, термодинамика электрохимических цепей и кинетика электродных процессов. Далее подробно рассматриваются основные методы электрохимического анализа: потенциометрия, кондуктометрия, кулонометрия, электрогравиметрия, вольтамперометрия (полярография). Также уделяется внимание наиболее часто используемым современным методам электрохимического анализа – циклической вольтамперометрии, импульсной и квадратно-волновой вольтамперометрии, хронокулонометрии. Целью дисциплины является также привитие студентам навыков проведения электрохимических экспериментов, сопряженных с использованием электрических приборов, которые задают и регистрируют постоянную или переменную разность потенциалов и соответствующий ток. В рамках лабораторного практикума студенты более подробно знакомятся с основными методами

электрохимического анализа, а также получают навыки математической обработке полученных результатов.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Аналитическая химия,
Общая и неорганическая химия,
Физическая химия,
Органическая химия.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)	З-ПК-1: -способы получения научно-технической информации в области химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций) У-ПК-1: -проводит первичный поиск информации по заданной тематике, в том числе, с использованием баз данных; - систематизировать научно-техническую информацию на русском и иностранном языках по заданной тематике; -анализировать научно-техническую информацию для решения конкретной задачи В-ПК-1: системой фундаментальных химических понятий и законов
ПК-2	Способен использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов	З-ПК-2: -основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; У-ПК-2: -выбирать и использовать современную инструментальную базу и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации;

		- использовать фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; - планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР В-ПК-2: - навыком подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИР; - навыком выбора технических средств и методов анализа (из набора имеющихся) для решения поставленных задач на лабораторных занятиях и задач НИР
--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование исследовательского и критического мышления, культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для развития исследовательского и критического мышления, формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебно-исследовательскую деятельность (учебные исследовательские задания, курсовые работы, НИРС).
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (В15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий,

		требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование исследовательского и критического мышления, культуры умственного труда (B16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин "Научно-исследовательская работа", "Методы и методология биологических исследований", "Концепции биологического образования" для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания, организацию самостоятельной работы обучающихся.
Профессиональное воспитание	формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских

		заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование ответственности и аккуратности в работе с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты (B33);	.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и наноэлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Физические методы исследования», «Спектральные методы анализа», «Введение в хроматографические методы анализа», «Введение в электроаналитические методы анализа» «Экспериментальная учебно-исследовательская работа», для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами и на

		оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ; 2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур (спецсеминар)», Производственной практики “Научно-исследовательская работа” для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия
--	--	--

		требованиям к эффективным и прогрессивным специалистам, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
Профессиональное и трудовое воспитание	-формирование ответственности и аккуратности в работе, связанной с проведением химического анализа конкретных объектов (растворов, газовых сред, фармацевтических субстанций, продукции различных отраслей промышленности и пр.) с привлечением современной инструментальной исследовательской базы (В34);	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин “Введение в хроматографические методы анализа”, “Физические методы исследования”, “Основы спектроскопических методов анализа”, “Введение в электрохимические методы анализа”, “Методы разделения и концентрирования”, “Химическая технология” для: -формирования навыков соблюдения мер безопасности при работе с реагентами разных классов опасности на современном научно-исследовательском оборудовании, позволяющем проводить высокоточный качественный и количественный химический анализ; - формирования навыков ответственной работы с использованием современной инструментальной аналитической базы; -формирования мотиваций в освоении разнообразной современной инструментальной базы химического анализа; -формирования мотиваций к научно-исследовательской работе в области химических наук.

5. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), 108 академических часов.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Контактная работа обучающихся с преподавателем	64
Аудиторная работа (всего):	64
<i>в том числе:</i>	
лекции	32
семинары, практические занятия	16
лабораторные работы	16
Промежуточная аттестация	
<i>в том числе:</i>	
экзамен	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	8
Всего (часы):	108
Всего (зачетные единицы):	3

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)				
		Очная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Раздел 1. Введение. Электрохимические методы анализа, их роль в аналитической химии	2	1			2
1.1.	Тема1. Электрохимические параметры	1				1
1.2.	Тема 2. Электрохимические реакции	1	1			1
2.	Раздел 2. Теоретические основы электрохимии	3	2			1
2.1	Тема 3. Двойной электрический слой	1				1
2.2	Тема 4. Термодинамика электрохимических реакций	1	1			
2.3	Тема 5. Кинетика электрохимических реакций	1	1			
3.	Раздел 3. Потенциометрические методы	5	2	4		1
3.1	Тема 6. Прямая потенциометрия	2	1	4		1
3.2	Тема 7. Потенциометрическое титрование	2	1			

4.	Раздел 4. Кондуктометрия	5	4	4		1
4.1	Тема 8. Прямая кондуктометрия	2	1			
4.2	Тема 9. Кондуктометрическое титрование	2	2	4		
4.3	Тема 10. Бесконтактная кондуктометрия	1	1			1
5.	Раздел 5. Электрогравиметрический метод анализа	5	2	4		1
5.1.	Тема 11. Законы Фарадея	2	1	4		
5.2.	Тема 12. Условия проведения электролиза	3	1			1
6	Раздел 6. Кулонометрия	5	2	4		1
6.1	Тема 13. Потенциостатическая кулонометрия	3	1	4		
6.2	Тема 14. Гальваностатическая кулонометрия	2	1			1
7.	Раздел 7. Вольтамперометрия	7	3			1
7.1	Тема 15. Классическая полярография	3	3			
7.2	Тема 16. Амперометрическое титрование	1	1			
7.3	Тема 17. Современные разновидности вольтамперометрии	3	1			1
	Итого за 7 семестр:	32	16	16		8

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1. Введение. Электрохимические методы анализа, их роль в аналитической химии	
1.1.	Тема 1. Электрохимические параметры	Электрохимические методы обнаружения и определения, их роль в аналитической химии. Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимические реакции и их особенности. Влияние двойного электрического слоя на параметры электродного процесса. Возможность использования явлений в двойном электрическом слое в аналитических целях.
1.2.	Тема 2. Электрохимические реакции	Отличие электрохимической реакции от химической. Электрохимическая цепь. Перенапряжение. Поляризация и виды поляризующих напряжений. Классификация электрохимических

		методов анализа. Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов. Диффузия, миграция, изменения состава исследуемого раствора.
2.	Раздел 2. Теоретические основы электрохимии	
2.1	Тема 3. Двойной электрический слой	Двойной электрический слой. Модели двойного электрического слоя. Толщина двойного электрического слоя. Влияние структуры двойного электрического слоя на скорость реакции переноса заряда. Зависимость ток-потенциал. Заряжение двойного электрического слоя.
2.2	Тема 4. Термодинамика электрохимических реакций	Термодинамика электрохимических реакций. Стандартный потенциал. Формальный потенциал. Характеристические потенциалы электроаналитических методов. Термодинамика переноса ионов между двумя фазами.
2.3.	Тема 5. Кинетика электрохимических реакций	Кинетика электрохимических реакций. Зависимость между плотностью тока и потенциалом в стационарных условиях. Скорость, контролируемая стадией переноса заряда. Влияние массопереноса на кинетику электродных процессов. Обратимость, квазиобратимость, необратимость. Влияние структуры двойного электрического слоя на скорость реакции переноса заряда. Зависимость ток-потенциал. Заряжение двойного электрического слоя. Фарадеевский ток.
3	Раздел 3. Потенциометрические методы	
3.1	Тема 6. Прямая потенциометрия	Потенциометрия в отсутствие тока и с использованием поляризованных электродов. Электрохимические цепи с переносом и без переноса. Электродные системы. Классификация электродов, их устройство и характеристики. Диффузионный потенциал и измерение ЭДС. Прямая потенциометрия – рН-метрия и ионометрия. Различия в механизме переноса для твердых и жидкофазных мембран, параметры селективности. Унифицированная модель уравнения мембранного потенциала. Классификация ионселективных электродов и их практическое применение

3.2	Тема 7. Потенциометрическое титрование	Потенциометрическое титрование с одним поляризованным электродом. Титрование обратимых и необратимых редокс-систем. Титрование в неводных средах. Способы обнаружения конечной точки титрования. Требования, предъявляемые к индикаторным реакциям, при дифференцированном титровании нескольких компонентов смеси. Метод непрерывного титрования (проточная потенциометрия).
4	Раздел 4. Кондуктометрия	
4.1	Тема 8. Прямая кондуктометрия	Перенос электрического заряда и проводимость. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Удельная и эквивалентная электропроводность, их связь с концентрацией электролита. Подвижность ионов. Закон Кольрауша. Мост переменного тока и его принципиальная схема. Электрохимические ячейки, используемые в кондуктометрии. Электропроводность в воде, водно-органических и неводных средах. Особенности прямых и титриметрических методов кондуктометрии при переменном токе низкой и высокой частоты. Эквивалентные электрические схемы. Практическое применение кондуктометрии.
4.2	Тема 9. Кондуктометрическое титрование	Реакции, лежащие в основе кондуктометрического титрования. Способы и условия осуществления КТТ. Определение точки эквивалентности. Разновидности кривых кондуктометрического титрования.
4.3	Тема 10. Бесконтактная кондуктометрия	Высокочастотное титрование. Емкостная и индуктивная кондуктометрические ячейки.
5	Раздел 5. Электрогравиметрический метод анализа	
5.1	Тема 11. Законы Фарадея	Теоретические основы метода. Законы Фарадея. Выход по току. Порядок разрядки ионов на электродах. Поляризация. ЭДС поляризации. Напряжение разложения. Перенапряжение, рекомбинационная теория Тафеля и теория замедленного разряда Фрумкина. Схема установки для электролиза. Внутренний электролиз.
5.2	Тема 12. Условия проведения электролиза	Физические и химические условия проведения электролиза. Условия раздельного выделения металлов при электролизе. Практическое применение метода.

6	Раздел 6. Кулонометрия	
6.1	Тема 13. Потенциостатическая кулонометрия	Теоретические основы кулонометрических методов анализа и их классификация. Потенциостатическая и амперостатическая (гальваностатическая) кулонометрия, условия выполнения этих вариантов кулонометрического метода. Эффективность тока (выход по току) и ее определение. Методы обнаружения момента завершения электрохимической и химической реакции. Определение количества электричества, прошедшего через ячейку в процессе электролиза.
6.2	Тема 14. Гальваностатическая кулонометрия	Преимущества и ограничения кулонометрических методов анализа. Определение электроактивных и электронеактивных компонентов. Способы генерирования кулонометрических титрантов. Практическое применение метода.
7	Раздел 7. Вольтамперометрия	
7.1	Тема 15. Классическая полярография	Сравнительные характеристики полярографического и электрогравиметрического методов анализа. Теория классической полярографии. Основные закономерности диффузионной кинетики. Линейная и сферическая диффузии – стационарная и нестационарная. Взаимосвязь параметров с полезным сигналом. Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадеевские и нефарадеевские токи. Аналитический сигнал и помеха. Критерии диффузионного контроля аналитических процессов. Влияние помех на полезный сигнал. Миграционные, конвекционные и емкостные токи. Максимумы на вольтамперных кривых. Влияние на поляризационные кривые предшествующих и последующих химических реакций, адсорбционные процессы. Применение на практике полярографических методов анализа
7.2	Тема 16. Амперометрическое титрование	Условия проведения амперометрического титрования. Виды кривых амперометрического титрования.
7.3	Тема 17. Современные разновидности вольтамперометрии	Нормальная прямоугольная импульсная полярография. Реверсионная импульсная вольтамперометрия. Инверсионная вольтамперометрия. Циклическая вольтамперометрия. Преимущества и недостатки данных методов. Амперометрические варианты

		вольтамперометрии. Амперометрия с одним и двумя поляризованными электродами. Вращающийся и вибрирующий твердые электроды. Зависимость величины диффузионного тока от концентрации деполяризатора для вращающегося дискового электрод. Применение дисковых электродов в электрохимических исследованиях и химическом анализе. Заключение: развитие и совершенствование электрохимических методов.
--	--	---

Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1. Введение. Электрохимические методы анализа, их роль в аналитической химии	
1.1.	Тема 1. Электрохимические параметры	Электрохимические методы обнаружения и определения, их роль в аналитической химии. Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимические реакции и их особенности. Влияние двойного электрического слоя на параметры электродного процесса. Возможность использования явлений в двойном электрическом слое в аналитических целях.
1.2.	Тема 2. Электрохимические реакции	Отличие электрохимической реакции от химической. Электрохимическая цепь. Перенапряжение. Поляризация и виды поляризующих напряжений. Классификация электрохимических методов анализа. Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов. Диффузия, миграция, изменения состава исследуемого раствора.
2.	Раздел 2. Теоретические основы электрохимии	
2.1	Тема 3. Двойной электрический слой	Двойной электрический слой. Модели двойного электрического слоя. Толщина двойного электрического слоя. Влияние структуры двойного электрического слоя на скорость реакции переноса заряда. Зависимость ток-потенциал. Зарядение двойного электрического слоя.
2.2	Тема 4. Термодинамика электрохимических реакций	Термодинамика электрохимических реакций. Стандартный потенциал. Формальный потенциал.

