

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Основы электрометаллургического производства

Закреплена за подразделением

Кафедра цветных металлов и золота

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 58

часов на контроль 54

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 6 (3.2) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | УП | РП | | |
| Неделя | 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Практические | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Итого ауд. | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Контактная работа | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Сам. работа | 58 | 58 | 58 | 58 |
| Часы на контроль | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Итого | 180 | 180 | 180 | 180 |

Программу составил(и):

к.т.н., профессор, Лысенко Андрей Павлович; ассистент, Васильева Елена Сергеевна

Рабочая программа

Основы электрометаллургического производства

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра цветных металлов и золота

Протокол от 16.05.2023 г., №14

Руководитель подразделения Тарасов В.П.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины – научить студентов основам электрометаллургических процессов получения алюминия и магния, рафинирования цветных металлов, переработки алюминиевых отходов и лома с получением качественных сплавов, а также обучить их закономерностям различных технологических процессов, обеспечивающих получение конечных продуктов требуемого качества и на базе этих знаний развить у студентов способности принимать современные технические решения по технологическому и аппаратурному оформлению различных процессов, обеспечивающих высокую производительность, безвредные условия труда, защиту окружающей среды и низкие расходные коэффициенты на сырье и энергию |
|-----|---|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | |
|--|---|
| Блок ОП: | Б1.В.ДВ.02 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов |
| 2.1.2 | Инженерные расчеты в металлургии |
| 2.1.3 | Методы исследования свойств металлов и сплавов |
| 2.1.4 | Организация и математическое планирование эксперимента |
| 2.1.5 | Органическая химия в металлургии |
| 2.1.6 | Основы пиро- и гидрометаллургического производства |
| 2.1.7 | Основы теории литейных процессов |
| 2.1.8 | Потребительские свойства металлургической продукции |
| 2.1.9 | Процессы получения металлических порошков |
| 2.1.10 | Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий |
| 2.1.11 | Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации |
| 2.1.12 | Термодинамика и кинетика металлургических процессов |
| 2.1.13 | Технологические измерения и приборы |
| 2.1.14 | Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов |
| 2.1.15 | ARTCAD |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях |
| 2.2.2 | Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза |
| 2.2.3 | Информационные технологии управления металлургическими печами |
| 2.2.4 | Конструирование литейной оснастки, раздел 2 |
| 2.2.5 | Логистика вторичных ресурсов |
| 2.2.6 | Металловедение, часть 2 |
| 2.2.7 | Металлургия благородных металлов |
| 2.2.8 | Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов |
| 2.2.9 | Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ |
| 2.2.10 | Модельное производство |
| 2.2.11 | Огнеупоры металлургического производства |
| 2.2.12 | Основы промышленного дизайна и ювелирного дела |
| 2.2.13 | Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы. |
| 2.2.14 | Производство отливок из стали и чугуна |
| 2.2.15 | Производство тяжелых цветных металлов |
| 2.2.16 | Производство ферросплавов |
| 2.2.17 | Разливка стали и спецэлектрометаллургия |
| 2.2.18 | Технологические линии и комплексы ОМД |
| 2.2.19 | Физико-механические свойства металлов |
| 2.2.20 | Химия окружающей среды |
| 2.2.21 | Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД |
| 2.2.22 | Защитные покрытия на металлопродукции |
| 2.2.23 | Информационные технологии в деформационной обработке металлов |
| 2.2.24 | Комплексное использование сырья и техногенных материалов |

| | |
|--------|--|
| 2.2.25 | Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения |
| 2.2.26 | Материаловедение и термообработка металлов и сплавов |
| 2.2.27 | Материаловедение неметаллических материалов |
| 2.2.28 | Методы исследования технологических процессов и оборудования |
| 2.2.29 | Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов |
| 2.2.30 | Моделирование процессов и объектов в металлургии |
| 2.2.31 | Наилучшие доступные технологии в металлургии |
| 2.2.32 | Оборудование литейных цехов |
| 2.2.33 | Основы аддитивных технологий |
| 2.2.34 | Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза |
| 2.2.35 | Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов |
| 2.2.36 | Производство благородных металлов |
| 2.2.37 | Производство легких металлов |
| 2.2.38 | Производство отливок из сплавов цветных металлов |
| 2.2.39 | Производство редких металлов |
| 2.2.40 | Производство слитков из сплавов цветных металлов |
| 2.2.41 | Современные методы исследования металлических материалов |
| 2.2.42 | Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования |
| 2.2.43 | Специальные способы литья |
| 2.2.44 | Теория металлургических процессов |
| 2.2.45 | Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем |
| 2.2.46 | Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии |
| 2.2.47 | Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов |
| 2.2.48 | Технология композиционных материалов |
| 2.2.49 | Экология металлургического производства |
| 2.2.50 | Автоматизация машин и агрегатов ОМД |
| 2.2.51 | Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов |
| 2.2.52 | Дизайн литого изделия |
| 2.2.53 | Компьютерное проектирование и инжиниринг |
| 2.2.54 | Материаловедческие основы производства твердых сплавов |
| 2.2.55 | Мониторинг работы металлургического предприятия |
| 2.2.56 | Основы теории сварки и пайки литых изделий |
| 2.2.57 | Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей |
| 2.2.58 | Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы |
| 2.2.59 | Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов |
| 2.2.60 | Промышленная экология и технологии декарбонизации |
| 2.2.61 | Разливка стали и спецэлектрометаллургия |
| 2.2.62 | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов |
| 2.2.63 | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов |
| 2.2.64 | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов |
| 2.2.65 | СВС-технологии получения неорганических материалов |
| 2.2.66 | Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы |
| 2.2.67 | Технологии Big Data |
| 2.2.68 | Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов |
| 2.2.69 | Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД |
| 2.2.70 | Экодизайн и зеленые технологии |
| 2.2.71 | Экология литейного производства |
| 2.2.72 | Анализ данных и аналитика в принятии решений |
| 2.2.73 | Аффинаж благородных металлов |
| 2.2.74 | Защита интеллектуальной собственности и патентоведение |
| 2.2.75 | Инженерия биоповерхностей |
| 2.2.76 | Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов |
| 2.2.77 | Конструирование и моделирование металлических материалов |

| | |
|---------|--|
| 2.2.78 | Материалы на основе углерода |
| 2.2.79 | Металловедение, часть 3 |
| 2.2.80 | Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов |
| 2.2.81 | Методы и инструменты бережливого производства |
| 2.2.82 | Моделирование литейных процессов |
| 2.2.83 | Обращение со шлаками и шламами |
| 2.2.84 | Планирование эксперимента |
| 2.2.85 | Разработка и реализация предпринимательских проектов |
| 2.2.86 | Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния |
| 2.2.87 | Экологическая экспертиза |
| 2.2.88 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.89 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.90 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.91 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.92 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.93 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.94 | Научно-исследовательская работа |
| 2.2.95 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.96 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.97 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.98 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.99 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.100 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.101 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

