

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Шеин Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОХИМИЯ
Код УМК 86231

Утверждено
Протокол №6
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Электрохимия

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок « Блок1.А.00 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.06.01** Химические науки
направленность Аналитическая химия

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Электрохимия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.06.01 Химические науки (направленность : Аналитическая химия)

ПК.1 Владеет фундаментальными знаниями в области химических наук в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

Индикаторы

ПК.1.6 Владеет фундаментальными знаниями в области электрохимии в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

4. Объем и содержание дисциплины

| | |
|---|---|
| Направления подготовки | 04.06.01 Химические науки (направленность: Аналитическая химия) |
| форма обучения | очная |
| №№ триместров, выделенных для изучения дисциплины | 7 |
| Объем дисциплины (з.е.) | 4 |
| Объем дисциплины (ак.час.) | 144 |
| Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе: | 48 |
| Проведение лекционных занятий | 24 |
| Проведение практических занятий, семинаров | 24 |
| Самостоятельная работа (ак.час.) | 96 |
| Формы промежуточной аттестации | Экзамен (7 триместр) |

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Электрохимия

Равновесные явления в растворах электролитов

Ион-дипольное взаимодействие в растворах электролитов. Сольватация и гидратация. Ион-ионное взаимодействие в растворах электролитов

Недостатки теории электролитической диссоциации Аррениуса. Энергия кристаллической решетки и ее расчет. Причины недостатков теории. Теплоты сольватации (гидратации), ионофоры и ионогены. Теплоты гидратации ионов экспериментальные, реальные и химические. Модельные методы расчета энергии гидратации ионов (модель Борна; метод Ван-Аркеля и де-Бура; метод Бернала и Фаулера). Определение реальных энергий гидратации ионов. Энтропия сольватации ионов. Состояние ионов в растворе.

Ионная атмосфера. Теория электролитов Дебая и Гюккеля: исходные положения, вывод предельного закона Дебая и Гюккеля, сопоставление теории с опытом, дальнейшее развитие теории.

Неравновесные явления в растворах электролитов

Электропроводность растворов электролитов. Теоретическая интерпретация электропроводности. Диффузия в растворах электролитов.

Основные понятия. Удельная и эквивалентная электропроводность, зависимость электропроводности от концентрации и природы растворителя. Подвижность ионов, зависимость подвижности от природы ионов и температуры. Формула Стокса. Законы Кольрауша.

Теории электропроводности: гидродинамическая; Дебая – Онзагера; кинетическая; прототропная. Стоксовы радиусы. Электрофоретический и релаксационный эффекты; эффекты Вина и Дебая – Фалькенгагена. Электропроводность неводных растворов электролитов.

Общая характеристика неравновесных явлений в растворах электролитов. Стационарная молекулярная диффузия, Уравнения Эйнштейна – Смолуховского и Нернста – Эйнштейна; первый закон Фика.

Нестационарная молекулярная диффузия, второй закон Фика. Диффузионный потенциал и его расчет. Опытные данные о диффузионных потенциалах.

Равновесные электродные процессы

Величины, характеризующие энергетическое состояние заряженных частиц. Природа ЭДС и электродного потенциала

Электрохимический, внутренний, внешний, поверхностный и реальный потенциалы, работа выхода частиц. Гальвани- и Вольта-потенциалы. Примеры установления электрохимического равновесия на границе раздела фаз. ЭДС как сумма гальвани- и вольта-потенциалов.

Физическая и химическая теории возникновения ЭДС. Гальвани-потенциал на границе двух металлов. Гальвани-потенциал на границе металл-раствор (осмотическая теория Нернста; сольватационная теория и ее развитие).

Классификация электродов. Классификация электрохимических цепей.

Электроды 1-го, 2-го, 3-го рода, газовые, амальгамные и редокси-электроды (определение, схема электрода и электродная реакция, выражение для потенциала электрода и его анализ). Применение электродов.

Принципы классификации электрохимических цепей. Физические цепи (гравитационные, аллотропические); концентрационные цепи 1-го и 2-го рода; химические цепи (простые, сложные, сдвоенные). Аккумуляторы (кислотный свинцовый, щелочные), теория, характеристики.

Электрокинетические и электрокапиллярные явления. Электрокапиллярные явления.

Потенциал нулевого заряда.

Общая характеристика электрокинетических и электрокапиллярных явлений. Электрокинетический (дзета-) потенциал. Адсорбция, поверхностный избыток. Электрокапиллярные кривые на ртути, их описание и теоретическая интерпретация.