		Характеристические потенциалы электроаналитических методов. Термодинамика переноса ионов между двумя фазами.
2.3.	Тема 5. Кинетика электрохимических реакций	Кинетика электрохимических реакций. Зависимость между плотностью тока и потенциалом в стационарных условиях. Скорость, контролируемая стадией переноса заряда. Влияние массопереноса на кинетику электродных процессов. Обратимость, квазиобратимость, необратимость. Влияние структуры двойного электрического слоя на скорость реакции переноса заряда. Зависимость ток-потенциал. Заряжение двойного электрического слоя. Фарадеевский ток.
3	Раздел 3. Потенциометрические методы	
3.1	Тема 6. Прямая потенциометрия	Потенциометрия в отсутствие тока и с использованием поляризованных электродов. Электрохимические цепи с переносом и без переноса. Электродные системы. Классификация электродов, их устройство и характеристики. Диффузионный потенциал и измерение ЭДС. Прямая потенциометрия – рН-метрия и ионометрия. Различия в механизме переноса для твердых и жидкофазных мембран, параметры селективности. Унифицированная модель уравнения мембранного потенциала. Классификация ионселективных электродов и их практическое применение
3.2	Тема 7. Потенциометрическое титрование	Потенциометрическое титрование с одним поляризованным электродом. Титрование обратимых и необратимых редокс-систем. Титрование в неводных средах. Способы обнаружения конечной точки титрования. Требования, предъявляемые к индикаторным реакциям, при дифференцированном титровании нескольких компонентов смеси. Метод непрерывного титрования (проточная потенциометрия).
4	Раздел 4. Кондуктометрия	
4.1	Тема 8. Прямая кондуктометрия	Перенос электрического заряда и проводимость. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Удельная и эквивалентная электропроводность, их связь с

		концентрацией электролита. Подвижность ионов. Закон Кольрауша. Мост переменного тока и его принципиальная схема. Электрохимические ячейки, используемые в кондуктометрии. Электропроводность в воде, водно-органических и неводных средах. Особенности прямых и титриметрических методов кондуктометрии при переменном токе низкой и высокой частоты. Эквивалентные электрические схемы. Практическое применение кондуктометрии.
4.2	Тема 9. Кондуктометрическое титрование	Реакции, лежащие в основе кондуктометрического титрования. Способы и условия осуществления КТТ. Определение точки эквивалентности. Разновидности кривых кондуктометрического титрования.
4.3	Тема 10. Бесконтактная кондуктометрия	Высокочастотное титрование. Емкостная и индуктивная кондуктометрические ячейки.
5	Раздел 5. Электрогравиметрический метод анализа	
5.1	Тема 11. Законы Фарадея	Теоретические основы метода. Законы Фарадея. Выход по току. Порядок разрядки ионов на электродах. Поляризация. ЭДС поляризации. Напряжение разложения. Перенапряжение, рекомбинационная теория Тафеля и теория замедленного разряда Фрумкина. Схема установки для электролиза. Внутренний электролиз.
5.2	Тема 12. Условия проведения электролиза	Физические и химические условия проведения электролиза. Условия раздельного выделения металлов при электролизе. Практическое применение метода.
6	Раздел 6. Кулонометрия	
6.1	Тема 13. Потенциостатическая кулонометрия	Теоретические основы кулонометрических методов анализа и их классификация. Потенциостатическая и амперостатическая (гальваностатическая) кулонометрия, условия выполнения этих вариантов кулонометрического метода. Эффективность тока (выход по току) и ее определение. Методы обнаружения момента завершения электрохимической и химической реакции. Определение количества электричества, прошедшего через ячейку в процессе электролиза.
6.2	Тема 14. Гальваностатическая кулонометрия	Преимущества и ограничения кулонометрических методов анализа. Определение электроактивных и электронеактивных компонентов. Способы генерирования кулонометрических

		титрантов. Практическое применение метода.
7	Раздел 7. Вольтамперометрия	
7.1	Тема 15. Классическая полярография	Сравнительные характеристики полярографического и электрогравиметрического методов анализа. Теория классической полярографии. Основные закономерности диффузионной кинетики. Линейная и сферическая диффузии – стационарная и нестационарная. Взаимосвязь параметров с полезным сигналом. Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадеевские и нефарадеевские токи. Аналитический сигнал и помеха. Критерии диффузионного контроля аналитических процессов. Влияние помех на полезный сигнал. Миграционные, конвекционные и емкостные токи. Максимумы на вольтамперных кривых. Влияние на поляризационные кривые предшествующих и последующих химических реакций, адсорбционные процессы. Применение на практике полярографических методов анализа
7.2	Тема 16. Амперометрическое титрование	Условия проведения амперометрического титрования. Виды кривых амперометрического титрования.
7.3	Тема 17. Современные разновидности вольтамперометрии	Нормальная прямоугольная импульсная полярография. Реверсионная импульсная вольтамперометрия. Инверсионная вольтамперометрия. Циклическая вольтамперометрия. Преимущества и недостатки данных методов. Амперометрические варианты вольтамперометрии. Амперометрия с одним и двумя поляризованными электродами. Вращающийся и вибрирующий твердые электроды. Зависимость величины диффузионного тока от концентрации деполяризатора для вращающегося дискового электрод. Применение дисковых электродов в электрохимических исследованиях и химическом анализе. Заключение: развитие и совершенствование электрохимических методов.

Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела/темы дисциплины	Название лабораторной работы
1.	Раздел 3.	

	Потенциометрические методы анализа	
1.1	Тема 6. Прямая потенциометрия	Определение нитрат-ионов в растворах, растениях методом добавок и методом градуировочного графика
1.2	Тема 6. Прямая потенциометрия	Определение катионов кальция в воде, молоке и др. молочных продуктах с помощью ион-селективного электрода
1.3	Тема 6. Прямая потенциометрия	Определение железа (III) в воде, овощах и фруктах с помощью ион-селективного электрода
1.4	Тема 7. Потенциометрическое титрование	Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси.
1.5	Тема 7. Потенциометрическое титрование	Потенциометрическое титрование фосфорной кислоты с целью определения ее констант диссоциации
1.6	Тема 7. Потенциометрическое титрование	Определение смеси хлороводородной кислоты и хлорида аммония в среде ацетон-этиленгликоль
2	Раздел 4. Кондуктометрия	
2.1	Тема 8. Прямая кондуктометрия	Определение констант диссоциации уксусной кислоты и гидроксида аммония
2.2.	Тема 9. Кондуктометрическое титрование	Определение соды и щелочи в их смеси
2.3.	Тема 9. Кондуктометрическое титрование	Определение содержания металлов в растворах их солей
3	Раздел 5. Электрогравиметрический метод анализа	
3.1	Тема 10. Законы Фарадея	Электрогравиметрическое определение меди в растворе сульфата меди
3.2	Тема 10. Законы Фарадея	Определение меди в растворе методом внутреннего электролиза.
4.	Раздел 6. Кулонометрия	
	Тема 14. Гальваностатическая кулонометрия	Определение чисел переноса в растворе серной кислоты с помощью весового медного кулонометра

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Введение в электрохимические методы анализа» утвержденные ОБТ.
2. Методические рекомендации для преподавателей по дисциплине «Введение в электроаналитические методы анализа», утвержденные ОБТ.

Для самостоятельной работы, подготовки к выполнению лабораторных работ, сдачи коллоквиума, выполнения индивидуального домашнего задания, подготовке к экзамену на кафедре ОиСХ имеются в общем доступе электронные версии сборников задач, учебных пособий, методических рекомендаций, фонд оценочных средств разработаны учебные пособия и методические материалы:

А.С. Шилина, Н.Б.Эпштейн. Инструментальные методы в химическом анализе. Часть 1.: Учебное пособие/ М. НИЯУ МИФИ, 2012, -84 с.

А.С. Шилина. Электрохимические методы в аналитической химии. Учебное

пособие/Обнинск. ИАТЭ НИЯУ МИФИ. 2010, - 64 с. Учебное пособие/Обнинск. ИАТЭ НИЯУ МИФИ. 2010, - 64 с.

А.С. Шилина, В.К. Милинчук. Топливные элементы. Учебное пособие/Обнинск. ИАТЭ НИЯУ МИФИ. 2012, - 52 с.

Бурухин С.Б. Основные закономерности физико-химических процессов: Обнинск. ИАТЭ, 2001. - 173 с.

Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Введение в электроаналитическую химию» – <http://iate.obninsk.ru/node/5230>

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль 7-й семестр			
1.	Раздел 1. Введение. Электрохимические методы анализа, их роль в аналитической химии Знать: теорию электролитической диссоциации Дебая – Хюккеля ; природу неравновесных явлений в растворах электролитов; классификацию электрохимических методов анализа и их характеристику. Уметь: определять активность ионов в растворах, коэффициенты активности, рассчитывать эквивалентную и удельную электропроводности растворов; устанавливать связь электрохимического аналитического сигнала с концентрацией определяемого иона. Владеть: теоретическим материалом и	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-2 (знать, уметь, владеть)	Контрольная 1 Домашнее задание

	навыками расчета активностей и электропроводностей, концентраций определяемых ионов.		
2.	Раздел 2. Теоретические основы электрохимии Знать: теорию двойного электрического слоя; основы термодинамики гетерогенных электрохимических систем; электрохимическую кинетику Уметь: определять активность ионов в растворах, коэффициенты активности, рассчитывать эквивалентную и удельную электропроводности растворов; устанавливать связь электрохимического аналитического сигнала с концентрацией определяемого иона; Рассчитывать потенциал электрода, поляризацию и перенапряжение Владеть: теоретическим материалом и навыками расчета различных электрохимических величин	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-2 (знать, уметь, владеть)	Контрольная работа 2 Домашнее задание
3.	Раздел 3. Потенциометрические методы Знать: теоретические основы метода; уравнение Нернста, его вывод и применение; классификацию, устройство и электродную функцию	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-2 (знать, уметь, владеть)	Защита лабораторных работ, контрольная работа №1, экзамен

	индикаторных электродов и электродов сравнения; условия применения и возможности прямой потенциометрии и потенциометрического титрования. Уметь: конструировать потенциометрические ячейки для конкретных целей; проводить анализ методом прямой потенциометрии и ПТТ; рассчитывать концентрацию и содержание определяемого компонента. Владеть: приемами потенциометрического анализа.		
4.	Раздел 4. Кондуктометрия Знать: основы теории электролитов; методы расчета электропроводности сильных и слабых электролитов; теоретические основы кондуктометрического метода анализа (прямого и косвенного) Уметь: проводить кондуктометрические определения методом прямой кондуктометрии и кондуктометрического титрования, определять концентрацию и содержание определяемого компонента на основе измеренных значений электропроводности; Владеть: приемами прямой кондуктометрии;	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-2 (знать, уметь, владеть)	Защита лабораторных работ, коллоквиум

	различными видами кондуктометрического титрования, навыками определения конечной точки титрования в методе КТ.		
5.	Раздел 5. Электрогравиметрический метод анализа Знать: законы Фарадея; Физические и химические условия проведения электролиза; порядок разряда ионов на электродах; устройство электролизеров. Уметь: подготавливать электроды для электролиза, собирать соответствующие электрохимические ячейки, рассчитывать силу тока и напряжение, необходимые для электролиза; рассчитывать выход по току определяемого вещества. Владеть: навыками проведения электролиза с использованием внешнего источника постоянного тока и внутреннего электролиза	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-2 (знать, уметь, владеть)	Защита лабораторных работ, коллоквиум
6.	Раздел 6. Кулонометрия Знать: теоретические основы метода; законы Фарадея; условия проведения потенциостатической и гальваностатической кулонометрии. Уметь: использовать результаты кулонометрических измерений для расчета	ПК-1 (знать.уметь. владеть) ПК-2 (знать, уметь, владеть)	коллоквиум

	концентрации и содержания определяемого компонента. Владеть: навыками приготовления и работы с весовыми кулонометрами.		
7.	Раздел 7. Вольтамперометрия Знать: теоретические основы метода; основы прямой полярографии; современные разновидности вольтамперометрии; теор. основы амперометрического титрования. Уметь: анализировать полярограммы, на основе анализа полярограмм проводить качественный и количественный анализ исследуемых электролитов. Владеть: навыками обработки полярограмм.	ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-2 (знать, уметь, владеть)	Коллоквиум
Промежуточный контроль 7-й семестр			
Разделы 1-7		ПК-1 (знать, уметь, владеть) ПК-2 (знать, уметь, владеть)	экзамен

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

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

6.2.1. Экзамен (7 семестр)

а) типовые вопросы к экзамену

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Различные способы классификации электрохимических методов анализа.
2. Электрохимический потенциал. Условия электрохимического равновесия.
3. Электрохимические ячейки. На примере любой электрохимической ячейки вывести уравнение Нернста.
4. Механизм возникновения скачка потенциала на границе раздела двух фаз. Внутренний, внешний и поверхностный потенциалы, гальвани-потенциал.
5. Гальванический элемент. ЭДС гальванического элемента. Вывод уравнения Нернста.
6. Стандартный электродный потенциал. Стандартный электрод сравнения.

7. Стандартные электроды. Вывести уравнение, описывающее потенциал хлорид-серебряного электрода.
8. Потенциометрический метод анализа. Теоретические основы метода. Потенциал индикаторного электрода. Формальный потенциал. Классификация потенциометрических методов.
9. Классификация электродов. Функции индикаторных электродов и электродов сравнения.
10. Электроды I, II, и III-го рода.
11. Ионселективные электроды. Различные виды ионселективных электродов. Уравнения для потенциалов ионселективных электродов.
12. Устройство стеклянного электрода. Вывести уравнение, описывающее потенциал стеклянной мембраны. Достоинства и недостатки электрода.
13. Селективность ионселективных электродов. Уравнение Никольского. Коэффициент селективности.
14. Компенсационный метод измерения ЭДС.
15. Прямая потенциометрия. Основные приемы, используемые в прямой потенциометрии. Область применения метода.
16. Потенциометрическое титрование. Различные способы определения точки эквивалентности.
17. В чем сущность кондуктометрических методов анализа
18. Электропроводность растворов (удельная, эквивалентная и молярная), ее зависимость от природы электролита и растворителя, концентрации сильного и слабого электролита и от температуры.
19. Электропроводность сильных электролитов. Эффекты электрофоретического и релаксационного торможения по теории Дебая-Онзагера.
20. Электропроводность слабых электролитов.
21. Какие эффекты возникают в растворе электролита под действием тока высокой частоты.
22. С помощью каких приборов измеряется электропроводность раствора. Схема и принцип работы.
23. Прямая и косвенная кондуктометрия. Контактная и неконтактная кондуктометрия. Области применения.
24. Кондуктометрическое определение физико-химических свойств и характеристик веществ с помощью прямой кондуктометрии. Определение константы диссоциации слабой одноосновной кислоты, если табличные данные о подвижности ионов отсутствуют.
25. Кондуктометрическое титрование. Виды реакций, лежащих в основе кондуктометрического титрования. Вид кривых титрования.
26. Высокочастотное титрование
27. Электрогравиметрический метод анализа. Сущность метода. Теоретические основы.
28. Порядок разрядки ионов на электродах при электролизе.
29. Явление поляризации. ЭДС поляризации. Напряжение разложения.
30. Перенапряжение. Перенапряжение водорода. Теория замедленного разряда и рекомбинационная теория Тафеля.
31. Условия проведения электрогравиметрического анализа. Установка. Физические условия осаждения металлов. Влияние напряжения, силы тока и плотности тока.
32. Условия раздельного выделения металлов при электролизе.
33. Внутренний электролиз.
34. Кулонометрия. Теоретические основы метода.
35. Потенциостатическая кулонометрия.
36. Гальваностатическая кулонометрия.
37. Вольтамперометрия. На чем основана. Достоинства и недостатки метода.
38. Теория классической полярографии
39. Как взаимосвязаны потенциал полуволны и предельный диффузионный ток.
40. На чем основан качественный полярографический анализ.
41. Вывод уравнения полярографической волны. Уравнение Ильковича.
42. Количественный полярографический анализ.

43. Различные приемы (методы), используемые в количественном полярографическом анализе.
44. Электроды, используемые в различных вариантах вольтамперометрического анализа.
45. Общая характеристика вольтамперометрических методов.
46. Емкостной и фарадеевский токи.
47. Нормальная прямоугольная импульсная вольтамперометрия (полярография).
48. Характеристика метода. Сравнение с классической. Преимущества.
49. Реверсивная импульсная вольтамперометрия. Сущность метода. Достоинства и недостатки.
50. Дифференциальная импульсная вольтамперометрия. Сущность метода. Достоинства и недостатки.
51. Инверсионная вольтамперометрия на стационарных электродах.
52. Циклическая вольтамперометрия.
53. Амперометрическое титрование. Теоретические основы метода. Кривые амперометрического титрования.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ (пример)

1. Различные способы классификации электрохимических методов анализа.
2. Прямая потенциометрия. Основные приемы, используемые в прямой потенциометрии. Область применения метода.
3. Нормальная прямоугольная импульсная вольтамперометрия (полярография). Характеристика метода. Сравнение с классической. Преимущества.

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

Ответ оценивается по следующим критериям:

Правильность, полнота, логичность построения ответа;

Умение оперировать специальными терминами;

Умение вывести математические соотношения в соответствии с теоретическим материалом;

Использование в ответе дополнительного материала;

Умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом.

в) описание шкалы оценивания

В основе процедуры определения уровня сформированности компетенций лежит балльно-рейтинговая оценка знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности студентов.

Уровни усвоения материала и сформированности способов деятельности	Конкретные действия студентов, свидетельствующие о достижении данного уровня
Первый меньше 60 баллов Неудовлетворительно	Результаты обучения студентов свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.
Второй от 61 до 70 баллов Удовлетворительно	Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач: воспроизводят термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы; проводят простейшие расчеты; выполняют задания по образцу (или по инструкции).
Третий от 70 до 90 баллов Хорошо	Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности по дисциплине. Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях, а именно: объясняет факты, правила, принципы; преобразует словесный

	материал в математические выражения; предположительно описывает будущие последствия, вытекающие из имеющихся данных; устанавливает взаимосвязи между составом, строением и свойствами химических веществ; проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям; самостоятельно проводит химический эксперимент по инструкции или по указанию преподавателя и описывает его результаты. применяет законы, теории в конкретных практических ситуациях; использует понятия и принципы в новых ситуациях.
Четвертый от 90 до 100 баллов Отлично	Студент способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях: ориентируется в потоке химической информации, определяет источники необходимой информации, способен анализировать ее; предлагает план проведения эксперимента или других действий; составляет схемы задачи, оценивает логику построения текста; оценивает соответствие выводов имеющимся данным; планирует и осуществляет химический эксперимент.

Допуск к экзамену по дисциплине в соответствии с принятой в ИАТЭ НИЯУ МИФИ балльно-рейтинговой системой оценки знаний студентов осуществляется при количестве набранных студентом более 35 баллов за семестр при условии выполнения всех предусмотренных учебной программой видов учебной деятельности.

За семестр студент может набрать от 35 до 60 баллов.

Минимальный балл за ответ на экзамене – 20, максимальный – 40.

Общая (итоговая по промежуточному контролю) оценка определяется по суммарному количеству баллов полученных студентом в ходе текущей в семестре учебной деятельности и результатов промежуточной аттестации (экзамена) и выглядит следующим образом:

60 – 74 балла – «Удовлетворительно»;

75 – 89 баллов – «хорошо»;

90 – 100 баллов – «отлично».

На экзамене ставится оценка в зависимости от:

Отлично	Ответ оценивается на «Отлично» при: правильном, полном и логично построенном ответе на все вопросы билета; умении оперирования специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материала; умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом; при решении экзаменационной задачи (3 вопрос экзаменационного билета)
Хорошо	Ответ оценивается на «Хорошо» при: правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки и неточности; умении оперирования специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала; умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но при этом делаются не вполне законченные выводы или обобщения; при решении экзаменационной задачи с ошибками.
Удовлетворительно	Ответ оценивается на «Удовлетворительно» при: схематичном, неполном ответе; неумении оперировать специальными терминами или их незнании; с одной грубой ошибкой

	неумении приводить примеры практического использования научных знаний, с грубыми ошибками в решенной экзаменационной задаче.
Неудовлетворительно	Ответ оценивается как «Неудовлетворительно» при: ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками; неумении оперировать специальной терминологией; неумении приводить примеры практического использования научных знаний; нерешенной экзаменационной задаче.

При неудовлетворительной оценке на экзамене, независимо от полученных в семестре баллов, выставляется итоговая оценка «Неудовлетворительно». В этом случае студент имеет право на пересдачу экзамена в соответствии с процедурой, предусмотренной положением о промежуточной аттестации ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

8.2.2. Домашние задания (расчетные задачи по основным темам курса) – самостоятельная работа

а) типовые задания (образец):

Индивидуальные домашние задания выдаются студенту в виде перечня задач, условия которых приведены в рекомендованных источниках (список обязательной и дополнительной литературы). Студент имеет право при решении задач использовать приведенные в учебной литературе или лекционном материале решения аналогичных задач. Предполагается, что при самостоятельном решении задач студент использует справочные материалы, в спокойной обстановке отрабатывает основные навыки решения типовых задач. Как правило, выдача индивидуального домашнего задания предшествует проведению коллоквиума. Выполнение индивидуального домашнего задания является обязательным и оценивается по пятибалльной системе.

