

《应用电化学》教学大纲

课程性质：专业方向课程

先修课程：物理化学、有机化学
电极过程动力学

总学时：34

学分：2

理论学时：32

讨论学时：2（无课程实验）

开课学院：化学与材料科学学院

适用专业：化学教育、应用化学、
材料化学

大纲执笔人：杜金艳

大纲编写时间：2006年8月

教研室主任审核：吴华强

教学院长审定：朱昌青

一、说明

1、课程的性质、地位和任务

《应用电化学》是高等院校应用化学专业的一门主要专业方向课程。本课程目的是在已学过一些先修课程（物理化学、有机化学 电极过程动力学）的基础上，运用数学、物理的有关理论、方法和电化学基本原理，解决科学研究和生产实际中涉及电化学应用领域内有关金属腐蚀、金属电沉积及化学电源等方面的实际问题。其任务是使学生了解各种化学电源的基本原理、结构和制造过程，以及利用电解制造金属、电镀层和各种不同化学产品的可能途径。为学生将来从事电化学工业领域工作、科学研究及开拓新技术打下坚实基础。《应用电化学》主要内容：（1）电化学基础（2）化学电源；（3）金属表面精饰；（4）无机物的电解工业；（5）有机物的电解合成；（6）电化学腐蚀与防护。

2、课程教学的基本要求

（1）通过本课程的学习，使学生了解电化学基础知识及基本原理，初步学会分析和解决电化学应用领域中各种实际问题的能力。

（2）通过教学的各个环节，要求学生了解化学能转变为电能的过程，以及利用电能制造金属，电镀层和各种不同化学产品的可能途径。

(3) 通过课内教学、讨论，培养学生具备坚实的专业基础知识，对电化学工业领域有深刻的了解。

3、本课程的重点与难点

重点：本课程的有关基本理论和基本概念，常用化学电源的种类及充放电原理，有机、无机电解工业的原理及工艺，金属的表面修饰和金属的腐蚀及防腐。

难点：电化学的基本原理，有机、无机电解原理，金属防腐

二、课堂教学时数及课后作业题型分配

章 目	教 学 内 容	教 学 时 数	教 学 方 式 或 手 段	课 后 作 业	
				思 考 题	练 习 题
一	电化学理论基础	8	讲授	√	
二	化学电源	6	讲授(讨论)	√	
三	金属表面精饰	6	讲授	√	
四	无机物的电解工业	6	讲授	√	
五	有机物的电解合成	4	讲授	√	
六	电化学腐蚀与防护	4	讲授(讨论)	√	
合 计		34			

三、本文

第一章 电化学理论基础

【教学目的】

通过本章教学，使学生明确应用电化学的学科性质、基本内容和学习意义，掌握电化学的相关基础理论知识。了解本门课程的教学要求和学习方法。

【重点难点】

电化学的相关基础理论知识，重点掌握电化学的研究方法，电化学过程热力学和法拉第过程。

第一节 电化学体系的基本单元

一、电极 二、隔膜 三、电解质溶液 四、电解池的设计与安装

第二节 电化学过程热力学

一、可逆电化学过程的热力学 二、不可逆电化学过程的热力学

第三节 M/S 界面的性能

- 一、电极的电容和电荷 二、双电层理论概要

第四节 影响电极反应速度的因素

- 一、电极反应种类和机理
二、影响电极反应速度的因素及电极的极化

第五节 电化学研究方法

- 一、稳态和暂态 二、点位扫描技术——循环伏安法
三、控制点位技术——单电势阶跃法
四、控制电流技术——恒电流电解 五、光谱电化学方法

【思考题】

- 1、试推导下列各电极反应的类型及电极反应的过程。
 - (1) $Ce^{4+} + 2e \rightarrow Ce^{2+}$
 - (2) $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$
 - (3) $Ni^{2+} + 2e \rightarrow Ni$
 - (4) $MnO_2(s) + e + H_2O \rightarrow MnOOH(s) + OH^-$
- 2、试说明参比电极应具有的性能和用途。
- 3、试描述双电层理论的概要。
- 4、试推导高正超电势 $\eta - I$ 关系式，并同 Tafel 方程比较。
- 5、简述你所了解的电化学研究方法。