Знать:

ПК-2-31 Теоретические и технологические основы прогрессивных технологий и новейших способов интенсификации металлургических процессов производства цветных, редких и благородных металлов.

Уметь:

ПК-2-У1 Определять цели выполняемой работы и последовательность действий при решении поставленных задач

Владеть:

ПК-2-В1 Формировать и аргументировать собственные суждения и научную позицию в области разработки и исследований процессов производства цветных металлов и их соединений

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
| | Раздел 1. Основные понятие и расчеты в электрометаллургии | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|-----------------|---|--|-----|--|
| 1.1 | Электрохимические процессы в металлургии. Отличие химических реакций от электрохимических. Преимущества и недостатки электрохимических процессов. Типы электрохимических систем. Типы электродных реакций. Суммарный процесс. Элементы электрохимической термодинамики. Связь между химической и электрической формами энергии. /Лек/ | 6 | 6 | ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л1.6 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 | | КМ3 | |
| 1.2 | Основные законы электролиза. Выход по току. Расход количества электричества и количества электроэнергии. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л1.3 Л1.4Л1.6 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | КМ3 | |
| 1.3 | Стандартный и равновесный электродные потенциалы. Ряды напряжений. Напряжение разложения. Практическое использование рядов стандартных потенциалов. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л1.6 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | КМ3 | |
| 1.4 | Двойной электрический слой. Ток обмена. Потенциал и распределение концентрации ионов на границе электрод-электролит. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л1.6 Л2.4 Л2.5 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | КМ3 | |
| 1.5 | Скорость электродного процесса. Стадии электродного процесса. Виды электродной поляризации. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л1.6 Л2.4 Л2.5 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | КМ3 | |
| 1.6 | Поляризационные кривые (частные и суммарные). Уравнения электрохимической поляризации (уравнения Тафеля). /Лек/ | 6 | 4 | ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л2.5 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | КМ3 | |
| 1.7 | Ток миграции и ток диффузии. Диффузионный слой. Полный катодный ток. Диффузионная плотность тока. Уравнение полного катодного тока в развёрнутом виде. Уравнение предельного тока диффузии. Основное уравнение диффузионной кинетики. Смешанная кинетика. Полная поляризационная кривая. /Лек/ | 6 | 4 | ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л1.6 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.8 Э1 Э2 | | КМ3 | |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|----|-----------------|---|--|-----|----|
| 1.8 | Решение задач на законы Фарадея /Пр/ | 6 | 10 | ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.6 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | | Р3 |
| 1.9 | Расчёты напряжения разложения /Пр/ | 6 | 4 | ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | | Р2 |
| 1.10 | Расчёты основных термодинамических функций по величине ЭДС /Пр/ | 6 | 4 | ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л2.4 Л2.5 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | | Р4 |
| 1.11 | Контрольная работа 1 /Пр/ | 6 | 2 | ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л2.4 Л2.5 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | КМ1 | |
| 1.12 | Домашнее задание /Ср/ | 6 | 58 | ПК-2-В1 | Л2.4 Л2.5 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | | |
| 1.13 | Расчет количества электролизеров и электролизных серий в цехе для обеспечения его годовой производительности. Расчет срока службы анодов и их удельного расхода на 1т получаемого алюминия. Расчёты основных термодинамических функций по величине ЭДС. Расчет годовой производительности по алюминию одного электролизера и удельного расхода электроэнергии на 1т получаемого металла. /Пр/ | 6 | 8 | ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Э1 Э2 | | | Р4 |
| | Раздел 2. Кинетика электродных процессов | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|-----------------|--|--|-----|----|
| 2.1 | Электроосаждение металлов из водных растворов. Уравнение Кельвина. Условия образования кристаллов различной крупности. Совместный разряд ионов. Сопряженные и несопряженные системы. Влияние сплавообразования. Анодный процесс при электроэкстракции металлов. Пассивность металлов. Условия устойчивости пассивных анодов. Ионы-активаторы. /Лек/ | 6 | 6 | ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 | | КМ3 | |
| 2.2 | Соотношения Брэнстеда. Основные уравнения электрохимической кинетики. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 | | КМ3 | |
| 2.3 | Расчёты параметров электрохимической кинетики. Расчёты параметров диффузионной кинетики. Расчёт состава сплава. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.6 Л1.4Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 | | | Р6 |
| 2.4 | Контрольная работа 2 /Пр/ | 6 | 2 | ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 | | КМ2 | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|-----------|----------------------------|--|------------------------|
|-----------|----------------------------|--|------------------------|