Варианты индивидуальных домашних заданий по разделам 1 и 2.

Задание 1.

1. Найдите удельную электропроводность раствора, содержащего 0,1 М бромид бария и кислоту HBr; pH 0. Предельные подвижности ионов: $\lambda^0(1/2 \text{Ba}^{2+}) = 63,6 \cdot 10^{-4}$, $\lambda^0(\text{H}^+) = 350 \cdot 10^{-4}$ и $\lambda^0(\text{Br}^-) = 78,1 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2/\text{моль}$.

2. Представьте схематически электрохимические цепи, в которых самопроизвольно протекают указанные ниже реакции. Вычислите по справочным данным при 25 °С стандартные значения ЭДС элемента, изменения энергии Гиббса и константу равновесия реакции:

а) $\text{Co} + \text{Sn}^{2+} \leftrightarrow \text{Co}^{2+} + \text{Sn}$; б) $\text{Ni} + 2\text{AgCl} \leftrightarrow \text{NiCl}_2 + 2\text{Ag}$

3. Раствор, содержащий 0,75% нитрата серебра, подвергнут электролизу в аппарате Гитторфа с серебряными электродами. После электролиза в анодном пространстве обнаружено 0,291 г AgNO_3 в 30 г H_2O , на катоде осадилось 0,0756 г серебра. Вычислите числа переноса ионов серебра и NO_3^- .

4. Определите ЭДС электрохимической цепи при температуре 298 К:

$\text{Pt}, \text{H}_2 | \text{масляная кислота (0,2 М)} || \text{муравьиная кислота (1,6 М)} | \text{H}_2, \text{Pt}$

Если известны значения констант диссоциации указанных кислот соответственно $\text{pK}_a=4,821$ и $\text{pK}_a=3,752$. Приняв равными единице давления (в бар) газообразного водорода в обоих электродах и коэффициенты активности ионов.

5. Напишите полуреакции, протекающие на электродах, и суммарную реакцию при работе электрохимической цепи. Получите уравнение для ЭДС цепи. Определите стандартное значение ЭДС при 25 °С. а) $\text{Ag} | \text{Ni} | \text{NiCl}_2 | \text{AgCl}, \text{Ag}$; б) $\text{Pt} | \text{CO}_2, \text{HCOOH} | \text{H}_2\text{SO}_4 | \text{H}_2, \text{Pt}$

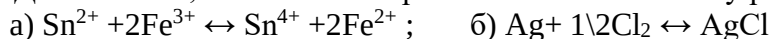
6. Электрическое сопротивление ячейки для измерения электропроводности, наполненной 0,01 М раствором хлорида калия, равно 368 Ом при 298 К. Удельная электропроводность этого раствора 0,1413 См/м. Ячейку наполняют раствором нитрата кальция, концентрация которого равна C_1 , электросопротивление $R_1=12,84$ Ом. Затем добавляют к этому раствору хлорид кальция с концентрацией C_2 , электросопротивление суммарного раствора $R_2=9,61$ Ом. Найдите концентрации C_1 и C_2 . Данные о подвижностях возьмите в справочнике.

Задание 2.

1. Рассчитайте удельную электропроводность раствора, состоящего из нитрата кальция ($C = 10^{-2} \text{ М}$) и азотной кислоты; $\text{pH } 0,5$. Предельные подвижности ионов, $\text{См} \cdot \text{м}^2/\text{моль}$: $\lambda^0(1/2 \text{Ca}^{2+}) = 59,5 \cdot 10^{-4}$, $\lambda^0(\text{H}^+) = 350 \cdot 10^{-4}$ и $\lambda^0(\text{NO}_3^-) = 71,5 \cdot 10^{-4}$.

2. При определении чисел переноса методом движущейся границы под действием тока силой $5,21 \text{ мА}$ в течение 67 мин граница между $0,1 \text{ М}$ раствором KCl и индикаторным раствором CdCl_2 прошла расстояние $4,64 \text{ см}$ вдоль трубки диаметром $0,54 \text{ см}$. Рассчитайте число переноса, электрическую подвижность и подвижность иона калия, если удельная электропроводность $0,1 \text{ М KCl}$ равна $1,29 \text{ См/м}$.

3. Представьте схематически электрохимические цепи, в которых самопроизвольно протекают указанные ниже реакции. Вычислите по справочным данным при 25°C стандартные значения ЭДС элемента, изменения энергии Гиббса и константу равновесия реакции.



4. Определите ЭДС электрохимической цепи при температуре 298 К :



Если известны значения констант диссоциации $K_d (\text{NH}_4\text{OH}) = 1,77 \cdot 10^{-5}$ и $\text{pK}_a = 4,757$. Приняв равными единице коэффициенты активности ионов.

5. Напишите электронно-ионные полуреакции, протекающие на электродах, и выражения соответствующих потенциалов для указанных ниже электродов. а) $\text{H}^+, \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{Cr}^{3+} | \text{Pt}$; б) $\text{SO}_4^{2-} | \text{PbSO}_4, \text{ Pb}$

6. Электрическое сопротивление ячейки для измерения электропроводности, наполненной $0,02 \text{ М}$ раствором хлорида калия, равно $155,5 \text{ Ом}$ при 298 К . Удельная электропроводность этого раствора $0,2765 \text{ См/м}$. Ячейку наполняют раствором нитрата кобальта (2), концентрация которого равна C_1 , электросопротивление $R_1 = 3,43 \text{ Ом}$. Затем добавляют к этому раствору второй- нитрата натрия с концентрацией C_2 , электросопротивление суммарного раствора $R_2 = 2,65 \text{ Ом}$. Найдите концентрации C_1 и C_2 . Данные о подвижностях возьмите в справочнике.

б) Оценивается успешность выполнения практического задания по следующим критериям:
правильно выстроенная логическая последовательность при решении задачи;
отсутствие ошибок при использовании теоретических соотношений при решении задач;
правильно используется размерность физических величин;
полнота и логичность изложения представленного решения задачи;
способность решить аналогичную (но более простую задачу), предложенную преподавателем при защите домашнего задания в его присутствии, либо способность вывести использованные в задаче соотношения.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальный балл за индивидуальное домашнее задание – 10. Каждая правильно решенная задача оценивается в 1 балл, в 4 баллов оценивается защита студентом работы преподавателю. Допускается, в зависимости от принятого кафедрой решения изменения баллов по формам текущего контроля.

8.2.3 Защита лабораторной работы (пример)

а) примерное типовое задание и контрольные вопросы по защите лабораторной работы (индивидуальное задание)

Тема 3.1: Прямая потенциометрия.

Лабораторная работа № 1. Определение нитрат-ионов в растворах, растениях методом добавок и методом градуировочного графика

Вопросы к занятию:

На чем основаны потенциометрические методы анализа?

Какая зависимость выражается уравнением Нернста?

Какие функции выполняют индикаторные электроды и электроды сравнения?

Как устроен нитрат-селективный электрод?
Каким уравнением описывается электродная функция нитрат-селективного электрода?
Каковы основные характеристики электродной функции нитрат-селективного электрода?
В чем заключается градуировочный метод и метод добавок?
Каким образом проводится пробоподготовка растений (овощей, фруктов) для определения в них нитратов?

Задание

Приготовить эталонные растворы, содержащие нитрат-ион.
Подготовить индикаторный электрод и электрод сравнения к работе.
Снять и описать электродную функцию нитрат-селективного электрода.
Подготовить к анализу исследуемые объекты.
Провести измерение потенциалов нитрат-селективного электрода в анализируемых растворах.
Провести вычисления содержания нитрат-иона в исследуемых образцах в мг/кг и в исследуемых растворах в мг/л.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

самостоятельность выполнения задания по лабораторной работе;
правильное оформление отчета по лабораторной работе;
правильный ответ на индивидуальное задание;
умение анализировать и обсуждать полученные результаты;
умение формулировать выводы/заключение.

Знать: основы потенциометрии (ОПК-2)

Уметь: рассчитывать концентрации определяемых веществ, исходя из полученного аналитического сигнала. (ОПК-1, ОПК-2)

Владеть: приемами потенциометрического анализа (методом градуировочного графика и методом добавок) (ОПК-2).

в) описание шкалы оценивания

Работа считается выполненной, в случае обязательного выполнения критериев 1,2. В критериях 3 - 5 допустимы недочеты, которые могут быть учтены при собеседовании студента и преподавателя. Защищенной считается работа, если студент продемонстрировал достаточный уровень понимания материала, ответил на предложенные вопросы, ответ проиллюстрировал проверенными задачами.

Студенты, пропустившие лабораторные занятия, отрабатывают их в индивидуальном порядке в соответствии с графиком консультаций преподавателя и графиком работы специализированной лаборатории.

Максимальный балл – 5 при наличии 5 критериев

8.2.4. Контрольная работа № 1.

а) типовые задания (вопросы) - образец:

пример варианта Контрольной работы №1

Раздел 3. Потенциометрические методы анализа

Темы 3.1 и 3.2 Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование

1. а) На чем основаны методы потенциометрического анализа?

- б) Из каких основных узлов состоят приборы для потенциометрического анализа?
в) Вывести уравнение Нернста через ЭДС гальванического элемента. (2 балла)

2. а) Как устроен стеклянный электрод? Вывести уравнение для потенциала стеклянной мембраны.

- б) Как устроен хлорид-серебряный электрод? Вывести уравнение для потенциала хлорид-серебряного электрода. (1 балл)
в) Каковы основные типы ионоселективных электродов? Как они устроены? Основные характеристики электродной функции. (1 балл)

3. Рассчитать значение потенциала стеклянного электрода:

- а) в нейтральном растворе;
б) в растворе с концентрацией ионов водорода 0.001 моль/л;

- в) в растворе с концентрацией гидроксид-ионов 0.001 моль/л; (2 балла)
4. Описать сущность используемого в прямой потенциометрии метода:
- а) градуировочного графика;
 - б) метода добавок;
 - в) метода концентрационного элемента. (1 балл)
5. Виды потенциометрического титрования (ПТТ). Какие индикаторные электроды для каждого вида ПТТ? (1 балл)
6. а) Какой вид кривой титрования следует ожидать при титровании пиррофосфорной кислоты $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ($\text{pK}_1 = 0.91$, $\text{pK}_2 = 2.1$, $\text{pK}_3 = 6.30$, $\text{pK}_4 = 9.32$) раствором гидроксида натрия? Как найти объем титранта в точке эквивалентности.?
- б) Какой вид кривой титрования следует ожидать при титровании фосфорной кислоты H_3PO_4 ($K_1 = 7.9 \cdot 10^{-3}$, $K_2 = 1.0 \cdot 10^{-7}$, $K_3 = 4.5 \cdot 10^{-12}$) раствором гидроксида натрия? Как найти объем титранта в точке эквивалентности.?
- в) Какой вид кривой титрования следует ожидать при титровании щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ($K_1 = 5.9 \cdot 10^{-2}$, $K_2 = 6.4 \cdot 10^{-5}$) раствором гидроксида натрия? Как найти объем титранта в точке эквивалентности? (2 балла)
7. В каких координатах строят кривые ПТТ? (1 балл)
- б) критерии оценивания компетенций (результатов):
- Оценивается успешность выполнения контрольной работы по следующим критериям:
- правильно выстроенная логическая последовательность при решении задачи;
 - отсутствие ошибок при использовании теоретических соотношений при решении задач;
 - правильно используется размерность физических величин;
 - полнота и логичность изложения теоретических вопросов;
 - способность решить аналогичную (но более простую задачу), предложенную преподавателем при защите домашнего задания в его присутствии, либо способность вывести использованные в задаче соотношения. (1 балл)
- в) описание шкалы оценивания:
- Максимальный балл за контрольную работу – 10. Каждое задание оценивается по степени сложности баллами от 1.0 до 2.0. В конце каждого из 7 заданий указан максимальный балл за это задание.

