

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Электрохимия

Уровень высшего образования:

бакалавриат

Направление подготовки:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

общий

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол №_____, дата)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: базовая часть, общенаучная подготовка, модуль «Химия», курс предназначен для студентов факультета наук о материалах 4-го года обучения (7-й семестр), курс является обязательным

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Общая химия и химия элементов с основами качественного анализа
Химическая термодинамика и кинетика
Математический анализ
Обыкновенные дифференциальные уравнения
Уравнения математической физики
Общая физика

3. Результаты обучения по дисциплине:

Знать: основные понятия, проблемы и методы современной электрохимии

Уметь: использовать знания в области электрохимии для решения профессиональных задач

Владеть: методическим аппаратом современной электрохимии

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е. (72 ак.ч.)

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

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	7				
Общая трудоёмкость, акад. Часов	72				72
Аудиторная работа:	36				36
Лекции, акад. Часов	18				18
Семинары, акад. Часов	18				18
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. часов	36				36
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Экз.				

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Введение: основные понятия электрохимии, краткая история ее развития, структура; новые междисциплинарные направления (2 ч).

Равновесия в растворах электролитов: электролитическая диссоциация, ионные равновесия, сильные и слабые электролиты; теоретические описания ион-ионных и ион-дипольных взаимодействий; растворимость; ионная ассоциация; полиэлектролиты; расплавы; суперкритические жидкости (3 ч).

Неравновесные явления в конденсированных ионных системах: диффузия и миграция ионов; электропроводность и числа переноса; сольватированные электроны; реакции переноса заряда в растворах электролитов, соотношение Бренстеда; механизм элементарного акта переноса заряда в

гомогенных реакциях; электропроводность расплавов; твердые электролиты и ионные суперпроводники (4 ч).

Термодинамика гетерогенных электрохимических систем: электрохимический потенциал, уравнение Нернста, электродный потенциал; классификация электродов и электрохимических цепей; метод ЭДС; диаграммы Пурбэ; мембранный потенциал; ионселективные и ферментные электроды, сенсоры и биосенсоры (2 ч).

Строение электрохимических межфазных границ: двойной электрический слой и адсорбция на границе электрод-раствор; электрокапиллярные явления; методы изучения строения заряженных межфазных границ; механизм возникновения ЭДС электрохимической цепи; модели строения двойного слоя; адсорбция с переносом заряда; полный и свободный заряды поверхности; свойства границ полупроводник/раствор, электрод/расплав и электрод/твердый электролит; определение истинной поверхности электродов (3 ч).

Электрохимическая макрокинетика: полярография и вольтамперометрия; диффузия к вращающемуся дисковому электроду, растущей капле, ультрамикрорефлектодам; электродные процессы, лимитируемые транспортом в твердой фазе; электроосинтез нестехиометрических соединений (3 ч).

Кинетика процессов гетерогенного переноса электрона: уравнения Тафеля и теории замедленного разряда; роль полярной среды в кинетике элементарного акта переноса электрона; коэффициент симметрии; трансмиссионный коэффициент; эффекты строения двойного электрического слоя; методы изучения стадии разряда-ионизации (3 ч).

Кинетика многостадийных электродных реакций: электродные процессы, осложненные химическими стадиями; методы исследования многостадийных процессов; каталитические токи; медиаторный электрокатализ; процессы в химических источниках тока (2 ч).

Электрокатализ: основные классы электродов-катализаторов; электродные превращения органических соединений и сопутствующие адсорбционные явления; самоингибирование и способы его минимизации; электрокатализ в многокомпонентных системах; электронпроводящие полимеры; фотоэлектрокатализ; биоэлектрокатализ (2 ч).

Понятие о радиационно-химических процессах. Взаимодействие высокоэнергетического излучения с веществом и химические превращения в веществе. сольватированный электрон и его роль в химических процессах. (2 ч.)

Электрокристаллизация: термодинамика и кинетика электрохимической нуклеации; мгновенная и прогрессирующая, первичная и вторичная нуклеация; методы изучения начальных стадий электрокристаллизации; моделирование процессов нуклеации-роста; электроосаждение многокомпонентных материалов с контролируемой стехиометрией; интеркаляция — нуклеация в объеме твердой фазы-предшественника; растворение металлов и сплавов как образование-рост пустотных зародышей. Электрокристаллизация полимеров. Нуклеация и рост пузырьков при газовыделении (4 ч).

Коррозия металлов и электроосинтез: сопряженные реакции, стационарные потенциалы; пассивация металлов и полупроводников, свойства пассивирующих пленок; методы защиты от коррозии; технологии и нанотехнологии новых материалов на основе анодных процессов; локальные электрохимические нанотехнологии и электрохимическая литография (2 ч).

Электрохимические источники тока: первичные и вторичные источники тока; топливные элементы; важнейшие типы источников тока; требования к электродным материалам и электролитам; деградационные явления и принципы их минимизации (2 ч).