| | | | |
|-----|----------------------|-------------------------|--|
| КМ1 | Контрольная работа 1 | ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1 | <p>1 Кинетика электродных процессов. Связь между скоростью химической и электрохимической реакции. Поляризационная кривая электродного процесса.</p> <p>2 Поляризация электрода. ЭДС поляризации. Понятие о компромиссном (бестоковом) потенциале.</p> <p>3 Стадии электродного процесса. Понятие лимитирующей стадии электродного процесса.</p> <p>4 Механизмы массопереноса вещества к поверхности электрода.</p> <p>5 Методы получения поляризационных кривых и их анализ.</p> <p>6 Понятие о перенапряжении электродного процесса. Виды перенапряжений.</p> <p>7 Понятие о диффузионном перенапряжении. Диффузионный слой.</p> <p>8 Основные уравнения диффузионной кинетики.</p> <p>9 Решений уравнений диффузионной кинетики для условий стационарной диффузии.</p> <p>10 Диффузионное перенапряжение для процесса анодного растворения металлов.</p> <p>Причины, вызывающие появление предельных токов.</p> <p>11 Перенапряжение с учетом миграции.</p> <p>12 Решение уравнений диффузионной кинетики восстановительных реакций.</p> <p>13 Потенциал полувольты. Уравнение полярографической волны и его анализ.</p> <p>14 Способы снижения диффузионного перенапряжения. Роль диффузионного перенапряжения в прикладной электрохимии.</p> <p>15 Теория конвективной диффузии.</p> <p>16 Вращающийся дисковый электрод и вращающийся дисковый электрод с кольцом.</p> <p>17 Перенапряжение электрохимической стадии. Использование принципа Бренстеда в теории электрохимического перенапряжения.</p> <p>18 Основные уравнения теории замедленного разряда.</p> <p>19 Решение уравнения Фольмера для области больших, малых перенапряжений, относительно равновесных условий.</p> <p>20 Коэффициент переноса, плотность тока обмена, стандартная плотность тока обмена, константа скорости электродного процесса. Способы определения и вычисления.</p> <p>21 Поляризационная кривая при замедленной стадии переноса заряда в координатах потенциал-логарифм плотности тока.</p> <p>22 Поляризационная кривая при электрохимическом перенапряжении в координатах Есина - Маркова.</p> <p>23 Влияние строения ДЭС на скорость стадии разряда-ионизации.</p> <p>24 Уравнение Тафеля. Физический смысл констант уравнения Тафеля, способы их определения.</p> <p>25 Стадийность электрохимического акта. Кинетические уравнения для двухэлектронной реакции.</p> <p>26 Стадийные электрохимические реакции с переносом z электронов ($Z > 2$).</p> <p>27 Кажущиеся коэффициенты переноса. Определение замедленной стадии на основании анализа поляризационной кривой при стадийном переносе электронов.</p> <p>28 Стадийные электродные реакции с кратным повторением замедленной стадии.</p> <p>Стехиометрическое число электродной реакции.</p> |
|-----|----------------------|-------------------------|--|

| | | | |
|-----|----------------------|-------------------------|--|
| КМ2 | Контрольная работа 2 | ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1 | <p>1 Электрохимические реакции, включающие быстрые химические стадии. Порядок электрохимической реакции.</p> <p>2 Методы определения порядков электрохимических реакций.</p> <p>3 Теория элементарного акта Гориучи - Поляни.</p> <p>4 Влияние материала электрода и природы растворителя на энергию активации стадии разряда – ионизации.</p> <p>5 Недостатки теории элементарного акта Гориучи – Поляни.</p> <p>6 Теория реорганизации растворителя.</p> <p>7 Связь между идеальной и реальной энергией активации. Зависимость энергии активации от перенапряжения.</p> <p>8 Безбарьерные и безактивационные электрохимические реакции. Условия их протекания.</p> <p>9 Основные закономерности смешанной кинетики.</p> <p>10 Общая характеристика реакционного (химического) перенапряжения.</p> <p>11 Реакционное перенапряжение при замедленности гетерогенного химического перенапряжения.</p> <p>12 Реакционное перенапряжение при замедленности гомогенного химического перенапряжения. Предельная плотность тока химической реакции.</p> <p>13 Определение порядков химической реакции.</p> <p>14 Возможные пути и стадии катодного выделения водорода.</p> <p>15 Общие закономерности катодного выделения водорода.</p> <p>16 Влияние состава раствора на перенапряжение выделения водорода.</p> <p>17 Рекомбинационная теория водородного перенапряжения.</p> <p>18 Электрохимический механизм удаления адсорбированного водорода.</p> <p>19 Кинетика выделения кислорода из водных растворов.</p> <p>20 Возможные механизмы анодного образования кислорода. Установление природы замедленной стадии.</p> <p>21 Влияние строения ДЭС на кинетику выделения кислорода.</p> <p>22 Роль адсорбции органических веществ в кинетике электродных процессов.</p> <p>23 Кинетика электрохимического восстановления кислорода в кислой среде.</p> <p>24 Кинетика электрохимического восстановления кислорода в щелочной среде.</p> <p>25 Кинетика реакций электрохимического окисления и восстановления.</p> <p>26 Теория процессов электрохимического окисления и восстановления. Присоединение электронов как скорость определяющая стадия.</p> <p>27 Кинетика окислительно-восстановительных процессов с участием адсорбированных атомов водорода.</p> <p>28 Присоединение активированных ионов водорода как скорость определяющая стадия процесса электровосстановления.</p> <p>29 Основные положения совмещенных электродных реакций.</p> |
|-----|----------------------|-------------------------|--|