Контрольная работа № 2.

а) типовые задания (вопросы) - образец:

пример варианта Контрольной работы №2.

Раздел 4. Кондуктометрия

Темы 4.1 и 4.2 Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование

- а) Почему в кондуктометрическом методе анализа используется переменный ток? Ответ пояснить.
- б) Какие электроды используются для кондуктометрического анализа?
- в) В каких случаях необходимо определять константу кондуктометрической ячейки?
2. Уравнение Кольрауша. Физический смысл всех величин, входящих в уравнение.
3. Как влияет на электрическую проводимость:
 - а) природа электролита и растворителя;
 - б) концентрация электролита (сильного и слабого);
 - в) температура?
4. Какие эффекты возникают в растворе электролита под действием тока высокой частоты?
5. В чем сущность высокочастотного титрования и каковы особенности этого метода анализа?
6. а) Как будет выглядеть кривая титрования сильной кислоты щелочью и слабой кислоты слабым основанием при примерно равных концентрациях веществ?
- б) Как будет выглядеть кривая титрования сильного основания сильной кислотой при примерно равных концентрациях веществ?
- в) Как будет выглядеть кривая титрования смеси сильной и слабой кислоты щелочью?
7. а) Как будет выглядеть кривая комплексонометрического титрования электролита, содержащего катионы никеля и кальция, при наличии аммиачного буфера?

б) Как будет выглядеть кривая осадительного титрования?

в) Почему для кондуктометрического титрования редко применяют окислительно-восстановительные реакции?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценивается успешность выполнения контрольной работы по следующим критериям:

правильно выстроенная логическая последовательность при решении задачи;

отсутствие ошибок при использовании теоретических соотношений при решении задач;

правильно используется размерность физических величин;

полнота и логичность изложения теоретических вопросов;

способность решить аналогичную (но более простую задачу), предложенную преподавателем при защите домашнего задания в его присутствии, либо способность вывести использованные в задаче соотношения (1 балл).

в) описание шкалы оценивания:

Максимальный балл за контрольную работу – 10. Каждое задание оценивается по степени сложности баллами от 1.0 до 2.0. В конце каждого из 7 заданий указан максимальный балл за это задание.

8.2.5. Коллоквиум

а) типовые вопросы к коллоквиуму

Разделы 5 и 6. Тема: электрогравиметрический анализ и кулонометрия.

1. В чем сущность электрогравиметрического метода анализа?

2. Какие законы лежат в основе метода электрогравиметрии и кулонометрии?

3. Что такое электрохимический эквивалент вещества?

4. Какие аналитические цели достигаются с помощью электролиза?

5. Что представляет собой метод внутреннего электролиза и каковы возможности этого метода?

6. Потенциал разложения и перенапряжения.

7. Схема установки для электролиза.

8. Какое свойство измеряется при проведении кулонометрического метода анализа и как оно связано с концентрацией? Поясните смысл других членов уравнения связи в кулонометрическом методе; как находится численное значение каждого из них?

9. Сущность метода прямой кулонометрии при постоянном контролируемом потенциале.

10. Сущность метода гальваностатической кулонометрии (кулонометрическое титрование)

11. Чем различаются прямая кулонометрия и электрогравиметрия?

12. Чем обусловлена необычно высокая по сравнению с другими физико-химическими методами точность кулонометрических методов анализа?

Раздел 7. Вольтамперометрия

1. В чем сущность полярографических методов анализа?

2. Как взаимосвязаны потенциал полуволны и предельный (диффузионный) ток?

3. Как рассчитать потенциал полуволны на основании вольтамперной кривой?

4. От чего зависит величина предельного тока?

5. На чем основан качественный полярографический анализ?

6. Какие величины входят в уравнение Ильковича? Каково практическое применение этого уравнения?

7. Какие аналитические приемы используют в количественной полярографии?

8. Что представляет собой инверсионная полярография?

9. В чем сущность амперометрического титрования?

10. Какой вид имеют кривые амперометрического титрования?

11. Какова принципиальная схема полярографической установки с ртутным капаящим электродом?

12. Что такое «фоновый электролит» и для чего он применяется при полярографических измерениях? Каким требованиям он должен удовлетворять?

13. Зачем в ртутной полярографии ячейку с анализируемым раствором перед измерением продувают инертным газом? Почему это не всегда делают при работе с твердыми микроэлектродами?

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

Ответ оценивается по следующим критериям:

Правильность, полнота, логичность построения ответа;

Умение оперировать специальными терминами;

Умение вывести математические соотношения в соответствии с теоретическим материалом;

Использование в ответе дополнительного материала;

Умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом.

в) описание шкалы оценивания

На коллоквиуме ответ студента оценивается в соответствии с предлагаемой шкалой.

Отлично	Ответ оценивается на «Отлично» при: правильном, полном и логично построенном ответе на все вопросы билета; умении оперирования специальными терминами; использовании в ответе дополнительного материала; умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;
Хорошо	Ответ оценивается на «Хорошо» при: правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки и неточности; умении оперирования специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала; умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но при этом делаются не вполне законченные выводы или обобщения;
Удовлетворительно	Ответ оценивается на «Удовлетворительно» при: схематичном, неполном ответе; неумении оперировать специальными терминами или их незнании; с одной грубой ошибкой неумении приводить примеры практического использования научных знаний.
Неудовлетворительно	Ответ оценивается как «Неудовлетворительно» при: ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками; неумении оперировать специальной терминологией; неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

8.2.6. Интерактивные методы

Интерактивные методы позволяют учиться взаимодействовать между собой, включая преподавателя. Они соответствуют личностно-ориентированному подходу, предполагают коллективное обучение в сотрудничестве. Преподаватель выступает в роли организатора процесса обучения, лидера группы, организатора условий для проявления инициативы студентов.

Цель: понять взаимосвязь между рассматриваемыми явлениями, выстроить междисциплинарные логические связи, научиться сопоставлять новые факты и мнения с тем, что было изучено ранее, анализировать, формировать собственное суждение, стимулировать познавательную активность.

Задачи: научить аргументировать и толерантно вести диспут, глубже вникать в сущность новой темы, мысленно разделять материал на важнейшие логические связи; научить осмыслению логики и последовательности в изложении учебного материала, выделению в нем главных и наиболее существенных положений.

Интерактивные занятия проводятся в виде:

Мультимедийное занятие

Мультимедийное занятие является одной из форм интерактивного метода. На занятиях используются мультимедийные материалы, которые содержат презентации (при наличии короткие видео-лекции), перемежающиеся индивидуальными заданиями в виде проблемного вопроса (теста). Студентам предлагается дать ответ на задание по ходу изучения материала.

Круглый стол

При проведении круглого стола происходит обсуждение объявленной заранее темы занятия с широким вовлечением группы. Ведение круглого стола может быть поручено группе студентов, которые заранее составляют «сценарий» проведения занятия и согласовывают его с преподавателем.

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
7-й семестр			
Текущий	Контрольная точка № 1		
	Оценочное средство № 1.1 Домашнее задание №1	6	10
	Оценочное средство № 1.2 Домашнее задание №2	6	10
	Оценочное средство № 1.3 Контрольная работа №1	6	10
	Контрольная точка № 2		
	Оценочное средство № 2.1 Коллоквиум	6	10
	Оценочное средство № 2.2 Коллоквиум Защита лабораторных работ	12	20
	Промежуточный	Экзамен	
	Оценочное средство	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Система и критерии оценки знаний обучающихся соответствует п. 3.4.2. СМК-ПЛ-7.5-06 «Положения о кредитно-модульной системе НИЯУ МИФИ».

Для контроля и оценивания качества знаний студентов применяются пятибалльная (русская), стобалльная и европейская (ECTS) системы оценки качества обучения студентов. Связь между указанными системами приведена в таблице.

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Зачет	Оценка (ECTS)	Градация
90 - 100	5(отлично)	зачтено	A	отлично

85 - 89	4 (хорошо)		B	очень хорошо
75 - 84			C	хорошо
70 - 74			D	удовлетворительно
65 - 69	3(удовлетворительно)		E	посредственно
60 - 64				
Ниже 60	2(неудовлетворительно)	не зачтено	F	неудовлетворительно

В итоговую сумму баллов входят результаты аттестации разделов дисциплины и итоговой формы аттестации (зачет/экзамен). Максимальный итоговый балл всегда равен 100.

Максимальный балл за экзамен (зачет) устанавливается в интервале от 0 до 40. Разделы дисциплины оцениваются по многобалльной шкале оценок в соответствии с утвержденной структурой дисциплины.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Пример:

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Тесты по разделам проводятся на практических занятиях и включают вопросы по предыдущему разделу. Тестирование проводится с помощью СЭО «Пегас». Баллы формируются автоматической системой, переводятся в систему оценок преподавателем в соответствии с утвержденной шкалой оценивания.

Темы докладов-презентаций распределяются на первом занятии, готовые доклады сообщаются в соответствующие сроки, в соответствии с технологической картой БРС.

Устный опрос проводится на каждом практическом занятии и затрагивает как тематику прошедшего занятия, так и лекционный материал. Применяется групповое оценивание ответа или оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная учебная литература:

1. Шилина А.С., Эпштейн Н.Б. Инструментальные методы в химическом анализе. Часть 1.: Учебное пособие/ М. НИЯУ МИФИ, 2012, -84 с. (128 экз.) (Одобрено УМО НИЯУ МИФИ)
2. Практикум по физической химии. Кинетика и катализ. Электрохимия: учеб. пособ. для студентов вузов / А.В. Абраменков [и др.]; ред. В.В. Лунин, Е.П. Агеев.- М.: Академия, 2012. - 304 с.: ил. (25 экз.).
3. Основы общей и физической химии: учебное пособие для студентов вузов/ В.В. Еремин, А.Я. борщевский.- Долгопрудный: Интеллект, - 2012 -848с. : ил. (5 экз.).

4. Мудрик, Т. П. Электрохимические методы анализа : учебное пособие / Т. П. Мудрик, А. А. Исламутдинова, Л. Р. Асфандиярова. — Уфа : УГНТУ, 2021. — 94 с. — ISBN 978-5-7831-2051-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/32283>.
5. Зорькина, О. В. Введение в электрохимические методы анализа : учебное пособие / О. В. Зорькина. — Пенза : ПГУ, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-907102-77-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162287>.
5. Электрохимические методы анализа : учебное пособие / С. В. Моржухина, Е. А. Денисова, И. Н. Фадейкина, И. В. Мухина. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2019. — 90 с. — ISBN 978-5-89847-574-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154493>.