Основы теории электрокапиллярных явлений; первое и второе уравнения Липпмана, дифференциальная и интегральная емкость, изотерма адсорбции Гиббса. Потенциалы нулевого заряда и нулевые точки металлов.

Строение двойного электрического слоя (ДЭС). Современные представления о строении ДЭС.

Теории двойного электрического слоя: теория Гельмгольца, теория Гуи – Чапмена, теория Штерна, модель Грэма.

Современные модельные представления о ДЭС в растворах поверхностно-неактивных электролитов. ДЭС при специфической адсорбции ионов. ДЭС при адсорбции органических соединений на электродах.

Кинетика электродных процессов

Неравновесные электродные процессы. Поляризация электродов. Перенапряжение. Концентрационная поляризация.

Признаки равновесного и неравновесного состояния электрода. Плотность тока как мера скорости электрохимической реакции. Электродная поляризация. Перенапряжение и его виды. Задачи электрохимической кинетики.

Понятие о диффузионном перенапряжении. Теория диффузионного перенапряжения без учета конвекции, диффузионный слой, предельная плотность тока. Теория диффузионного перенапряжения с учетом конвекции, слой Прандтля, некоторые практически важные случаи конвективной диффузии. Значение диффузионного перенапряжения для электрохимических процессов.

Реакционное (химическое) перенапряжение. Фазовое перенапряжение.

Общая характеристика реакционного перенапряжения. Основы теории реакционного перенапряжения. Реакционное перенапряжение гомогенных и гетерогенных реакций.

Общая характеристика фазовых превращений. Зарождение новой фазы. Развитие кристаллической фазы. Теория Фольмера, кристаллохимическая теория электрокристаллизации, роль микроструктуры и дефектов поверхности, роль явлений дегидратации в процессе катодного выделения металлов.

Особенности катодного образования поликристаллических осадков; структура роста, текстура, характер осадка.

Электрохимическое выделение металлов. Анодное растворение металлов. Пассивность.

Общая характеристика процесса. Дофазовое осаждение. Роль природы металла и состава раствора в процессе катодного выделения металлов. Природа металлического перенапряжения.

Общая характеристика процесса. Пассивность металлов: анодная поляризационная кривая и ее характерные точки и участки, теории пассивности. Питтингообразование.

Электрохимическое перенапряжение (основы теории). Электрохимическое перенапряжение с учетом строения ДЭС. Теория Фрумкина

Понятие об электрохимической стадии. Основы теории электрохимического перенапряжения (теория Эрдей-Груза и Фольмера).

Теория электрохимического перенапряжения, учитывающая структуру двойного электрического слоя (теория Фрумкина). Влияние состава раствора на перенапряжение. Приложение общих уравнений

электрохимического перенапряжения к наиболее распространенным электродным реакциям. Стадийность электрохимического акта.

Основные кинетические характеристики электрохимической стадии. Кинетика электролитического выделения водорода

Ток обмена и коэффициент переноса, порядок электрохимических реакций и стехиометрические числа. Наложение концентрационной поляризации на электрохимическое перенапряжение. Общая характеристика процесса, зависимость перенапряжения водорода от плотности тока, материала электрода, состава раствора, температуры и других факторов.

Природа водородного перенапряжения. Механизм элементарного электрохимического акта
Возможные стадии и пути протекания процесса катодного выделения водорода. Теория замедленной рекомбинации (теория Тафеля). Теория замедленной электрохимической десорбции (теория Гейровского – Гориучи). Природа водородного перенапряжения на различных металлах. История развития взглядов на природу процесса и современные представления о нем. Безбарьерный и безактивационный разряд.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Электрохимия. Методика исследования кинетики электродных процессов : учебное пособие для вузов / В. М. Рудой, Т. Н. Останина, И. Б. Мурашова, А. Б. Даринцева. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 111 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-10913-9 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-0915-3 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/432228>
2. Лукомский Ю. Я., Гамбург Ю. Д. Физико-химические основы электрохимии: учебник для химических и химико-технологических специальностей университетов / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. — М.: Интеллект, 2008, ISBN 978-5-91559-007-5. — 423 с. — Библиогр. в конце частей. — Предм. указ.: с. 421-423
3. Электрохимия и химическая кинетика : учебное пособие / Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов, Х. М. Ярошевская, В. П. Барабанов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 371 с. — ISBN 978-5-7882-1658-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63561.html>
4. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия: учебник по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — Москва: Химия, 2008, ISBN 978-5-98109-064-6. — 669 с. — Библиогр.: с. 659-665. — Предм. указ. в конце кн.
5. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А. Введение в электрохимическую кинетику: учеб. пособие для хим. спец. ун-тов / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий. — М.: Высш. школа, 1983. — 400 с. — Библиогр. в конце разд.. — Предм. указ.: с. 395-398

