



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ**

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

Рабочая программа дисциплины

**Двойной электрический слой и явления адсорбции
на межфазных границах**

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 двойном электрическом слое и явлениях адсорбции на межфазных границах;
- 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 «Двойной электрический слой и явления адсорбции на межфазных границах» - 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 занятиях в рамках учебных программ химических факультетов университетов или химико-технологических университетов.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: разделы физической химии – двойной электрический слой, 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 (ПК-1);
- 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 (ПК-2)..

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа). Дисциплина читается на 2-3 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 | Двойной электрический слой и явления адсорбции на межфазных границах | 144 | 108 | 36 | | 72 | | 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 | Двойной электрический слой и адсорбция | 16 | | 30 | | 16 |
| 2 | Методы исследования электрохимических межфазных границ | 20 | | 42 | | 20 |

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Форма проведения занятий (лекции, семинары и т.д.) |
|-------|---|---|--|
| 1 | Двойной электрический слой и адсорбция | <i>Связь электрических и адсорбционных явлений на границе раздела фаз. Электрокапиллярные явления. Емкость двойного электрического слоя. Потенциал нулевого заряда. Двойной электрический слой в растворах поверхностно-неактивных электролитов. двойной электрический слой при специфической адсорбции ионов. Адсорбция органических соединений.</i> | <i>Лекции, практические занятия в лаборатории</i> |
| 2 | Методы исследования электрохимических межфазных границ. | <i>Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя. вольтамперометрические и кулонометрические методы изучения строения двойного электрического слоя. оптические и фотоэмиссионные методы. Зондовые методы. Рентгеновские методы.</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. Образование ДЭС за счёт переноса заряженных частиц через межфазную границу при установлении электрохимического равновесия. Ионный скачок потенциала; нулевые растворы и потенциал нулевого заряда.
2. Образование ДЭС за счёт подведения зарядов от внешнего источника тока; идеально поляризуемые и неполяризуемые электроды. Ток обмена.
3. Образование ДЭС за счёт специфической адсорбции ионов и предпочтительной ориентации полярных молекул растворителя и растворённых веществ.
4. Развитие модельных представлений о строении ДЭС. Модели ДЭС Гельмгольца, Гуи–Чэпмена. Их достоинства и недостатки. Представление о ДЭС как о плоском конденсаторе; учёт диффузной природы ДЭС; природа и заряд плотного и диффузного слоёв. Модель Грэма.
5. Методы изучения ДЭС.

6. Адсорбция на границе раздела фаз, уравнение Гиббса. Определение адсорбции. Поверхностные избытки и поверхностная концентрация. Адсорбционный метод изучения ДЭС.
7. Электрокапиллярный метод изучения ДЭС.
8. Относительные поверхностные избытки ионов и свободные заряды фаз в отсутствие и при наличии специфической адсорбции; электрокапиллярные кривые для растворов, содержащих поверхностно-активные молекулы.
9. Поверхностная фаза и относительные поверхностные избытки компонентов раствора; связь поверхностных избытков ионов со свободным зарядом контактирующих фаз.
10. Основное уравнение электрокапиллярности, 1-е уравнение Липпмана.
11. Ёмкость ДЭС. Интегральная и дифференциальная ёмкости; 2-е уравнение Липпмана. Поляризационная ёмкость, двойнослойная ёмкость и псевдоёмкость; эквивалентные схемы электрохимической ячейки.
12. Методы определения дифференциальной ёмкости. Дифференциальная ёмкость ртутного электрода в отсутствие и при наличии специфической адсорбции ионов. Влияние поверхностно-активных молекул на дифференциальную ёмкость.

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.
- Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Батраков В.В. Адсорбция органических соединений на электродах. М.: Наука. 1968.
- Лопаткин А.А. Теоретические основы физической адсорбции. М.: Изд-во МГУ. 1983.
- Методы измерения в электрохимии. Т.1 и 2. Под ред. Э. Егера и А. Залкинда. 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.

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