б) дополнительная учебная литература:

1. Дж. Плэмбэк. Электрохимические методы анализа. Основы теории и применение. М.: Мир, 1985.
2. А.М. Бонд. Полярографические методы в аналитической химии. М.: Химия, 1983.
3. Е.А. Мухина. Физико-химические методы анализа. Учебник для техникумов-М.: Химия, 1995.- 416 с.
4. В. И. Фадеева, Т.Н. Шеховцова, В.М. Иванов и др. Основы аналитической химии. Практическое руководство; Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высш. шк., 2001.–463с.
5. М. Отто. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Том 1. – М.: Техносфера, 2003. – 416 с.
6. Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Б.И. Подловченко и др. Практикум по электрохимии. Учеб. пособие для хим. спец. вузов. Под ред. Б.Б. Дамаскина. – М.: Высш. шк., 1991. – 288 с.
7. В.П. Васильев. Аналитическая химия. В 2кн. Кн. 2.: Физико-химические методы анализа. Уч. для студ. вузов.- 3-е изд., стереотип.- М.:Дрофа, 2000,-384с.
8. А.М. Бонд, Д. Инцельт, Х. Калерт и др. Электроаналитические методы. Теория и практика / Под ред. Ф. Шольца; Пер. с англ. под ред. В.Н. Майстренко.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.-326 с.
9. Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрия. Электрохимия. Учебное пособие для хим. фак. ун-тов. – М.: Высш. шк., 1987. -295 с.
10. В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: Пособие для вузов; Под ред. В.П. Васильева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. - 416 с.
11. Б.М. Рошкетаяев. Лабораторный практикум по курсу «Аналитическая химия». – Обнинск, ИАТЭ, 1996, -59 с.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины «Введение в электроаналитическую химию».

Для успешного освоения дисциплины студенту достаточно общедоступных интернет – ресурсов, поскольку дисциплина «Введение в электроаналитическую химию» является фундаментальной естественно – научной дисциплиной и имеет обширную библиографическую базу в поисковых системах «Yandex», «Google», «Bing».

Следует рекомендовать сайт Библиотеки Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> ,электронной библиотеки учебных материалов по химии (Электронная библиотека сайта "Chemnet"), которая представляет собой фонд информационного обеспечения учебных курсов по химии для студентов и аспирантов химического, физического и ряда других факультетов МГУ, а также абитуриентов и учащихся средней школы <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/> , www.chem.su.ru, www.chemport.ru, www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=toht, <http://www.studentlibrary.ru>

интернет ресурсы РХТУ им Д.И. Менделеева и других ведущих в области химии вузов России.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Введение в электроаналитическую химию»

Освоение программы дисциплины «Введение в электроаналитическую химию» предусматривает:

лекции (52 часов), лабораторные работы (36 часов), текущий контроль в виде выполнения домашних заданий, защиту лабораторных работ, написания контрольных работ, коллоквиумов; промежуточный контроль в виде зачета и экзамена.

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Студент должен иметь лекционную тетрадь, где оформляет конспект лекций. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Конспект лекций необходимо проработать перед следующей лекцией, поставив вопросы там, где встречаются непонятные места. Ответы на эти вопросы следует найти в рекомендованной литературе или выяснить на консультации у преподавателя. Конспект лекций необходимо дополнять вставками, особенно по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение. по подготовке к практическим занятиям Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, практическом занятии.
Индивидуальные задания	Выполнение и защита индивидуальных заданий являются одной из форм успешного изучения физической химии. Студент должен использовать знания, полученные на семинарских, лекционных и лабораторных занятиях расширяя и углубляя их. Необходимо использование справочной литературы, методических материалов, разработанных на кафедре. Выполнение индивидуальных заданий возможно во время всех видов учебных занятий: в конце лекции по прочитанному материалу, в начале семинарского занятия или при допуске к выполнению лабораторной работы. Как правило индивидуальные задания предполагают проверку базовых частей дисциплины.
Самостоятельная работа	Каждый студент должен индивидуально готовиться по темам дисциплины, читая конспекты лекций и рекомендуемую литературу. Самостоятельная работа позволяет студенту в спокойной обстановке подумать, разобраться с информацией по теме, при необходимости обратиться к справочной литературе. Внимательное чтение и повторение прочитанного помогает в полном объеме усвоить содержание темы, структурировать знания. Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась надолго, целесообразно изучать ее поэтапно - по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие

	темы, как правило, опираются на предыдущие. Именно поэтому большая часть самостоятельной работы предполагает подготовку к семинарским занятиям, выполнения рекомендованных для решения задач, подготовку к коллоквиумам, выполнению и защите индивидуального домашнего задания, а также подготовку к лабораторным работам. Для успешного выполнения этих задач каждый студент имеет возможность пользоваться разработанным на кафедре методическим обеспечением. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы. При самостоятельной работе рекомендуется конспектировать изучаемый (прорабатываемый) материал. Конспект может быть опорным, содержать лишь основные ключевые позиции, но при этом достаточным для полного ответа по вопросу. Конспект может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом. В процессе работы с учебной/научной литературой студенту рекомендуется делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана, составлять тезисы, готовить аннотации прочитанного. Наличие таких конспектов могут дать дополнительные баллы за активность.
Лабораторная работа	Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, решение задач. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях факультета. Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место,

	получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю. Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий. Для подготовки к опыту: 1. Прочтите руководство к работе. Выясните в процессе чтения, а в случае необходимости на консультации с преподавателем, какие закономерности лежат в основе расчетных формул. Ознакомьтесь со списком рекомендованной литературы. 2. Самостоятельно или с помощью учебных пособий выведите формулы, которые используются в работе. 3. Еще раз прочтите руководство, но теперь в лаборатории, имея перед глазами установку для проведения опыта. При этом уясните себе, как в особенностях конструкции установки обеспечивается выполнение условий, в которых справедливы законы и формулы, используемые в задаче. 4. Разберитесь в принципах работы измерительных приборов, с которыми имеете дело в первый раз. 5. Разберитесь в требованиях, которые надо предъявить к настройке приборов и установке в целом, чтобы обеспечить наилучшие результаты опыта. Каждым студентом должна быть заведена специальная тетрадь для выполнения лабораторных работ, в которую при подготовке заносятся краткие сведения из теории, схема опыта и т.д., а в дальнейшем полученные результаты измерений, их обработка и конечный результат. Для записи результатов измерения должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности. К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме: Отчета по выполненной лабораторной работе в качестве обязательных включает в себя следующие разделы: 1. Название работы. 2. Цель работы, оборудование. 3. Краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы. 4. Краткое описание хода работы. 5. Результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков. 6. Расчет искомой величины и ее значение. 7. Расчет ошибки измерения. 8. Окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения. 9. Выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата. При пропуске занятия данная лабораторная работа выполняется в часы самоподготовки к следующему занятию по согласованию и допуску преподавателя. По окончании работы лаборант делает отметку в тетради студента с обязательным указанием фамилии
--	--

	студента, названия работы, даты ее выполнения и ставит свою подпись. Лабораторные занятия проводятся индивидуально. Студент получает допуск на лабораторную работу при наличии конспекта и устных ответов на вопросы преподавателя. Текущий контроль знаний осуществляется по системе «зачтено – не зачтено». Лабораторные занятия проводятся по разделам курса согласно календарному плану. В начале семестра преподаватель проводит подробный разбор некоторых из выполняемых работ, чтобы подготовить студента к их выполнению. При подготовке к лабораторным работам целесообразно за несколько дней до занятия внимательно 1-2 раза прочитать нужную тему, разобраться со всеми теоретическими положениями и предстоящим экспериментом. Если возникли трудности, обратиться за помощью к учебной, справочной литературе или к преподавателю за консультацией. За день до лабораторной работы необходимо изучить методические указания к выполнению лабораторных работ и составить конспект.
Коллоквиум (защита индивидуальных заданий)	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам выносимых на коллоквиум. Подготовка к нему будет заключаться в том, что студенту надо будет повторить соответствующие темы. Если же студент чувствует пробелы в знаниях по отдельным темам или вопросам, при подготовке к коллоквиуму, ему необходимо обратиться на соответствующие разделы особое внимание.
Подготовка к экзамену (зачету)	Вопросы к экзамену выдаются студентам в электронном и распечатанном виде в начале семестра. Подготовка к экзамену требует тщательное изучение материала по теме или блоку тем, акцентирование на определениях, терминах, содержании понятий. При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, отчеты по лабораторным работам, примеры выполнения заданий, рассматриваемых на занятиях, рекомендуемую литературу. Экзамен по дисциплине «Химическая технология» проводится в устной форме по разделам, изучаемым в соответствующем семестре.

12. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных занятий. При чтении лекций по данному курсу используются мультимедийные технологии в аудиториях ИАТЭ НИЯУ МИФИ, оснащенные компьютером, экраном и проектором.
2. Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях кафедры Общей и специальной химии с использованием мультимедийного кафедрального оборудования

12.1. Перечень информационных технологий

- Компьютерное тестирование по итогам изучения разделов дисциплины.
- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).

– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

12.3. Перечень информационных справочных систем

– Консультант Плюс – Справочно-правовая система (разработчик ЗАО «Консультант Плюс»).

13. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

В разделе указываются используемые при изучении дисциплины специализированные лаборатории и кабинеты с оборудованием, компьютерные классы, лекционные аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием и т.п., имеющиеся в ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Минимально необходимый для реализации дисциплины перечень материально - технического обеспечения включает в себя:

а) аудитория для проведения лекционных занятий на 30 посадочных мест с возможностью подключения средств для проведения лекций с использованием слайд-презентаций, демонстрацией видео-клипов.

б) 3 специализированные химические лаборатории для проведения лабораторных занятий, оснащенные (ауд 3-609)

Аудитория для проведения лабораторных занятий 3-609

анализатор многоканальный Анион 4151-3 шт.;

весы ACCULAR ALC-210 аналитические-1 шт;

весы аналитические ВЛР-200-1 шт.;

вытяжные шкафы ШВ 1 шт. ;

милливольтметр рН-метр-1 шт.;

милливольтметр рН-метр РН-150 МА-1 шт;

весы аналитические RV-214-1 шт.;

термостат- 1 шт;

термошкаф WSU 100-2 шт.;

рефрактометр ИРФ 454Б2М- 1 шт;

Фотометр КФК-3КМ- 2 шт;

Термостат циркулярный водяной LT-TVC-1 шт.

- комплектом учебного лабораторного оборудования, включающим в себя необходимое приборное и химическое обеспечение учебного процесса по физической химии;
- лабораторной мебелью: столы химические, шкафы вытяжные и др.;
- приборами, необходимыми для проведения учебного эксперимента;
- стеклянной и фарфоровой химической посудой;
- необходимыми химическими реактивами;
- учебно-наглядными пособиями: Периодическая таблица Д.И. Менделеева, ряд напряжений металлов, таблица растворимости солей и т.д.

в) библиотеку (или аудиторию) с возможностью выхода в интернет для использования в процессе самостоятельной работы интернет-ресурсов.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам, содержащим (в основном) все издания основной литературы, перечисленные в рабочей программе дисциплины.