Дополнительная:

1. Мухачева, В. Д. Химическая кинетика и электрохимия : учебное пособие / В. Д. Мухачева, В. А. Полуэктова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 291 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66688.html>
2. Брянский, Б. Я. Лекции по электрохимии : учебное пособие для классического университета / Б. Я. Брянский. — Саратов : Вузовское образование, 2017. — 122 с. — ISBN 978-5-4487-0043-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66635.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> Электронная библиотека химического факультета МГУ

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека

<http://www.chemport.ru> Химический портал

<http://www.xumuk.ru> Сайт о хими для химиков

<http://www.scopus.com> Научная электронная библиотека

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Электрохимия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Самостоятельная работа: Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

4. Групповые (индивидуальные) консультации и текущий контроль: Аудитория для текущего контроля, консультаций, оснащенная проектором, экраном для проектора, доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Электрохимия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Владеет фундаментальными знаниями в области химических наук в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|--|---|--|
| <p>ПК.1.6 Владеет фундаментальными знаниями в области электрохимии в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач</p> | <p>Знает теоретические основы электрохимии, основные законы. Умеет проводить теоретические расчеты электрохимических процессов. Владеет основными алгоритмами постановки электрохимических экспериментов.</p> | <p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Знания в области электрохимии отсутствуют. Студент не знает теоретических основ дисциплины, необходимых для формирования компетенции. Отсутствуют умения сбора информации в области электрохимии. Нет навыков экспериментальных исследований в области электрохимии, достаточных для решения научно-исследовательских задач.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания основ электрохимии, алгоритма постановки и достижения цели, знает основные понятия и терминологию. Фрагментарное применение навыков мыслительной и экспериментальной деятельности для изучения электрохимических процессов.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основ электрохимии, алгоритм постановки и достижения цели, терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике электрохимических исследований. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков мыслительной и экспериментальной деятельности для изучения электрохимических процессов.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания в</p> |

| Индикатор | Планируемые результаты обучения | Критерии оценивания результатов обучения |
|-----------|---------------------------------|---|
| | | <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>области электрохимии, алгоритмов постановки и достижения цели, знает терминологию и основные понятия используемые в теории и практике электрохимии. Успешное и систематическое применение навыков мыслительной и экспериментальной деятельности для изучения электрохимических процессов</p> |

Оценочные средства

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Устное собеседование по вопросам

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :
время отводимое на подготовку 2

Показатели оценивания

| | |
|--|-------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Не демонстрирует знание основного содержания дисциплины; - Не владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; – не умеет выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой; | Неудовлетворител |
| <ul style="list-style-type: none"> - Демонстрирует знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом; - Владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; –показывает умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой; – выполняет расчеты с ошибками | Удовлетворительн |
| <ul style="list-style-type: none"> - ответ по вопросу или заданию аргументированный, демонстрирующий знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой; - демонстрирует понимание материала, приводит примеры; - Владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; –показывает владение методологией дисциплины, умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой; – выполняет расчеты с ошибками | Хорошо |

| | |
|---|-----------------------|
| <p>- ответ по вопросу или заданию аргументированный, логически выстроенный, полный, демонстрирующий знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</p> <p>- демонстрирует полное понимание материала, выводы доказательны, приводит примеры;</p> <p>- свободное владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.;</p> <p>- показывает владение методологией дисциплины, умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой;</p> <p>- выполняет расчеты без ошибок;</p> <p>- демонстрирует способность творчески применять знание теории к решению профессиональных практических задач</p> | <p>Отлично</p> |
|---|-----------------------|

