



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ**

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

Рабочая программа дисциплины

Электрохимическая термодинамика

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 термодинамике электрохимических систем;
- 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 «Электрохимическая термодинамика» - 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 – химическая термодинамика, теория растворов электролитов, теория адсорбции

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 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	Электрохимическая термодинамика	108	72	36		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	Понятия и определения в электрохимической термодинамике	6		6		6
2	Равновесный потенциал	12		12		12
3	Двойной электрический слой и электрокапиллярные явления	18		18		18

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий (лекции, семинары и т.д.)
1	Понятия и определения в электрохимической термодинамике	<i>Электрод, ячейка, потенциал Гальвани, потенциал Вольта, равновесный потенциал, электродная реакция, перенапряжение, плотность тока обмена</i>	<i>Лекции, практические занятия в лаборатории</i>
2	Равновесный потенциал	<i>Термодинамические соотношения между напряжением ячейки и энергией, потенциалы системы металл/ионы металла, окислительно-восстановительные потенциалы, диффузионные потенциалы, потенциал Доннана и мембранный потенциал</i>	<i>Лекции, практические занятия в лаборатории</i>
3	Двойной электрический слой и электрокапиллярные явления	<i>Теория двойного электрического слоя, емкость двойного электрического слоя, электрокапиллярные явления, потенциал Липпмана и абсолютный потенциал,</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. Электролиз как окислительно-восстановительный процесс. Электрохимическая система. Основные типы электрохимических систем и их составные части. Классификация электродных реакций. Определение катода и анода.
2. Классификация проводников и прохождение постоянного электрического тока через проводники I и II рода. Система знаков для тока. Основные понятия электрохимии. Законы Фарадея. Число Фарадея и его физический смысл.
3. Законы Фарадея. Число Фарадея и его физический смысл. Основные типы кулонометров. Реакции, протекающие на электродах кулонометров. Причины кажущихся отклонений от законов Фарадея.
4. Законы Фарадея. Число Фарадея и его физический смысл. Выход по току, выход по веществу, выход по энергии. Закон Фарадея с учетом выхода по току. Первичные, вторичные и побочные реакции в электрохимических системах. Методы определения выхода по току.
5. Скачки потенциала на фазовых границах. Электрохимический потенциал. Поверхностный, внешний и внутренний потенциалы. Вольта-потенциал и

- гальвани-потенциал. Условия равновесия между контактирующими фазами.
6. Равновесие в электрохимической цепи. Электродвижущая сила (ЭДС) как сумма гальвани-потенциалов и вольта-потенциалов.
 7. Определение электродного потенциала. Уравнение для ЭДС гальванической цепи. Зависимость электродного потенциала от концентрации. Уравнение Нернста для идеальных и реальных систем. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для электрохимической цепи.
 8. Классификация электродов. Электроды сравнения. Диаграмма Пурбе (линии устойчивости воды).
 9. Механизм возникновения и природа ДЭС в электрохимических системах.
 10. Образование ДЭС за счёт переноса заряженных частиц через межфазную границу при установлении электрохимического равновесия. Ионный скачок потенциала; нулевые растворы и потенциал нулевого заряда.
 11. Образование ДЭС за счёт подведения зарядов от внешнего источника тока; идеально поляризуемые и неполяризуемые электроды. Ток обмена.
 12. Образование ДЭС за счёт специфической адсорбции ионов и предпочтительной ориентации полярных молекул растворителя и растворённых веществ.
 13. Электрокапиллярный метод изучения ДЭС. Поверхностная фаза и относительные поверхностные избытки компонентов раствора; связь поверхностных избытков ионов со свободным зарядом контактирующих фаз. Основное уравнение электрокапиллярности, 1-е уравнение Липпмана.

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:

- Ньюмен Дж.. Электрохимические системы. М.: Мир. 1977.
- Багоцкий В.С.. Основы электрохимии. М.: Химия. 1988.
- Корыта И., Дворжак И., Богачкова В.. Электрохимия. М.: Мир. 1977.
- Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А.. Теоретическая электрохимия. Л.: Химия, 1981.
- Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. М.: Высшая школа. 1984.
- Скорчеллетти В.В. Теоретическая электрохимия. Л.: Химия, 1974.
- К. Феттер. Электрохимическая кинетика. М.: Химия. 1967

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