| | | | |
|-----|---------|-------------------------|---|
| КМЗ | Экзамен | ПК-2-31;ПК-2-В1;ПК-2-У1 | <p>1. Определите, какой из электродов является катодом в гальваническом элементе, образованном стандартными электродами:</p> <p>$\text{Ag} \text{Ag}^+$ или $\text{Mn} \text{Mn}^{2+}$;</p> <p>$\text{Co} \text{Co}^{2+}$ или $\text{Na} \text{Na}^+$.</p> <p>Решение.</p> <p>Катодом (т.е. электродом, на котором протекает процесс восстановления) в гальваническом элементе будет электрод, имеющий большее значение стандартного электродного потенциала (см. таблицу 4 приложения).</p> <p>$E^0\text{Ag} \text{Ag}^+ = 0,799 \text{ В}$; $E^0\text{Mn} \text{Mn}^{2+} = -1,179 \text{ В}$. В данной паре катодом является $\text{Ag} \text{Ag}^+$.</p> <p>Схема гальванического элемента:</p> <p>$\text{A} (-) \text{Mn} \text{Mn}^{2+} \text{Ag}^+ \text{Ag} (+) \text{K}$</p> <p>$E^0\text{Co} \text{Co}^{2+} = -0,277 \text{ В}$; $E^0\text{Na} \text{Na}^+ = -2,714 \text{ В}$. В данной паре катодом является $\text{Co} \text{Co}^{2+}$.</p> <p>Схема гальванического элемента:</p> <p>$\text{A} (-) \text{Na} \text{Na}^+ \text{Co}^{2+} \text{Co} (+) \text{K}$</p> <p>2. На основании стандартных электродных потенциалов (таблица 4 приложения) определите, какой из следующих гальванических элементов имеет наибольшую ЭДС:</p> <p>а) $\text{Zn} \text{Zn}^{2+} \text{Ni}^{2+} \text{Ni}$; б) $\text{Cd} \text{Cd}^{2+} \text{Ni}^{2+} \text{Ni}$</p> <p>в) $\text{Al} \text{Al}^{3+} \text{Ni}^{2+} \text{Ni}$; г) $\text{Mg} \text{Mg}^{2+} \text{Ni}^{2+} \text{Ni}$.</p> <p>Решение.</p> <p>ЭДС гальванического элемента можно рассчитать как разность потенциалов:</p> <p>$\text{ЭДС} = E_{\text{К}} - E_{\text{А}}$</p> <p>Данные гальванические элементы составлены из стандартных электродов, поэтому:</p> <p>а) $\text{ЭДС} = E^0 \text{Ni} \text{Ni}^{2+} - E^0\text{Zn} \text{Zn}^{2+} = -0,250 - (-0,763) = 0,513 \text{ В}$;</p> <p>б) $\text{ЭДС} = E^0 \text{Ni} \text{Ni}^{2+} - E^0\text{Cd} \text{Cd}^{2+} = -0,250 - (-0,403) = 0,153 \text{ В}$;</p> <p>в) $\text{ЭДС} = E^0 \text{Ni} \text{Ni}^{2+} - E^0\text{Al} \text{Al}^{3+} = -0,250 - (-1,663) = 1,413 \text{ В}$;</p> <p>г) $\text{ЭДС} = E^0 \text{Ni} \text{Ni}^{2+} - E^0\text{Mg} \text{Mg}^{2+} = -0,250 - (-2,363) = 2,113 \text{ В}$.</p> <p>В случае г) ЭДС гальванического элемента будет наибольшей.</p> <p>3. Вычислите электродный потенциал магния погруженного в раствор MgSO_4 с концентрацией ионов Mg^{2+}, равной 0,01 моль/л.</p> <p>Решение:</p> |
|-----|---------|-------------------------|---|

Вычисление электродного потенциала металла при любой концентрации его ионов (моль/л) в растворе производится по уравнению Нернста. Для магниевого электрода:

$$E = E_0 + \frac{RT}{zF} \ln c = -2,363 + \frac{0,059}{2} \lg 0,01 = -2,422 \text{ В.}$$

4. Вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из двух электродов: $\text{Ti} | \text{Ti}^{2+} (0,01 \text{ моль/л}) || \text{Ni}^{2+} (1 \text{ моль/л}) | \text{Ni}$.

Решение:

ЭДС гальванического элемента можно рассчитать как разность потенциалов:

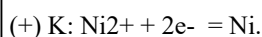
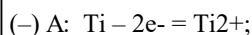
$$\text{ЭДС} = E_{\text{К}} - E_{\text{А}}$$

В данном гальваническом элементе катод - $\text{Ni}^{2+} | \text{Ni}$, а анод - $\text{Ti} | \text{Ti}^{2+}$.

Схема гальванического элемента:



Процессы на электродах:



По уравнению Нернста рассчитываем значение электродного потенциала анода.

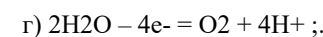
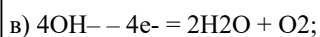
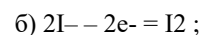
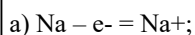
$$E_{\text{Ti} | \text{Ti}^{2+}} = E_0_{\text{Ti} | \text{Ti}^{2+}} + \frac{RT}{zF} \ln c = -1,630 + \frac{0,059}{2} \lg 0,01 = -1,689 \text{ В};$$

Значение электродного потенциала катода равно величине стандартного электродного потенциала никелевого электрода, так как концентрация ионов Ni^{2+} в растворе составляет 1 моль/л.

$$E_{\text{Ni} | \text{Ni}^{2+}} = E_0_{\text{Ni} | \text{Ni}^{2+}} = -0,250 \text{ В};$$

$$\text{ЭДС} = -0,250 - (-1,689) = 1,439 \text{ В.}$$

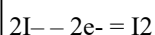
5. Какой из следующих процессов протекает при электролизе водного раствора NaI на графитовом аноде?



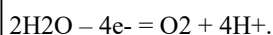
Решение:

При электролизе водных растворов солей в нейтральной среде на аноде возможны два процесса окисления:

1. процесс окисления анионов соли (кислотного остатка) :



2. процесс электрохимического окисления молекул воды:



В данном случае на аноде при электролизе будут окисляться иодид-анионы, т.к. для электрохимического окисления воды необходима

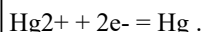
большая положительная поляризация анода.

Ответ: $2I - 2e = I_2$

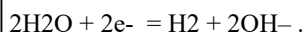
6. Какое вещество и в каком количестве выделится на катоде при электролизе раствора $Hg(NO_3)_2$ (анод графитовый) в течение 10 минут при силе тока 8А?

Решение:

При электролизе водных растворов солей в нейтральной среде на катоде возможно протекание двух восстановительных процессов. Один из них – восстановление катионов металла:



Другой возможный процесс – восстановление водорода из молекул воды:



В данном случае на катоде будут восстанавливаться катионы ртути, т.к. этот металл входит в группу малоактивных металлов, и для его восстановления необходима меньшая отрицательная поляризация электрода, чем для восстановления водорода.