第二章 化学电源

【教学目的】

通过本章教学，使学生明确化学电源的分类，各种化学电池的构造、性能及充放电过程及原理。了解当前化学电池的研究进展和前沿。

【重点难点】

运用电化学理论的相关知识，解释各种化学电池的充放电原理，尤其是锂电池的特殊性。

第一节 概述

- 一、主要术语 二、化学电源的主要性能
三、化学电源的选择和应用

第二节 一次电池

- 一、一次电池的通性及应用 二、碱性锌锰电池
三、其他几种锌一次电池 四、锂电池

第三节 二次电池

- 一、二次电池的一般性质及应用 二、铅酸蓄电池
三、碱性 Ni/Cd 电池 四、氢镍电池 五、锂电池和锂离子电池

第四节 燃料电池

- 一、燃料电池的历史和发展 二、燃料电池的特点和分类
三、国内外燃料电池的研究现状

【思考题】

- 1、试写出下列电池的电极反应、成流反应以及电解液和集电器名称：
 - (1) 碱性锌-锰原电池
 - (2) 锂-二氧化锰原电池
 - (3) 锌-氧化汞电池
 - (4) 碱性镍-镉电池
 - (5) 氢镍蓄电池
 - (6) 氢氧燃料电池
- 2、试依据热力学数据计算碱性锌-空气电池的理论容量、电池的电动势。
- 3、试叙述燃料电池的类型及特点。
- 4、请写出铅酸蓄电池的电极反应和成流反应，并叙述影响其寿命和容量减小的原理及铅酸蓄电池的改进方法。

第三章 金属表面精饰

【教学目的】

通过本章教学，使学生掌握金属电沉积原理及金属电沉积过程中表面活性物质的作用，电镀生产工艺和几种典型的电镀过程，金属的阳极氧化。

【重点难点】

金属电沉积原理，金属的阳极氧化

第一节 金属电沉积原理

- 一、简单金属离子的还原 二、金属络离子的还原
三、金属共沉积原理 四、金属电沉积过程中表面活性物质的作用

第二节 电镀工艺

- 一、镀层的主要性能 二、影响镀层质量的因素

三、电镀生产工艺 四、几种典型的电镀过程

第三节 金属的阳极氧化

一、金属阳极氧化原理 二、铝的阳极氧化 三、钛的阳极氧化

【思考题】

- 1、试叙述影响电镀层质量的因素
- 2、试叙述电镀过程中添加剂的作用原理。
- 3、试叙述电镀生产的主要工艺对电镀质量的影响。
- 4、写出酸性光亮镀铜、镀亮镍和镀铬的电极反应，并简要说明镀液中各成分的作用。
- 5、在铝的阳极氧化中分别要得到厚层和薄层氧化物膜对应的电解质条件、温度条件和电流密度条件各是什么？并说明原因。

第四章 无机物的电解工业

【教学目的】

通过本章教学，使学生掌握典型的无机物电解工业，包括氯碱工业，氯酸盐、高氯酸盐的电解合成，锰化合物的电解合成以及电解法生产过氧化氢等，掌握这些工艺的原理，工艺流程及电解过程中应注意的问题等。

【重点难点】

氯碱工业三种电解生产方法，尤其是离子膜电解法；氯酸钠，高氯酸钠的电解工艺。

第一节 概述

第二节 氯碱工业

一、隔膜槽电解法 二、汞槽电解法 三、离子膜电解法

四、氯碱工业未来发展的展望

第三节 氯酸盐和高氯酸盐的电合成

一、氯酸钠 二、高氯酸钠

第四节 锰化合物的电解合成

一、电解 MnO_2 二、高锰酸钾

第五节 电解法生产过氧化氢

【思考题】

- 1、试比较氯碱工业中三种不同电解槽的优缺点。

2、试写出下列无机电合成的电极反应和总反应。

(1) 水银式电解槽制备 Cl_2 和 $NaOH$

(2) 氯酸甲的电合成

(3) 二氧化锰的电合成

(4) 碱性介质中电解水

(5) 高氯酸钠的电合成

(6) 由 MnO_2 的锰矿电解合成 $KMnO_4$

3、氯碱工业中在阴极的改进方面，人们试用氧化还原反应代替 H^+

的析出反应，即用阴极反应： $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e = 2OH^-$ ， $\varphi^{\ominus} = 0.401V$ ，

