

**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 Органическая 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 : Органическая 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

<b>Направления подготовки</b>	04.06.01 Химические науки (направленность: Органическая химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	24
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	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><b>ПК.1.6</b> 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"><b>Неудовлетворител</b></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"><b>Удовлетворительн</b></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"><b>Хорошо</b></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"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания в</p>

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

<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><b>Отлично</b></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.