На катоде: $Hg^{2+} + 2e^- = Hg$;

Количество выделившейся ртути, согласно законам Фарадея, равно:

$$m_{Hg} = I t (\text{сек}) \cdot 8 \cdot 600 = 5 \text{ г.}$$

1 Кинетика электродных процессов. Связь между скоростью химической и электрохимической реакции. Поляризационная кривая электродного процесса.

2 Поляризация электрода. ЭДС поляризации. Понятие о компромиссном (бестоковом) потенциале.

3 Стадии электродного процесса. Понятие лимитирующей стадии электродного процесса.

4 Механизмы массопереноса вещества к поверхности электрода.

5 Методы получения поляризационных кривых и их анализ.

6 Понятие о перенапряжении электродного процесса. Виды перенапряжений.

7 Понятие о диффузионном перенапряжении. Диффузионный слой.

8 Основные уравнения диффузионной кинетики.

9 Решений уравнений диффузионной кинетики для условий стационарной диффузии.

10 Диффузионное перенапряжение для процесса анодного растворения металлов.

Причины, вызывающие появление предельных токов.

11 Перенапряжение с учетом миграции.

12 Решение

уравнений

диффузионной

кинетики

восстановительных реакций.

13 Потенциал полуволны. Уравнение полярографической волны и его анализ.

14 Способы снижения диффузионного перенапряжения. Роль диффузионного перенапряжения в прикладной электрохимии.

15 Теория конвективной диффузии.

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>16 Вращающийся дисковый электрод и вращающийся дисковый электрод с кольцом.</p> <p>17 Перенапряжение электрохимической стадии. Использование принципа Бренстеда в теории электрохимического перенапряжения.</p> <p>18 Основные уравнения теории замедленного разряда.</p> <p>19 Решение уравнения Фольмера для области больших, малых перенапряжений, относительно равновесных условий.</p> <p>20 Коэффициент переноса, плотность тока обмена, стандартная плотность тока обмена, константа скорости электродного процесса. Способы определения и вычисления.</p> <p>21 Поляризационная кривая при замедленной стадии переноса заряда в координатах потенциал- логарифм плотности тока.</p> <p>22 Поляризационная кривая при электрохимическом перенапряжении в координатах Есина - Маркова.</p> <p>23 Влияние строения ДЭС на скорость стадии разряда-ионизации.</p> <p>24 Уравнение Тафеля. Физический смысл констант уравнения Тафеля, способы их определения.</p> <p>25 Стадийность электрохимического акта. Кинетические уравнения для двухэлектронной реакции.</p> <p>26 Стадийные электрохимические реакции с переносом z электронов ($Z > 2$).</p> <p>27 Кажущиеся коэффициенты переноса. Определение замедленной стадии на основании анализа поляризационной кривой при стадийном переносе электронов.</p> <p>28 Стадийные электродные реакции с кратным повторением замедленной стадии.</p> <p>Стехиометрическое число электродной реакции.</p> <p>Изменить Удалить КМ2 Контрольная работа</p> <p>2 1 Электрохимические реакции, включающие быстрые химические стадии. Порядок электрохимической реакции.</p> <p>2 Методы определения порядков электрохимических реакций.</p> <p>3 Теория элементарного акта Гориучи - Поляни.</p> <p>4 Влияние материала электрода и природы растворителя на энергию активации стадии разряда – ионизации.</p> <p>5 Недостатки теории элементарного акта Гориучи – Поляни.</p> <p>6 Теория реорганизации растворителя.</p> <p>7 Связь между идеальной и реальной энергией активации. Зависимость энергии активации от перенапряжения.</p> <p>8 Безбарьерные и безактивационные электрохимические реакции. Условия их протекания.</p> <p>9 Основные закономерности смешанной кинетики.</p> <p>10 Общая характеристика реакционного (химического) перенапряжения.</p> <p>11 Реакционное перенапряжение при замедленности гетерогенного химического перенапряжения.</p> <p>12 Реакционное перенапряжение при замедленности гомогенного химического перенапряжения. Предельная плотность тока химической реакции.</p> <p>13 Определение порядков химической реакции.</p> <p>14 Возможные пути и стадии катодного выделения водорода.</p> <p>15 Общие закономерности катодного выделения водорода.</p> <p>16 Влияние состава раствора на перенапряжение выделения водорода.</p> <p>17 Рекомбинационная теория водородного перенапряжения.</p> <p>18 Электрохимический механизм удаления адсорбированного водорода.</p> <p>19 Кинетика выделения кислорода из водных растворов.</p> <p>20 Возможные механизмы анодного образования кислорода.</p> <p>Установление природы</p> |
|--|--|--|