代替析氢反应。

(1) 试写出改进前的电极反应和总反应

(2) 阴极反应改进后，理论分解电压降低多少？

(3) 理论上，每生产 1 吨 $NaOH$ 将节约多少电能？

第五章 有机物的电解工业

【教学目的】

通过本章教学，使学生掌握一些典型的无有机物电解工业，如己二腈、苯二酚的电解合成等，掌握电解合成原理，工艺流程及电解过程中应注意的问题等。了解有机化合物的电化学氟化，国内外有机电解合成研究动向。

【重点难点】

己二腈和苯二酚的电解合成法原理和电解方法

第一节 概述

第二节 己二腈的电解合成

一、己二腈的传统生产线路——化学合成法

二、电解合成法原理 三、电解方法 四、新的改进

第三节 苯二酚

第四节 有机化合物的电化学氟化

第五节 有机电解合成研究动向

一、阳极氧化反应 二、阴极还原反应

【思考题】

- 1、有机化合物的电解合成方法有何优缺点？目前比较肯定的或带有方向性的课题有哪些？
- 2、何谓有机化合物的电化学氟化？电氟化过程的基本特征有哪些？
- 3、早期的关于电解法生产己二腈的工业设计，主要的理论依据是什么？20世纪70年代后出现的关于电解合成己二腈的几种改进方法的特点是什么？
- 4、写出电解法生产己二腈的合成反应，试计算生产每吨己二腈的理论能量消耗，若槽电压为 11.65V，电流效率为 80%，试计算实际能耗和能量效率。近年来，经过改进，槽电压已降为 3.84V，相应的数值又如何？

第六章 电化学腐蚀与防护

【教学目的】

通过本章教学，使学生掌握金属腐蚀与防护的意义，电化学腐蚀的原理，以及金属的电化学防腐的方法。

【重点难点】

金属电化学腐蚀的原理，防腐原理

第一节 金属腐蚀与防护的意义

第二节 金属的电化学腐蚀

第三节 腐蚀电池

第四节 金属的电化学防腐蚀

一、金属镀层

二、阳极保护

三、阴极保护

四、缓蚀剂保护

【思考题】

- 1、局部腐蚀只是局部问题，为什么说比均匀腐蚀更为严重？试举例说明孔蚀，晶间腐蚀，应力腐蚀破裂和冲蚀。
- 2、什么叫局部电池和局部电流，它们与局部腐蚀关系如何？试列表对均匀腐蚀和局部腐蚀的特点加以说明。
- 3、试根据金属腐蚀的电化学机理，说明可能的防腐方法，说明阴极保护和阳极保护的异同。
- 4、什么叫缓蚀剂？其防腐机理如何？试说明之。

5、英国在罗马人征服期的遗址发现大量的铁钉（有 1 吨以上）。像山一样的铁的四周几乎都腐蚀了，但放在中心部的铁钉没有腐蚀。叙述不腐蚀与腐蚀的原因。还有在日本埼玉、千叶发现的古喷时代的带有金象眼的铁剑几乎都腐蚀了，说明它与铁钉的情况有何不同？

【课程考试】

本课程考试方式采取闭卷形式。考试成绩(占 70%) + 平时成绩(占 30%)=总评成绩。考试主要考查电化学的基本概念、基本理论和基本知识，测评学生的理解、判断、分析、应用、综合等能力。题型分为选择题、填空题、简答题和计算题。

四、使用教材与教学参考书目

【使用教材】

杨辉，卢文庆：《应用电化学》（高等院校选用教材），科学出版社，2001 年 3 月

【教学参考书目】

1、F.C.Anon,黄慰曾等编译：《电化学与电分析化学》，北京大学出版社，1983 年

2、查全性：《电极过程动力学导论》，科学出版社，2002 年

3、田昭武：《电化学研究方法》，科学出版社，1984 年

4、李国欣：《新型化学电源导论》，复旦大学出版社，1992 年

5、陆兆锷：《电极过程原理和应用》，高等教育出版社，1992 年

6、王光信，张积树：《有机电合成导论》，化学工业出版社，1997 年

7、曹楚南，《腐蚀电化学》，化学工业出版社，1995 年