



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ**

**Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук
(ИФХЭ РАН)**

Рабочая программа дисциплины

Равновесные и неравновесные свойства электролитов

по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Специальность 02.00.05 «Электрохимия»

Москва

2014 год

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины. Создание у аспирантов теоретической базы для изучения теории и методов решения задач в областях теоретической и прикладной электрохимии, что должно позволить им успешно работать в различных областях науки и техники, использующих электрохимические методы, а также в области профессионального образования.

Задачи дисциплины:

- создание углубленного представления о свойствах конденсированных систем, обладающих ионной проводимостью;
- освоение подходов для практического использования полученных знаний для анализа и совершенствования существующих и разработки новых электрохимических процессов и технологий, методов анализа состава различных сред, создания новых безопасных технологий и др.;
- изучение методов и подходов к решению разнообразных научных и прикладных проблем, связанных с электрохимией;
- обучение навыкам теоретического анализа результатов экспериментальных исследований, методам планирования экспериментов и обработки их результатов, систематизирования и обобщения как уже имеющейся в литературе, так и самостоятельно полученной в ходе исследований информации.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Настоящая дисциплина «Равновесные и неравновесные свойства электролитов» - модуль основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 02.00.05 – Электрохимия.

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин: знание разделов физической химии, относящихся к электрохимии, навыки, приобретенные на практических (лабораторных) занятиях в рамках учебных программ химических факультетов университетов или химико-технологических университетов.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: разделы физической химии, относящиеся к теории растворов.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции.

Универсальные компетенции (УК):

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).

Профессиональные компетенции (ПК)

- способность применить основные экспериментальные методы, используемые при исследованиях в области электрохимии, на практике;
- способность практического использования полученных знаний для анализа и совершенствования существующих и разработки новых электрохимических процессов и технологий, методов анализа состава различных сред, создания новых безопасных технологий и др.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов). Дисциплина читается на 1 и 2 курсе.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1	Равновесные и неравновесные свойства электролитов	108	72	36		36		Зачет	

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1	Равновесные свойства электролитов.	20		20		20
2	Неравновесные свойства электролитов.	16		16		16

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий (лекции, семинары и т.д.)
1	Равновесные свойства электролитов.	<i>Развитие представлений об электролитической диссоциации. Ион-дипольное взаимодействие в растворах электролитов. Ион-ионное взаимодействие в растворах электролитов.</i>	<i>Лекции, практические занятия в лаборатории</i>
2	Неравновесные свойства электролитов.	<i>Диффузия и миграция ионов. Удельная, эквивалентная электропроводности растворов электролитов, предельные электропроводности ионов. Числа переноса. Вязкость растворов электролитов.</i>	<i>Лекции, практические занятия в лаборатории</i>

5. Образовательные технологии

Основные виды образовательных технологий:

1. Активные образовательные технологии: лекции, семинары и практические работы.
2. Сопровождение лекций визуальным материалов в виде слайдов, подготовленных с использованием современных компьютерных технологий (программный пакет презентаций Microsoft Office Powerpoint), проецируемых на экран с помощью видеопроектора, а также результатов компьютерного моделирования поверхностных явлений и явлений переноса в электрохимических системах.
3. Проведение практических работ в научной лаборатории, участие обучаемых в научной работе и выполнении исследовательских проектов.
4. Использование специального программного обеспечения и интернет-ресурсов для обучения в ходе практических и самостоятельных работ.

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

Виды самостоятельной работы:

- с компьютером в лабораториях и в домашних условиях с доступом к ресурсам Интернет, с учебной и научной литературой по специальности;
- с лабораторным оборудованием под контролем сотрудников Института.

Форма контроля знаний: систематические обсуждения с научными руководителями по результатам освоения теоретических разделов, результатов проведенной экспериментальной работы с целью контроля успехов освоения научной дисциплины, подготовки к сдаче зачета.