| | | | <p>замедленной стадии.</p> <p>21 Влияние строения ДЭС на кинетику выделения кислорода.</p> <p>22 Роль адсорбции органических веществ в кинетике электродных процессов.</p> <p>23 Кинетика электрохимического восстановления кислорода в кислой среде.</p> <p>24 Кинетика электрохимического восстановления кислорода в щелочной среде.</p> <p>25 Кинетика реакций электрохимического окисления и восстановления.</p> <p>26 Теория процессов электрохимического окисления и восстановления. Присоединение электронов как скорость определяющая стадия.</p> <p>27 Кинетика окислительно-восстановительных процессов с участием адсорбированных атомов водорода.</p> <p>28 Присоединение активированных ионов водорода как скорость определяющая стадия процесса электровосстановления.</p> <p>29 Основные положения совмещенных электродных реакций.</p> |
|---|------------------|------------------------------------|--|
| 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.) | | | |
| Код работы | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы |
| P1 | Домашнее задание | ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1 | <p>Домашняя работа «Химическая кинетика» Вариант № 1</p> <p>1. Записать закон действующих масс для прямой и обратной реакций. Как изменятся скорости прямой и обратной реакций, в каком направлении сместится равновесие при увеличении давления в системе в 2 раза? В каком направлении сместится равновесие при повышении температуры? Записать выражение константы равновесия для каждой системы. Система первая: $2\text{NO}_2(\text{г}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{г}) + \text{Q}$ Система вторая: $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{C}(\text{к}) = 2\text{CO}(\text{г}) - \text{Q}$</p> <p>2. Константа химического равновесия для реакции $\text{CO}(\text{г}) + \text{C}_{12}(\text{г}) = \text{COC}_{12}(\text{г})$ равна 39,4. Вычислить начальную концентрацию хлора, если в состоянии равновесия концентрации CO и COC_{12} были равны соответственно 0,2 и 0,8 моль/л.</p> <p>Домашняя работа «Химическая кинетика» Вариант №2</p> <p>1. Записать закон действующих масс для прямой и обратной реакций. Как изменятся скорости прямой и обратной реакций, в каком направлении сместится равновесие при увеличении давления в системе в 2 раза? В каком направлении сместится равновесие при повышении температуры? Записать выражение для константы равновесия для каждой системы. Система первая: $2\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) = \text{CH}_4(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) + \text{Q}$ Система вторая: $2\text{Mg}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г}) = 2\text{MgO}(\text{к}) + \text{C}(\text{к}) - \text{Q}$</p> <p>2. Начальные концентрации веществ А и В, участвующих в реакции $\text{A}(\text{г}) + 2\text{B}(\text{г}) = 2\text{C}(\text{г})$, равны соответственно 0,3 и 0,5 моль/л. Константа скорости реакции равна 0,4. Найти начальную скорость реакции и скорость по истечении некоторого времени, когда концентрация А уменьшится на 0,1 моль/л.</p> <p>Домашняя работа «Химическая кинетика» Вариант №3</p> <p>1. Записать закон действующих масс для прямой и обратной реакций. Как изменятся скорости прямой и обратной реакций, в каком направлении сместится равновесие при увеличении давления в системе в 2 раза? В каком направлении сместится равновесие при повышении температуры? Записать</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>выражение для константы равновесия для каждой системы. Система первая: $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{SO}_3(\text{г}) + \text{Q}$ Система вторая: $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{к}) = \text{NH}_3(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г}) - \text{Q}$</p> <p>2. В каком направлении сместится равновесие реакции $\text{A}(\text{г}) + 2\text{B}(\text{г}) = 2\text{C}(\text{г})$, если давление увеличить в 2 раза и одновременно повысить температуру на 20 градусов? Температурные коэффициенты скоростей прямой и обратной реакции равны соответственно 2 и 3. Домашняя работа «Химическая кинетика» Вариант №4</p> <p>1. Записать закон действующих масс для прямой и обратной реакций. Как изменятся скорости прямой и обратной реакций, в каком направлении сместится равновесие при увеличении давления в системе в 2 раза? В каком направлении сместится равновесие при повышении температуры? Записать выражение для константы равновесия для каждой системы. Система первая: $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \text{Q}$ Система вторая: $\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \text{C}(\text{к}) = \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) + \text{Q}$</p> <p>2. Две реакции протекают с одинаковой скоростью при температуре 30 °С. Температурный коэффициент скорости первой реакции равен 2, а второй реакции равен 3. Найти отношение этих скоростей при 10 и при 60 °С.</p> <p>Домашняя работа «Химическая кинетика» Вариант №5</p> <p>1. Записать закон действующих масс для прямой и обратной реакций. Как изменятся скорости прямой и обратной реакций, в каком направлении сместится равновесие при увеличении давления в системе в 2 раза? В каком направлении сместится равновесие при повышении температуры? Записать выражение для константы равновесия для каждой системы. Система первая: $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}(\text{г}) + \text{Q}$ Система вторая: $\text{PbO}(\text{к}) + \text{CO}(\text{г}) = \text{Pb}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г}) + \text{Q}$</p> <p>2. Равновесие в системе $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ установилось при следующих концентрациях веществ: $[\text{N}_2]_{\text{р}} = 0,01$ моль/л; $[\text{H}_2]_{\text{р}} = 2$ моль/л; $[\text{NH}_3]_{\text{р}} = 0,4$ моль/л. Вычислить исходные концентрации азота и водорода, а также константу равновесия.</p> <p>Домашняя работа «Химическая кинетика» Вариант №6</p> <p>1. Записать закон действующих масс для прямой и обратной реакций. Как изменятся скорости прямой и обратной реакций, в каком направлении сместится равновесие при увеличении давления в системе в 2 раза? В каком направлении сместится равновесие при повышении температуры? Записать выражение для константы равновесия для каждой системы. Система первая: $\text{CH}_4(\text{г}) + 2\text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \text{Q}^*$ Система вторая: $\text{C}(\text{к}) + 2\text{N}_2\text{O}(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + 2\text{N}_2(\text{г}) + \text{Q}$ Считать, что закон действующих масс выполняется.</p> <p>2. В каком направлении сместится равновесие реакции $\text{A}_2(\text{г}) + \text{B}_2(\text{г}) = 2\text{AB}(\text{г})$, если давление увеличить в 2 раза и одновременно повысить температуру на 10°? Температурные коэффициенты прямой и обратной реакций 2 и 3 соответствен</p> <p>Домашняя работа по теме: «Электрохимия. Свойства металлов». Вариант №1</p> <p>1. Составить схему гальванического элемента из Mg ($E^\circ = -2,36$ В) и Sn ($E^\circ = -0,14$ В), опущенных в растворы их собственных солей с активностью</p> |
|--|--|---|

ионов соответственно 10^{-3} и 10^{-2} моль / л. Записать процессы на электродах. Рассчитать ЭДС для указанных концентраций растворов, а также величину стандартной ЭДС.

2. Составить схему ГЭ из тех же металлов в растворе HCl. Записать процессы на электродах.

3. Составить ГЭ, в котором оба электрода изготовлены из Mg и рассчитать ЭДС этого элемента.

4. Составить схему коррозионного элемента с нарушенным покрытием во влажном воздухе.
Основа - сталь ($E^\circ = -0,44$ В). Покрытие - Co ($E^\circ = -0,28$ В); оно используется для реф-лекторов и зеркал вследствие стойкости к истиранию. Указать толщину и тип покрытия.

5. Электролиз проводили в двух последовательно соединенных электролизерах. В одном электролизере на аноде выделилось 11,2 л при н.у. кислорода. Сколько при этом выделилось хлора в другом электролизере?

