

808 电化学原理 考试大纲

一、考试性质与范围

1. 本课程是储能科学与工程、化学、应用化学、能源化学、化学工程与工艺、能源化学工程、冶金工程、材料科学与工程、新能源材料与器件、新能源科学与工程等专业本科生必修课程，是一门重点介绍电化学原理基本理论、基本方法及若干应用的专业基础课。

2. 通过本课程的学习使学生理解掌握电极反应的各类分部步骤，主要包括电极过程动力学和物质传递，并学会使用各类反应步骤的研究方法。进一步地，从电化学视角来加深了解如原电池、电解池等典型电化学过程的运行原理，应用电化学原理知识分析这些学科所遇到的实际问题。在此基础上，不断地向相关学科渗透，逐步拓宽冶金工程及储能科学与工程专业本科生的学术视野。

二、考试基本要求

在考查学生掌握电化学基本概念和基础理论的同时，注重考查学生运用相关基础知识发现问题、分析问题和解决问题的能力。

要求学生牢固地掌握电化学原理的基本概念和基本原理，能够正确熟练地计算不同体系下电极过程的反应过电位、电流密度等，采用适合的电化学方法分析电极过程的反应机理，具有发现、分析和解决电化学领域相关问题的能力。

三、考试内容

电化学原理的基本概念、基础理论、热力学与动力学过程及其在二次电池、电镀、氢能等相关领域的应用。主要包括：

（一）电化学反应特点、概念及电化学热力学基本定律

1. 电化学反应特点的描述；不同电化学体系的原理（原电池、电解池及腐蚀电池）。

2. 电化学基本电极过程的步骤；速率控制步骤及准平衡态的理解。

3. 法拉第定律。

4. 应用能斯特方程式计算。

5. 第一类导体与第二类导体、阳极与阴极、正极与负极的基本概念。
6. 可逆电极过程与不可逆电极过程。
7. 极化、阳极过电势与阴极过电势。

(二) 电极/溶液界面的结构与性质

1. 相间电位

相间电位的可能情形；理想极化电极与理想不极化电极及其应用举例；绝对电极电位与相对电极电位；界面双电层的等效电路分析；微分电容曲线讨论。

2. 电极/溶液界面双电层模型

- 1) 三种主要的界面双电层结构模型描述。
- 2) Stern 模型界面双电层内的离子分布示意图、电极电势的分布示意图；Stern 模型的不足之处。
- 3) 零电荷电位。

(三) 电极过程动力学

1. 电荷转移步骤动力学

- 1) 电极电位改变如何影响电化学反应速度（电极电位改变对反应活化能的影响）。
- 2) 电子转移步骤的基本动力学参数：传递系数、交换电流密度；电极反应速度常数。
- 3) 稳态电化学极化规律：Butler - Volmer 公式的推导过程；高、低过电位下的电化学极化规律的掌握。
- 4) 应用 Tafel 公式、线性方程进行相关过电位、电流密度、交换电流密度等的计算。

2. 液相传质过程动力学

- 1) 液相传质的三种方式。
- 2) Fick 第一定律、极限扩散电流密度。
- 2) 理想稳态扩散下电流密度与极限扩散电流密度计算；真实条件下稳态扩散特征；扩散层有效厚度。
- 3) 稳态浓度极化公式与极化曲线；浓差极化特征及判别。
- 4) 恒电位条件与恒电流条件下的非稳态扩散过程：扩散层有效厚度、过渡

时间。

5) 电化学极化与浓差极化共存时的规律: Butler - Volmer 公式基础上, 混合控制时的动力学公式; 不同电流密度下电极极化特点的分析 (i_c 、 i_d 、 i^0 之间大小关系分析)。

(四) 电化学原理应用

1. 电解工艺

1) 电镀体系: 络合剂、添加剂和导电剂等; 电镀槽结构; 电流效率计算。

2) 电极过程: 电沉积的条件; 电结晶动力学; 欠电势沉积; 阳极溶解及钝化机制; 电流密度与阴极沉积镀层的关系。

2. 二次电池

1) 二次电池: 二次电池基本原理; 二次电池特性, 包括容量、能量密度、功率、循环寿命、充放电曲线等。

2) 电池体系: 二次电池正负极材料选取; 固体电解质、电解液及添加剂特性; 隔膜、粘结剂、导电剂和集流体。

3) 界面反应: 电极界面电化学反应模型; 充放电机理; 等效电路模型; 锂离子电池应用实例分析。

3. 氢能

1) 燃料电池体系: 燃料电池构建及基本原理; 燃料电池效率及其影响因素。

2) 质子交换膜: 质子膜结构及类型。

3) 膜电极: 电催化机制; 电催化剂种类特点及其制备; 气体扩散电极的扩散层特性; 燃料电池应用实例分析。

四、主要参考书

1) 李荻, 李松梅编著, 电化学原理 (第四版), 北京航空航天大学出版社, 2021 年 8 月

2) 查全性等编著, 电极过程动力学导论 (第三版), 科学出版社, 2002 年 6 月