г) наличие доступа к библиотечному фонду института

д) оборудование:

14. Иные сведения и (или) материалы

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид занятия	Образовательная технология	Цель	Формы и методы
-------------	----------------------------	------	----------------

			обучения
Лекции	Технология проблемного обучения.	Усвоение теоретических знаний, развитие мышления, формирование профессионального интереса к будущей деятельности.	Лекция-объяснение, лекция-визуализация, лекция-объяснение. Проблемная лекция (круглый стол). Лекция с разбором конкретных ситуаций.
Лабораторные работы	Технология проблемного и активного обучения	Организация активности студентов в условиях, близких к будущей профессиональной деятельности, обеспечение личностно-деятельного характера усвоения знаний и коллективной творческой деятельности приобретения умений и навыков.	Репродуктивные, творчески репродуктивные методы активного обучения, проблемные и исследовательские методы.
Самостоятельная работа	Технологии концентрированного, модульного, дифференцированного обучения	Развитие познавательной самостоятельности, обеспечение гибкости обучения, развитие навыков работы с различными источниками информации, развитие умений, творческих способностей.	Индивидуальные, групповые при контроле преподавателя.
Текущий и промежуточный контроль.	Технология использования разноуровневых задач	Индивидуально-личностный подход, учитывающий различие в степени подготовки и мышления студента. Выявление уровня подготовки студента и уровня освоения материала раздела/темы.	Различают задачи и задания трех основных уровней: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно

			использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.
--	--	--	---

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практического занятия/семинара	Самостоятельная работа в аудитории под контролем преподавателя	Трудоемкость (час.)
1.	Раздел 1. Введение.	Электрохимические параметры	Реферативная работа.	15

2.	Электрохимические методы анализа, их роль в аналитической химии	Электрохимические реакции	Реферативная работа.	15
3.	Раздел 2. Теоретические основы электрохимии	Двойной электрический слой	Реферативная работа	10
		Термодинамика электрохимических реакций		16
		Кинетика электрохимических реакций		16
4.	Раздел 3. Потенциометрические методы	Прямая потенциометрия Потенциометрическое определение физико-химических свойств веществ	Реферативная работа	15
		Потенциометрическое титрование Автоматическое титрование		15
5.	Раздел 4. Кондуктометрия	Прямая кондуктометрия Кондуктометрическое определение физико-химических свойств веществ	Реферативная работа	10
		Кондуктометрическое титрование. Высокочастотное титрование		10
		Бесконтактная кондуктометрия, применение в поточных непрерывных производствах		10
6.	Раздел 5. Электрогравиметрический метод анализа	Законы Фарадея	Реферативная работа	12
		Условия проведения электролиза		12
7.	Раздел 6. Кулонометрия	Потенциостатическая кулонометрия	Реферативная работа	15
		Гальваностатическая кулонометрия		15
8.	Раздел 7. Вольтамперометрия	Классическая полярография	Реферативная работа	10
		Амперометрическое титрование		10
		Современные разновидности вольтамперометрии		12

АБСОРБЕНТ - жидкая фаза, поглощающая абсорбат в процессе абсорбции. **АБСОРБЦИЯ** – явление и процесс массообмена, заключающийся в объемном поглощении компонентов газовой фазы абсорбентом.

АДСОРБАТ – химическое соединение или смесь веществ, находящихся в адсорбированном состоянии на поверхности или в объеме пор адсорбента.

АДСОРБЕНТ – конденсированная фаза, на поверхности которой происходит адсорбция.

АДСОРБЦИЯ – поглощение вещества поверхностью твердого или жидкого сорбента.

АЛЕКВОТА – точно измеренная кратная часть образца раствора, взятая для анализа.

АЛКАЛИМЕТРИЯ – титриметрический метод количественного анализа, основанный на измерении количества щелочи, израсходованной на реакцию нейтрализации с анализируемой пробой.

АМИНОКОМПЛЕКСЫ – комплексные соединения металлов, содержащие в качестве лигандов молекулы аммиака.

АНАЛИЗ – исследование, а также его метод и процесс, имеющие целью установление одной или нескольких характеристик (состава, состояния, структуры) вещества в целом или отдельных его ингредиентов. **Атомно-абсорбционный А.** – спектральный анализ, при котором через атомный пар пробы пропускают видимые или ультрафиолетовые излучения и регистрируют его интенсивность в тех участках спектра, где лежат линии поглощения определяемых элементов.

Вольтамперометрический А. – метод качественного и количественного анализа, основанный на определении зависимости между силой тока и напряжением поляризации при электролизе раствора изучаемого вещества. **Газовольнометрический А.** – газовый анализ, при котором определяется объем газа, выделившегося при взаимодействии навески определяемого вещества со специальным реактивом.

Дисперсионный А. – совокупность методов определения размеров и распределения по размерам частиц или пор в дисперсных системах.

Дробный А. – качественный анализ, основанный на применении дробных реакций.

Иодометрический А. – титриметрический анализ, использующий в качестве тетранта раствор йода в водном растворе иодида калия, или используемый для определения содержания йода в растворе.

Качественный А. – анализ, целью которого является установление наличия в пробе тех или иных химических элементов, атомных группировок или структур.

Количественный А. – анализ, целью которого является установление количества в пробе тех или иных химических элементов, атомных группировок или структур. **Кондуктометрический А.**

– метод количественного анализа, основанный на измерении электропроводности растворов.

Нефелометрический А. – количественный анализ, основанный на измерении интенсивности света, рассеянного взвесью определяемого вещества. 2

Объемный А. – количественный анализ, при котором измеряется объем раствора реагента, требующийся для реакции с данной пробой.

Потенциометрический А. – количественный анализ, основанный на определении зависимости между электродным потенциалом и активностью компонентов, участвующих в электрохимической реакции.

Систематический А. – качественный анализ, при котором соблюдается определенный порядок разделения и последующего определения искомых ионов.

Термический А. – анализ, производимый в условиях программированного изменения температуры.

Термогравиметрический А. – анализ, основанный на одновременном измерении температуры и массы образца при его нагревании.

Титриметрический А. – совокупность методов количественного анализа, при которых содержание определяемого компонента рассчитывают по измеряемому количеству титранта, затраченного на взаимодействие с этим компонентом.

Физико - химический А. – совокупность методов анализа, при которых исследуются зависимости свойств равновесной системы от параметров состояния. элюентом и сорбентом.

АНИОН – отрицательно заряженный ион.

АНИОНИТ – ионит, обменивающийся с раствором анионами.

АНОД – электрод, с которого электроны поступают во внешнюю цепь за счет протекающих на нем процессов окисления.

АЦИДИМЕТРИЯ – титриметрический метод количественного анализа, основанный на измерении количества кислоты, израсходованной на реакцию нейтрализации с анализируемой пробой. Б

БЮРЕТКА – устройство для титрования; обычно градуированная стеклянная трубка с краником или зажимом. В ВЗВЕСИ – суспензии, в которых седиментация идет очень медленно из-за малой разницы в плотностях дисперсной фазы и дисперсионной среды.

ВОЛЬТАМПЕРОГРАММА – кривая зависимости тока электрохимической ячейки от потенциала индикаторного электрода. ВОССТАНОВИТЕЛЬ – реагент, отдающий электроны в ходе окислительно- восстановительной реакции и повышающий за счет этого свою степень окисления.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ – процесс присоединения электронов атомом, молекулой или ионом, приводящих к понижению степени окисления. З

Г ГИДРОКАРБОНАТЫ – кислые соли угольной кислоты.

ГИДРОСУЛЬФАТЫ – кислые соли серной кислоты.

ГОМОГЕНИЗАЦИЯ – совокупность методов и процессов придания однородности системы.

ГРАВИМЕТРИЯ – совокупность методов количественного анализа, основанных на измерении массы вещества. Д

ДЕПОЛЯРИЗАТОР – электрохимически активное вещество, способное восстанавливаться или окисляться на индикаторном электроде в заданном диапазоне потенциалов. ДЕСОРБАЦИЯ – удаление сортированного вещества с поверхности сорбента. ДИССОЦИАЦИЯ – распад кристалла, молекулы, радикала или иона на фрагменты, имеющие меньшую молекулярную массу.

ДИФФУЗИЯ – самопроизвольно протекающий процесс выравнивания активности атомов, молекул, ионов или коллоидных частиц в первоначально неоднородной системе, вызванный их хаотическим тепловым движением. Ж

ЖЕСТКОСТЬ – характеристика концентраций определенных примесей в растворе. Ж. воды – совокупность свойств воды, обусловленная наличием в ней катионов кальция, магния и железа (II), а также ее количественная мера, равная числу миллимолей этих катионов в литре воды.

Карбонатная Ж. воды – жесткость воды, обусловленная гидрокарбонатами кальция, магния и железа (II). Некарбонатная Ж. воды – жесткость воды, обусловленная сульфатами, хлоридами, силикатами, нитратами и фосфатами кальция, магния и железа (II). Общая Ж. воды – сумма карбонатной и некарбонатной жесткости воды. Постоянная Ж. воды – см. некарбонатная жесткость воды. З ЗАКОН – З. Авогадро – закон, согласно которому в равных объемах идеальных газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число молекул. З. Бугера-Ламберта-Бера – основной закон светопоглощения, согласно которому

оптическая плотность пропорциональна толщине поглощающего слоя и концентрации вещества в этом слое. З. Гесса – закон, согласно которому тепловой эффект химической реакции зависит только от начального и конечного состояния системы, и не зависит от пути процесса. 4 И

ИНДИКАТОРЫ – реактивы, изменяющие окраску в зоне реакции.

ИНДИФФЕРЕНТНЫЙ РАСТВОР – идеальный электропроводный раствор, электрохимические свойства которого не влияют на результирующий диффузионный ток ячейки в заданном диапазоне потенциалов.

ИОНИТ – неподвижная фаза, ионообменные вещества.

ИОНЫ – электрически заряженные частицы, возникающие при потере или присоединении электронов атомами, молекулами и радикалами. К

КАРБОНАТЫ – соли угольной кислоты.

КАТИОН – положительно заряженный ион

. КАТИОНИТ – ионит, обменивающийся с раствором катионами.

КАТОД – электрод, на который приходят электроны из внешней цепи и на котором протекают процессы восстановления.

КИСЛОТНОСТЬ – понятие, характеризующее содержание в растворе ионов водорода; количественно выражается величиной pH.

КОАГЕЛЬ – гелеобразный осадок, выпадающий в жидких средах в результате коагуляции.

КОАГУЛЯНТ – препарат, добавление которого к коллоидной или дисперсной системе вызывает коагуляцию.

КОАГУЛЯТ – осадок дисперсной фазы, выпадающий с коллоидной системы в случае ее дестабилизации.

КОАГУЛЯЦИЯ – объединение частиц дисперсной фазы коллоидной системы в более крупные агрегаты.

КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЯ - титриметрический анализ, основанный на образовании прочных соединений металлов с комплексоном, служащими титрантами. **КОНДЕНСАЦИЯ** – фазовый переход первого рода из газообразного состояния в жидкое или твердое. К. капиллярная – образование жидкой фазы в порах и капиллярах твердого сорбента при поглощении паров веществ.

КОНСТАНТА – К. диссоциации – константа равновесия реакций диссоциации. К. нестойкости комплекса – константа равновесия процесса диссоциации комплекса. К. равновесия – отношение произведения равновесных активностей продуктов, какой - либо реакции, взятых в степенях их стехиометрических коэффициентов, к аналогичному произведению для исходных веществ этой же реакции. К. скорости реакции – коэффициент пропорциональности в дифференциальном кинетическом уравнении, равной скорости реакции при концентрациях реагентов, равных 1. К. устойчивости – величина, обратная константе нестойкости комплекса.

КОНЦЕНТРАЦИЯ – форма выражения состава системы; численно равна размерному отношению количества вещества (числа молекул, массы или числа молей данного компонента) к объему всей системы.

КУЛОНОМЕТРИЯ – электрохимический метод исследования и анализа, основанный на измерении количества электричества, прошедшего через раствор при осуществлении электрохимической реакции.

ЛАКМУС – природное красящее вещество, добываемое из лишайников, используется как индикатор для определения характера среды (имеет красную окраску в кислой среде и синюю - в щелочной).

ЛИГАНД – обязательная составная часть комплексных соединений; в структуре комплексов непосредственно связан с комплексообразователем, а при образовании комплексов является донором электронных пар.

ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ – см. флуоресценция.

МОЛЕКУЛА – наименьшая электронейтральная частица простого или сложного вещества, способная к самостоятельному существованию и представляющая собой системы взаимодействующих друг с другом нуклидов и электронов.