Домашняя работа по теме: “Электрохимия. Свойства металлов”.

Вариант №2

1. Составить схему гальванического элемента из Al ($E^\circ = -1,66$ В) и Ni ($E^\circ = -0,25$ В), опущенных в растворы их собственных солей с активностью ионов соответственно 10^{-2} и 10^{-3} моль / л. Записать процессы на электродах. Рассчитать ЭДС для указанных концентраций растворов, а также величину стандартной ЭДС.

2. Составить схему ГЭ из тех же металлов в растворе HCl. Записать процессы на электродах.

3. Составить ГЭ, в котором оба электрода изготовлены из Mn и рассчитать ЭДС этого элемента.

4. Составить схему коррозионного элемента с нарушенным покрытием во влажном воздухе.
Основа - сталь ($E^\circ = -0,44$ В). Покрытие - In ($E^\circ = -0,33$ В); оно используется для придания антифрикционных свойств. Указать толщину и тип покрытия.

5. Сколько выделится цинка из раствора ZnSO₄, если на катоде в течение 10 минут при силе тока 10 А одновременно выделилось 0,035 л водорода при н.у.?

Домашняя работа по теме: “Электрохимия. Свойства металлов”.
Вариант №3

1. Составить схему гальванического элемента из Mn ($E^\circ = -1,18 \text{ В}$) и Cd ($E^\circ = -0,40 \text{ В}$), опущенных в растворы их собственных солей с активностью ионов соответственно 10^{-4} и 10^{-2} моль / л. Записать процессы на электродах. Рассчитать ЭДС для указанных концентраций растворов, а также величину стандартной ЭДС.
2. Составить схему ГЭ из тех же металлов в растворе HCl . Записать процессы на электродах.
3. Составить ГЭ, в котором оба электрода изготовлены из Zn и рассчитать ЭДС этого элемента.
4. Составить схему коррозионного элемента с нарушенным покрытием во влажном воздухе. Основа - Mo ($E^\circ = -0,20 \text{ В}$). Покрытие - Re ($E^\circ Re^{3+} / Re = +0,30 \text{ В}$); оно используется для покрытия термопар и нитей накаливания. Указать толщину и тип покрытия.
5. При электролизе соли некоторого металла за 4 часа 10 секунд выделилось 40,975 г металла при силе тока 5 А и выходе по току 98 %. Что это за металл?

Домашняя работа по теме: “Электрохимия. Свойства металлов”.

Вариант №4

1. Составить схему гальванического элемента из Zn ($E^\circ = -0,76 \text{ В}$) и In ($E^\circ = -0,34 \text{ В}$), опущенных в растворы их собственных солей с активностью ионов соответственно 10^{-3} и 10^{-2} моль / л. Записать процессы на электродах. Рассчитать ЭДС для указанных концентраций растворов, а также величину стандартной ЭДС.
2. Составить схему ГЭ из тех же металлов в растворе HCl . Записать процессы на электродах.
3. Составить ГЭ, в котором оба электрода изготовлены из Fe и рассчитать ЭДС этого элемента.
4. Составить схему коррозионного элемента с нарушенным покрытием во влажном воздухе. Основа - сталь ($E^\circ = -0,44 \text{ В}$). Покрытие - Ga ($E^\circ Ga^{2+} / Ga = -0,46$); оно используется для подшипников качения, работающих при высоких температурах. Указать толщину и тип покрытия.
5. Определить выход по току водорода, если при токе силой 5 А из раствора $NiSO_4$ на катоде выделилось 5,9 г никеля в течение 67 минут.

Домашняя работа по теме: “Электрохимия. Свойства металлов”.

Вариант №5

1. Составить схему гальванического элемента из Fe ($E^\circ = -0,44$ В) и Co ($E^\circ = -0,28$ В), опущенных в растворы их собственных солей с активностью ионов соответственно 10^{-3} и 10^{-4} моль / л. Записать процессы на электродах. Рассчитать ЭДС для указанных концентраций растворов, а также величину стандартной ЭДС.
2. Составить схему ГЭ из тех же металлов в растворе HCl. Записать процессы на электродах.
3. Составить ГЭ, в котором оба электрода изготовлены из Cd и рассчитать ЭДС этого элемента.
4. Составить схему коррозионного элемента с нарушенным покрытием в кислой среде.
Основа - медь ($E^\circ = +0,34$ В). Покрытие - Ge ($E^\circ \text{ Ge}^{2+} / \text{Ge} = +0,01$ В); оно используется для придания поверхности полупроводниковых свойств. Указать толщину и тип покрытия.
5. Через раствор CuCN пропускали ток силой 0,1 а в течение 2 часов. На катоде выделилось 0,375 г меди. Определить выход по току.

Домашняя работа по теме: “Электрохимия. Свойства металлов”.

Вариант №6

1. Составить схему гальванического элемента из Cu ($E^\circ = +0,34$ В) и Pd ($E^\circ = +0,99$ В), опущенных в растворы их собственных солей с активностью ионов соответственно 10^{-4} и 10^{-2} моль / л. Записать процессы на электродах. Рассчитать ЭДС для указанных концентраций растворов, а также величину стандартной ЭДС.
2. Составить схему ГЭ из тех же металлов в растворе HCl. Записать процессы на электродах.
3. Составить ГЭ, в котором оба электрода изготовлены из Co и рассчитать ЭДС этого элемента.
4. Составить схему коррозионного элемента с нарушенным покрытием в кислой среде.
Основа - сталь ($E^\circ = -0,44$ В). Покрытие - Mo ($E^\circ \text{ Mo}^{3+} / \text{Mo} = -0,20$ В); оно используется для защиты в средах соляной и серной кислот. Указать толщину и тип покрытия.