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Предмет электрохимии. Отличие электрохимических процессов от химических, особенности электрохимической реакции. Электрохимическая система и ее составные части.
2. Термодинамика гальванического элемента.
3. Недостатки теории электролитической диссоциации Аррениуса. Энергия решетки, ее расчет. Теплоты сольватации. Экспериментальные теплоты гидратации. Теплоты гидратации ионов реальные и химические.
4. Модельные методы расчета энергии гидратации ионов.
5. Определение реальных энергий гидратации ионов. Энтропия сольватации ионов. Число сольватации.
6. Теория электролитов Дебая и Гюккеля: вывод выражения для потенциала ионной атмосферы, уравнение для среднего ионного коэффициента активности в первом приближении теории.
7. Теория электролитов Дебая и Гюккеля: сопоставление теории с опытом, дальнейшее развитие теории.
8. Электропроводность растворов электролитов удельная и эквивалентная, зависимость от концентрации электролита, температуры и природы растворителя.
9. Подвижность ионов. Зависимость подвижности от природы иона и от температуры.
10. Гидродинамическая теория электропроводности электролитов.
11. Теория электропроводности Дебая – Онзагера. Эффект Вина и дисперсия электропроводности.
12. Кинетическая теория электропроводности. Прототропная теория электропроводности растворов кислот и оснований.
13. Электропроводность неводных растворов электролитов.
14. Стационарная молекулярная диффузия в растворах электролитов.
15. Нестационарная молекулярная диффузия. Диффузионный потенциал.
16. Величины, характеризующие энергетическое состояние заряженных частиц. Межфазные скачки потенциалов.
17. Гальвани-потенциал. Вольта-потенциал. ЭДС как сумма гальвани-потенциалов и вольта-потенциалов.
18. Теория возникновения электродного потенциала и ЭДС. Гальвани-потенциал на границе двух металлов.
19. Гальвани-потенциал на границе металл-раствор: осмотическая теория Нернста, сольватационная теория электродного потенциала.

20. Классификация электродов. Электроды первого и второго рода, газовые электроды.
21. Классификация электродов. Амальгамные электроды, окислительно-восстановительные электроды.
22. Классификация электрохимических цепей. Физические цепи, концентрационные цепи.
23. Классификация электрохимических цепей. Химические цепи.
24. Аккумуляторы.
25. Электрокинетические явления. Дзета-потенциал, его отличие от электродного потенциала.
26. Электрокапиллярные явления. Электрокапиллярные кривые в растворах различного состава, их интерпретация.
27. Основы теории электрокапиллярных явлений. Дифференциальная емкость. 1-е и 2-е уравнение Липпмана. Потенциалы нулевого заряда и нулевые точки металлов.
28. Строение ДЭС на границе металл – раствор: теория Гельмгольца, теория Гуи – Чапмана.
29. Строение ДЭС на границе металл – раствор: теория Штерна, дальнейшее развитие теории строения ДЭС.
30. Неравновесные электродные процессы. Скорость электрохимической реакции. ЭДС поляризации. Электродная поляризация и ее виды. Перенапряжение.
31. Понятие о диффузионном перенапряжении. Теория диффузионного перенапряжения без учета конвекции.
32. Теория диффузионного перенапряжения с учетом конвективной диффузии. Значение явлений диффузионного перенапряжения для электрохимических процессов.
33. Общая характеристика реакционного (химического) перенапряжения.
34. Фазовое перенапряжение: общая характеристика фазовых превращений, фазовые превращения в электрохимических процессах (зарождение и развитие кристаллической фазы, кристаллохимическая теория электрокристаллизации).
35. Роль микроструктуры и дефектов поверхности, роль явлений дегидратации в процессах катодного выделения металлов. Характеристики катодных осадков.
36. Понятие об электрохимической стадии. Основы теории электрохимического перенапряжения.
37. Теория электрохимического перенапряжения, учитывающая структуру ДЭС.
38. Приложение общих уравнений электрохимического перенапряжения к наиболее распространенным электродным реакциям. Стадийность электрохимического акта.
39. Основные кинетические характеристики электрохимической стадии: ток обмена и коэффициент переноса.
40. Порядок электрохимической реакции и стехиометрические числа. Природа элементарного электрохимического акта.
41. Кинетика электролитического выделения водорода: общая характеристика процесса, зависимость перенапряжения водорода от плотности тока, материала электрода, природы и состава раствора, температуры и др. факторов.
42. Возможные стадии и пути протекания процесса катодного выделения водорода. Природа водородного перенапряжения на различных металлах.
43. Электрохимическое выделение металлов: общая характеристика процесса, влияние различных факторов на процессы катодного выделения металлов (роль природы металла, состава раствора). Природа металлического перенапряжения.
44. Анодное растворение металлов: общая характеристика процесса.
45. Пассивность металлов: анализ анодной поляризационной кривой, теории пассивности, питтинг.