МОЛЯЛЬНОСТЬ – число молей компонента раствора, приходящегося на 1 кг растворителя.

МОЛЯРНОСТЬ – число молей компонента в 1 л раствора.

ОКИСЛЕНИЕ – 1. Процесс взаимодействия с кислородом. 2. Процесс передачи электронов восстановителем в ходе окислительно- восстановительной реакции. **ОКИСЛИТЕЛЬ** – реагент в окислительно-восстановительной реакции, принимающий электроны.

ОСАДОК – твердый продукт осаждения.

ОСАЖДЕНИЕ – выделение дисперсной фазы из запыленных газов, дисперсий и эмульсий под действием инерционных и/или электростатических сил.

ОСМОС – диффузия растворителя через полупроницаемую мембрану, разделяющую два раствора различной концентрации или чистый растворитель и раствор.

ОСНОВНОСТЬ – число способных замещаться на металл атомов водорода в кислотах.

ПЕРЕМЕННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОТЕНЦИАЛА индикаторного электрода - амплитуда переменных импульсов, накладываемых на постоянное поляризующее напряжение.

ПЕРМАНГНАТОМЕТРИЯ – титриметрический метод определения восстановителей, при котором в качестве титранта используется раствор перманганата калия.

ПОТЕНЦИАЛ ВОЛНЫ - в классической полярографии потенциал, при котором диффузионный ток, вызванный восстановлением вещества на индикаторном электроде, достигает половины

своей максимальной величины.

ПОТЕНЦИАЛ ПИКА - потенциал окисления / восстановления, при котором наблюдается максимум диффузионного тока вещества.

ПРИЭЛЕКТРОДНАЯ ОБЛАСТЬ - область на границе индикаторный электрод - раствор, в которой происходят окислительно-восстановительные реакции. 6 Р

РАВНОВЕСИЕ – состояние системы, при котором ее параметры не зависят от времени.

Фазовое Р. – существование термически равновесных фаз в гетерогенной системе, характеризующееся минимумом энергии Гибса (при постоянных давлении и температуре).

Химическое Р. - термодинамическое равновесие в системе, при котором при постоянной температуре соблюдается равенство скоростей прямых и обратных реакций.

РАЗВЕРТКА НАПРЯЖЕНИЯ - изменение потенциала на индикаторном электроде для регистрации вольтамперограммы.

РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ ПИКОВ - расстояние между потенциалами пиков двух веществ на вольтамперограмме. Характеризует возможность раздельного проявления пиков веществ, а следовательно, возможности их определения при большой разнице в концентрациях.

РАСТВОРИМОСТЬ – свойство газообразных, жидких и твердых веществ переходить в растворенное состояние; выражается равновесным массовым отношением растворенного вещества и растворителя при данной температуре.

РАФИНИРОВАНИЕ – окончательная очистка продуктов от примесей.

РЕАКТИВ – регламентированный по составу и свойствам препарат, применяемый в аналитической химии для специфических реакций на определенные соединения или группы соединений. **Р. Грисса** – реактив, используемый для определения нитритов, с которыми он дает характерное красное окрашивание. **Групповой Р.** – реактив, образующий с некоторыми группами неорганических веществ или определенными классами органических соединений характерные продукты реакции – осадок, газ, окрашенный раствор. **Р. Неслера** – реактив, используемый для определения аммиака (красно-коричневый осадок), органических восстановителей (осадок металлической ртути) и в колориметрии.

РЕАКЦИЯ – процесс взаимодействия. **Р. нейтрализации** - реакция, в ходе которой водородный показатель реакционной среды становится равным или близким к 7. **Р. обмена** – химические реакции, протекающие без изменения степени окисления элементов и приводящие к обмену составных частей реагентов. **Окислительно-восстановительные Р.** – химические реакции, сопровождающиеся изменением степеней окисления химических элементов, входящих в состав реагентов. **Экзотермические Р.** – химические реакции, идущие с выделением тепла.

Эндотермические Р. - химические реакции, идущие с поглощением тепла.

РЕДОКСИМЕТРИЯ – группа методов титриметрического анализа, основанных на применении окислительно-восстановительных реакций.

РТУТНОЕ ДНО, хлор - серебряный электрод, насыщенный каломельный электрод - различные виды электродов сравнения. В зависимости от типа электрода сравнения изменяется потенциал пика на вольтамперограмме.

РТУТНЫЙ КАПАЮЩИЙ ЭЛЕКТРОД (РКЭ) - ртутный индикаторный электрод с естественным капанием ртути. Отличается высокой воспроизводимостью поверхности и стабильностью электрохимических параметров. 7 С

СВОЙСТВА – качественные и количественные характеристики предмета или явления.

Кислотные С. – совокупность свойств, определяющая поведение кислот в химических реакциях; главные из них – способность быть донором протонов или акцептором электронной пары. **Коллигативные С.** – свойства разбавленных растворов, зависящие только от концентрации растворенного вещества. **Основные С.** – совокупность свойств, определяющая поведение оснований в химических реакциях; главные из них – способность быть акцептором протона или донором электронной пары. **Химические С.** – совокупность электромагнитных взаимодействий между химическими элементами, приводящих к образованию равновесных устойчивых систем (молекул, ионов, радикалов). **СЕДИМЕНТАЦИЯ** – направленное движение частиц дисперсной фазы в поле действия гравитационных или центробежных сил.

СЕПАРАЦИЯ – процесс разделения дисперсных систем на фазы.

СИНЕРГИЗМ – явление, характеризующееся тем, что суммарный эффект воздействия каких-

либо факторов на объект или систему больше суммы эффектов воздействия каждого из них, взятого в отдельности.

СИНЕРЕЗИС – самопроизвольное выделение жидкости из студней или гелей, сопровождающееся уменьшением их объема за счет уплотнения пространственной структуры.

СИСТЕМЫ – определенным образом упорядоченные элементы. Гетерогенные С. – термодинамические системы, состоящие из двух или большего числа фаз. Гомогенные С. – термодинамические системы, состоящие из одной фазы. Дисперсные С. – гетерогенные системы, состоящие из дисперсионной среды и распределенной в ней дисперсной фазы с сильно развитой поверхностью контакта между ними. Коллоидные С. – дисперсные системы с размерами частиц дисперсионной фазы 10^{-7} – 10^{-10} м, равномерно распределенные в объеме дисперсионной среды.

СОЕДИНЕНИЯ Комплексные С. – химические соединения, включающие фрагменты, состоящие из центрального атома (как правило, металла), связанного со способными к самостоятельному существованию молекулами или ионами.

СОЛЬВАТАЦИЯ – взаимодействие частиц растворенного вещества с молекулами растворителя, приводящее к образованию сольватов.

СОРБЕНТ – химическое соединение или смесь веществ, поглощающее сорбат в процессе сорбции.

СОРБЦИЯ – общее название явлений и процессов массопередачи, в которых происходит поглощение твердым телом или жидкостью вещества из окружающей среды.

СПЕКТРОСКОПИЯ – наука, изучающая спектры; является основой многих методов аналитической химии.

СТАЦИОНАРНЫЙ РТУТНЫЙ ЭЛЕКТРОД – ртутный индикаторный электрод с висячей ртутной каплей, в которой производится накопление и последующее растворение вещества с регистрацией тока растворения. 8

СТЕПЕНЬ – С. диссоциации – доля продиссоциировавших частиц. С. окисления – понятие, характеризующее состояние элемента в химическом соединении и его поведение в окислительно-восстановительных реакциях; численно равна формальному заряду, который можно приписать элементу, исходя из предположения, что все электроны каждой его связи перешли к более электроотрицательному атому. С. поглощения – характеристика работы массообменного аппарата, выражаемого долей компонента, перешедшего из фазы в фазу. Т

ТИТРИРОВАНИЕ – метод и процесс определения концентрации раствора путем постепенного прибавления к нему контролируемого количества реагирующего с ним титранта до достижения конечной точки титрования. Ф

ФАЗА – совокупность тождественных по химическому составу, физическим и термодинамическим свойствам частей системы, ограниченных поверхностями раздела.

Дисперсная Ф. – фаза дисперсной системы, распределенная в объеме дисперсионной среды в виде мелких твердых частиц, капель или пузырьков.

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ – способность атомов или молекул вещества отдавать поглощенную энергию в виде «холодного» светового излучения.

ФОНОВЫЙ РАСТВОР – раствор, обладающий электропроводностью, в котором проводят анализ. Так как сам фоновый раствор может давать пики на вольтамперограмме, то фоновый раствор необходимо выбирать так, чтобы потенциал пика его значительно отличался от потенциалов пиков анализируемых веществ. В качестве фоновых растворов в полярографии применяют 1М соляную кислоту HCl , аммиачный буферный раствор 0,1М NH_4Cl , 1М хлористый калий $\text{KCl} + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ и т.д. X

ХЕМОСОРБЦИЯ – поглощение веществ жидким или твердым сорбентом с образованием химических соединений. **ХИМИЯ** – наука о составе, строении, свойствах и превращениях веществ. Аналитическая Х. – раздел химии, занимающийся исследованием состава вещества. Коллоидная Х. – раздел химии, имеющий своим предметом высокодисперсные системы и протекающие в них системы. Неорганическая Х. – раздел химии, имеющий своим предметом соединения химических элементов, за исключением большей части соединений углерода. Органическая Х. – раздел химии, имеющий своим предметом большую часть соединений углерода. Физическая Х. – наука, объясняющая химические явления и устанавливающая их закономерности на основе физических принципов.

ХРОМАТОГРАФИЯ – совокупность процессов разделения, анализа и физико- химических исследований, основанных на различии в скоростях движения концентрационных зон компонентов смесей веществ, перемещающихся в потоке подвижной фазы вдоль неподвижной.

9 Э

ЭБУЛИОСКОПИЯ – физико-химический метод исследования жидких растворов нелетучих веществ, основанный на измерении повышения температуры кипения раствора по сравнению с температурой кипения чистого растворителя.

ЭЛЕКТРОДЫ - электронно-проводящие фазы, находящиеся в контакте с электролитом.

ЭЛЕКТРОЛИЗ – химические реакции, протекающие под действием электрического тока на электродах в растворах и расплавах, а также в твердых электролитах.

ЭЛЕКТРОЛИТЫ – системы, обладающие в жидком или твердом состоянии ионной проводимостью.

ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ – количественная характеристика способности атомов химического элемента поляризовать образуемые ими ковалентные связи; выражается различным образом в зависимости от принятых теоретических предположений о структуре электронной плоскости в химических соединениях. **ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ** Молярная Э. электролита – электрическая проводимость плоского слоя раствора электролита единичной толщины, содержащего 1 моль растворенного вещества. Удельная Э. электролита – электрическая проводимость единичного объема раствора электролита единичной толщины, содержащего 1 моль эквивалентов растворенного вещества. **ЭЛЕКТРОСИНТЕЗ** – метод получения сложных химических соединений путем электролиза.

ЭЛЕКТРОФОРЕЗ – направленное движение заряженных частиц коллоидных систем в жидкой среде под действием внешнего электрического поля.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ – раздел химии, изучающий физико-химические свойства ионных систем, а также электрохимические явления, возникающие на границе раздела двух фаз с участием заряженных час

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий

предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составила:

_____ А.С. Шилина, к.х.н., доцент

Рецензент:

_____ О.А. Ананьева, доцент, к.х.н.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рассмотрена на заседании отделения
биотехнологий и рекомендована к одобрению
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ

(протокол № 9/1 от «21» 04 2023 г.)

Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ
НИЯУ МИФИ

А.А. Котляров