| | | | |
|----|------------------------|-----------------|--|
| | | | 5. Сколько щелочи выделится в прикатодном пространстве при электролизе раствора LiCl в течение 3 часов 10 минут 10 секунд током силой 8 А? |
| P2 | Практические занятия 2 | ПК-2-У1;ПК-2-В1 | Расчёты напряжения разложения |
| P3 | Практические занятия 1 | ПК-2-У1;ПК-2-В1 | Решение задач на законы Фарадея |
| P4 | Практические занятия 3 | ПК-2-У1;ПК-2-В1 | Расчёты основных термодинамических функций по величине ЭДС |
| P5 | Практические занятия 4 | ПК-2-У1;ПК-2-В1 | Расчет количества электролизеров и электролизных серий в цехе для обеспечения его годовой производительности. Расчет срока службы анодов и их удельного расхода на 1т получаемого алюминия. Расчёты основных термодинамических функций по величине ЭДС. Расчет годовой производительности по алюминию одного электролизера и удельного расхода электроэнергии на 1т получаемого металла. |
| P6 | Практические занятия 5 | ПК-2-У1;ПК-2-В1 | Расчёты параметров электрохимической кинетики. Расчёты параметров диффузионной кинетики. Расчёт состава сплава. |

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По курсу предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 3-х теоретических вопросов. Билеты хранятся на кафедре.

Примеры экзаменационных вопросов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Принципы электролитического рафинирования алюминия. Какие примеси остаются в аноде, а какие остаются в расплаве?
2. Диффузионная поляризация. Предельный ток диффузии?
3. Магнийвый электролизер на силу тока 140 кА работает со средним выходом по току -80%.(Принять равным для анодного и катодного процессов). Содержание магния в получаемом металле – сырце 99,5%.
Сколько магния-сырца и хлора может быть получено за один год его непрерывной работе?

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|--|------------------|-------------------------------|
| Л1.1 | Москвитин В. И., Николаев И. В., Фомин Б. А. | Металлургия легких металлов: учебник для студ. вузов спец. 'Металлургия цв. металлов' | Библиотека МИСиС | М.: Интермет инжиниринг, 2005 |
| Л1.2 | Николаев И. В., Москвитин В. И., Фомин Б. А. | Металлургия легких металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия', спец. 'Металлургия цвет. металлов' | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1997 |
| Л1.3 | Ветюков М. М., Цыплаков А. М., Школьников С. Н. | Электрометаллургия алюминия и магния: учебник для вузов по спец. 'Металлургия цв. металлов' | Библиотека МИСиС | М.: Metallurgy, 1987 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|---|------------------|-------------------|
| Л1.4 | Москвитин Владимир Иванович | Теория электрометаллургических процессов: учеб. пособие для практ. занятий для спец. 0402, 0635 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1986 |
| Л1.5 | Гульдин Иван Тимофеевич, Сидорин Г. Н. | Металлургия легких металлов: Учеб. пособие для практ. занятий для студ. спец. 11.02 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1988 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|---|------------------------|--|
| Л2.1 | Левин А. И. | Теоретические основы электрохимии: учебное пособие | Электронная библиотека | Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1963 |
| Л2.2 | Зайков Ю. П., и др. | Электрохимия расплавленных солей: учебно-методическое пособие | Электронная библиотека | Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014 |
| Л2.3 | Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П. | Электрохимия и химическая кинетика: учебное пособие | Электронная библиотека | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014 |
| Л2.4 | Скорчеллетти В. В. | Теоретическая электрохимия | Библиотека МИСиС | Л.: Химия, 1970 |
| Л2.5 | Антропов Л. И. | Теоретическая электрохимия: Учебник для студ. вузов | Библиотека МИСиС | М.: Высш. шк., 1984 |
| Л2.6 | Баймаков Ю. В., Журин А. И. | Электролиз в гидрометаллургии: Учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Металлургия цв. металлов' | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1977 |
| Л2.7 | Томилин Игорь Аркадьевич, Белашенко Давид Кириллович, Минаев Юрий Алексеевич, др., Томилин Игорь Аркадьевич | Физическая химия: (Термохимия, электрохимия, электропроводность растворов электролитов): Лаб. практикум для студ. спец. 0204, 0401-0407, 0413, 0414, 0604, 0629, 0643 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1984 |
| Л2.8 | Андреев Юрий Яковлевич | Физико-химия металлов и неметаллических материалов: Разд.: Электрохимия металлов и сплавов: Курс лекций | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1993 |
| Л2.9 | Андреев Лев Алексеевич, Новикова Елена Александровна, Малютин Галина Леонидовна, Бокштейн Борис Самуилович | Физическая химия: Разд.: Электрохимия: Метод. указания по выполнению дом. задания для студ. спец. 090300, 110200, 110500, 111000, 330100, 330200 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1998 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|----|--|---|
| Э1 | | https://www.elibrary.ru/defaultx.asp |
| Э2 | | https://www.fips.ru/ |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|--------------------------|
| П.1 | Win Pro 10 32-bit/64-bit |
| П.2 | Microsoft Office |
| П.3 | LMS Canvas |

| | |
|---|---|
| П.4 | MS Teams |
| 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных | |
| И.1 | https://elibrary.ru/defaultx.asp |
| И.2 | https://www.fips.ru/ |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------------------------------------|--|---|
| К-541 | Учебная аудитория | проектор с экраном, доска маркерная, монитор, системный блок; реактор высокого давления Pollux; печь муфельная ТЕРМИКС; мешалка лабораторная ИКА, комплект учебной мебели |
| Читальный зал электронных ресурсов | | комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. |
| М-102 | Учебная аудитория | Комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, ноутбуки с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| К-541 | Учебная аудитория | проектор с экраном, доска маркерная, монитор, системный блок; реактор высокого давления Pollux; печь муфельная ТЕРМИКС; мешалка лабораторная ИКА, комплект учебной мебели |
| Любой корпус Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Любой корпус Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов "название дисциплины".

Предусматриваются домашние задания по различным разделам курса в форме подготовки мультимедийных докладов.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме;
- использование при проведении занятий активных форм обучения - учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к основополагающим и требует значительного объема самостоятельной работы.

Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации.

При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения практических занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудиосопровождением и доступом к сети Интернет. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину, при численности студентов до 30 человек рекомендуется аудитория 541, при численности менее 14 человек - 541.