Электрохимические технологии: важнейшие типы электрохимических реакторов; теория электрохимических реакторов; многотоннажные электрохимические технологии; специальный электроосинтез органических продуктов; электрометаллургия и гальванотехника; электрохимия материалов функционального назначения; электрохимические методы очистки веществ; электрохимические технологии материалов для электронной техники и электрохромных материалов (2 ч).

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Примеры домашних заданий приведены на сайте
<http://www.elch.chem.msu.ru/rus/prgfnm.htm>

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

1. Электролитическая диссоциация: экспериментальные проявления и количественные соотношения. Причины устойчивости ионов в растворах электролитов. Модель Борна.
2. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля: приближения модели ионной атмосферы, зависимость радиуса ионной атмосферы от природы растворителя и электролита.
3. Первое и второе приближения теории Дебая-Хюккеля для расчета среднего ионного коэффициента активности: пределы применимости и природа наблюдаемых отклонений от эксперимента.
4. Удельная и эквивалентная электропроводности электролитов. Подвижности отдельных ионов. Эмпирический закон Кольрауша и его обоснование Онзагером.
5. Числа переноса, ионные электропроводности, подвижности и коэффициенты диффузии, их зависимость от концентрации раствора.
6. Зависимость эквивалентной электропроводности от температуры, природы растворителя и концентрации раствора. Уравнение Онзагера.
7. Процессы диффузии и миграции в растворах электролитов. Формула Нернста-Эйнштейна. Диффузионный потенциал на границе двух растворов.
8. Разности потенциалов в электрохимических системах. Потенциалы Вольта и Гальвани. Поверхностный потенциал.
9. Электрохимический потенциал. Условия равновесия на границе электрода с раствором и в электрохимической цепи. Уравнение Нернста.
10. Стандартные электродные потенциалы. Расчет ЭДС с помощью таблиц стандартных потенциалов. Диаграммы Пурбэ.
11. Классификация электродов и электрохимических цепей.
12. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его применение к электрохимическим системам.
13. Определение методом ЭДС энергии Гиббса, энтальпии и энтропии химической реакции.
14. Определение методом ЭДС коэффициентов активности, pH раствора, произведений растворимости, констант устойчивости комплексных соединений.
15. Электрокапиллярные явления. Основное уравнение электрокапиллярности и уравнение Липпмана для идеально поляризуемого электрода. Потенциал нулевого заряда.
16. Модельные представления о строении заряженной межфазной границы (модели Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна и Грэма).
17. Три основных уравнения диффузионной кинетики. Вращающийся дисковый электрод: зависимость скорости электродного процесса от частоты вращения в условиях стационарной диффузии.
18. Полярография: сущность метода, уравнение полярографической волны. Уравнение Ильковича для ртутного капающего электрода.
19. Лимитирующие стадии в электрохимических реакциях. Уравнение Батлера-Фольмера и уравнение Тафеля: зависимость скорости электродного процесса от потенциала. Ток обмена.
20. Теория замедленного разряда: Причины возникновения минимумов тока на поляризационных кривых восстановления анионов на отрицательно заряженной поверхности.
21. Сольватированный электрон. Радиационные и электрохимические методы получения. Основные превращения. Радиационное модифицирование материалов.

22. Первичные и вторичные источники тока. Принципы конструирования, функционирования, оптимизации. Интеркаляционные процессы.
23. Топливные элементы. Принципы конструирования, функционирования, оптимизации.
24. Электроосаждение. Процессы формирования новой фазы. Подходы к анализу и управлению нуклеационными процессами. Гальваника.
25. Сопряженные электрохимические процессы. Коррозия. Методы защиты от коррозии.
26. Электрохимические конденсаторы. Сходство и различия между электрохимическими конденсаторами и аккумуляторами. Принципы конструирования, функционирования, оптимизации.
27. Электрохромизм и интеркаляционные процессы. Дизайн электрохромных устройств.
28. Электрохимические сенсоры. Использование электрохимических процессов и подходов для аналитических целей.
29. Электрохимическое наноструктурирование. Подходы на основе управления процессами нуклеации и роста новой фазы и электроокисления.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, Г.А.Цирлина, «Электрохимия», изд. «Химия», М., 2001 г.; второе издание «КолосС-Химия», М., 2006 г.

Дополнительная литература

1. Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, «Электрохимия», изд. «Высшая школа», М., 1987 г.
2. Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, «Введение в электрохимическую кинетику», изд. «Высшая школа», М., 1983 г.
3. А.Н.Фрумкин, В.С.Багоцкий, З.А.Иофа, Б.Н.Кабанов, «Кинетика электродных процессов», изд. МГУ, 1952 г.
4. В.С.Багоцкий, «Основы электрохимии», изд. «Химия», Л., 1988 г.
5. И.Корыта, И.Дворжак, В.Богачкова, «Электрохимия», изд. «Мир», М., 1977 г.
6. Дж.Ньюмен, «Электрохимические системы», изд. «Мир», М., 1977 г.
7. К.Феттер, «Электрохимическая кинетика», изд. «Химия», М., 1967 г.

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

7.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор,

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Разработчик (разработчики) программы.

д.х.н. С.Ю. Васильев