Вопросы к зачету

1. Механизм образования растворов электролитов. Ионогены и ионофоры. Классификация растворов электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса: основные положения, достоинства и недостатки. Приложения теории Аррениуса.
2. Термодинамика растворов электролитов. Уравнение Гиббса–Дюгема.
3. Ион-ионное взаимодействие в растворах электролитов. Термодинамическая активность и коэффициент активности как мера межионного взаимодействия.
4. Теория Дебая–Гюккеля: основные предпосылки и допущения, представление об ионной атмосфере. Достоинства и недостатки теории Дебая-Гюккеля.
5. Ассоциация ионов в растворах. Теория Бьеррума. Представление об ионных парах. Отличие ионной пары от молекулы.
6. Современные подходы к описанию термодинамических свойств растворов электролитов.
7. Неравновесные явления в растворах электролитов. Механизмы массопереноса. Межионное взаимодействие в условиях прохождения постоянного тока через растворы электролитов: теория Дебая-Гюккеля-Онзагера.

8. Катафоретический и релаксационный эффекты. Электропроводность при больших напряжённостях электрического поля: эффект Вина. Высокочастотный эффект Дебая–Фолькенгагена.
9. Неравновесные явления в растворах электролитов. Механизмы массопереноса. Диффузия и миграция ионов. Скорость движения ионов и электрическая подвижность ионов. Уравнение Нернста–Энштейна.
10. Диффузионный потенциал. Способы определения и устранения диффузионного потенциала.
11. Удельная, молярная и эквивалентная электропроводности, их физический смысл, зависимость от концентрации сильных и слабых электролитов. Закон Кольрауша. Методы определения удельной электропроводности.
12. Особые случаи электропроводности растворов электролитов. Электропроводность расплавов и твердых электролитов.
13. Модельные представления о строении ионных жидкостей. Механизм электропроводности расплавов, самодиффузия ионов. Зависимость эквивалентной электропроводности от состава расплава.
14. Твердые электролиты. Числа переноса в твердых электролитах. Механизм зонной проводимости твердых электролитов. Суперионные проводники.
15. Числа переноса и методы их определения. Материальный баланс электролизера.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. – 2-е изд., испр. И перераб. – М.: Химия, КолосС, 2006.
- Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А., Тимонов А.М. Теоретическая электрохимия. – М.: Студент, 2013.

б) дополнительная литература:

- Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: Химия. 2001.
- Робинсон Р., Стокс Р. Растворы электролитов. М.: Изд-во иностранной литературы. 1963.
- Измайлов Н.А. Электрохимия растворов. М.: Химия. 1976.
- Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. М.: Высшая школа. 1984.
- Скорчеллетти В.В. Теоретическая электрохимия. Л.: Химия, 1974.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

НОК располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки,

предусмотренных учебным планом, а также эффективное выполнение диссертационной работы:

Аудитория для проведения лекций, оснащенная компьютером и проектором для показа слайдов компьютерных презентаций. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Инструментальная база НОК основана на центре коллективного пользования физическими методами исследования ИФХЭ РАН. В составе имеющегося оборудования ЯМР-спектрометр фирмы «Брукер»: AVANCE II DRX-600, масс-спектрометр MALDI-TOF Bruker ultraflex III, масс-спектрометр ICP-MS - Bruker Daltonics aurora M90, спектрофотометр УФ и видимой области Specord M400, ИК-спектрометр Perkin-Elmer-2000, спектрофотометр Agilent 8453, сканирующий зондовый микроскоп Solver P47 PRO, атомно-силовой микроскоп – спектрометр Force Master 402 MD, рентгено-флюороресцентный микроанализатор VRA-30, рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-6000 и многие другие приборы. Лаборатории оснащены современными приборами для физикохимического анализа.

Авторы программы:

Заведующий лабораторией Строения поверхностных слоев,

д.х.н. А.И. Данилов

с.н.с. лаборатории Строения поверхностных слоев

к.х.н. Поляков Н.А.

Программа подготовлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 883 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании секции «Электрохимия» при Ученом Совете ИФХЭ РАН (протокол № 1 от 02 декабря 2014 г.).

Председатель секции:

Заместитель директора Института
по научной работе, д.х.н.

В.Н. Андреев