**《应用电化学实验》实验课程教学大纲**

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**

**一、课程简介**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程中文名** | 应用电化学实验 | | | | | | | |
| **课程英文名** | Applied electrochemistry experiments | | | | | **双语授课** | | □是 ☑否 |
| **课程代码** | 21114033 | **课程学分** | 2 | **总学时数** | | | 48 | |
| **课程类别** | **□**专业基础课程  **□**专业核心课程  **□**专业选修课程  ☑实践必修课程  **□**其他 | **课程性质** | ☑必修  □选修  □其他 | **课程形态** | | | □线上  ☑线下  □线上线下混合式  □社会实践  □虚拟仿真实验教学 | |
| **考核方式** | □闭卷 □开卷 □课程论文 □课程作品 □汇报展示 ☑网络学习  ☑平时实验 □阶段性测试 □平时作业 ☑其他（可多选） | | | | | | | |
| **开课学院** | 材料科学与工程学院 | | **开课**  **系(教研室)** | | 新能源材料与器件系 | | | |
| **面向专业** | 新能源材料与器件专业 | | **开课学期** | | 第5学期 | | | |
| **课程负责人** | 金磊 | | **审核人** | | 童志博 | | | |
| **先修课程** | 物理化学B、无机化学、分析化学、应用电化学 | | | | | | | |
| **后续课程** | 储能材料与器件、能量转换材料与器件、新能源材料设计与制备、化学电源设计、电池回收技术、电池组件生产工艺、能量转换材料与器件实践 | | | | | | | |
| **选用教材** | 王瑞虎. 电化学实验（第1版）[M]. 北京: 化学工业出版社, 2023. | | | | | | | |
| **参考书目** | 1. （德）鲁道夫·霍尔茨（Rudolf·Holze）著．骞伟中, 崔超婕译．实验电化学（第2版）．[M]. 北京: 化学工业出版社, 2023.  2.刘长久, 李延伟, 尚伟. 电化学实验（第1版）[M]. 北京: 化学工业出版社, 2016. | | | | | | | |
| **课程资源** | https://www.icourse163.org/course/XJTU-1206496806 | | | | | | | |
| **课程简介** | 《应用电化学实验》是一门新能源材料与器件专业必修的综合实践课程，此课程重点围绕电化学测量技术、化学电源、金属沉积和腐蚀等开展实验教学，旨在全面提高和培养学生应用电化学综合实验能力。本课程是《应用电化学》课程的一个重要组成部分。通过该门课程的学习，不但可以验证、巩固理论知识，加深对典型电化学实验的理解，而且可以提高实验操作技能、实验设计能力和分析解决实际问题的能力，培养严谨细致、实事求是的科学态度，为后续课程的学习和将来的科研、工作打下基础。 | | | | | | | |

**二、课程目标**

**表1 课程目标**

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **具体课程目标** |
| **课程目标1** | 能陈述应用电化学实验的一般知识，习得应用电化学实验的基本操作技能，能阐明一些基础的电化学测量技术以及典型的化学电源、金属沉积和腐蚀测试技术，能描述最新的应用电化学实验实施方法、实验技术和发展趋势。具备正确观察实验现象、合理处理实验数据、撰写实验报告的初步能力，具备运用应用电化学实验知识、方法和操作技能独立分析和解决应用电化学相关实际问题的能力。 |
| **课程目标2** | 具有较强的自主学习能力，在实验实践中，能提出问题、不断反思，能够综合运用专业基础理论和技术手段分析并解决应用电化学相关领域复杂工程问题，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论，具有一定的创新意识与创新能力。 |
| **课程目标3** | 能够针对应用电化学相关领域复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。 |

**表2 课程目标与毕业要求对应关系**

| **毕业要求** | **指标点** | **课程目标** |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求3：**设计/开发解决方案【M】 | 3.2在新能源材料与器件的工程设计和产品开发过程中，针对储能和能量转换材料的组成、结构、物相、性能以及器件的特定需求，提出有效、合理的设计思路与解决方案。 | 1 |
| **毕业要求4：**研究【H】 | 4.4在储能和能量转换材料的组成、结构、物相、性能以及器件设计和制备等方面，能够结合关键科学知识、工程经验、实验及表征结果等进行分析和解释，并得出有效合理的结论。 | 2 |
| **毕业要求5：**使用现代工具【H】 | 5.2针对储能和能量转换材料的组成、结构、物相、性能以及器件设计和制备等方面所遇到的复杂工程问题，运用材料设计软件、材料制备与结构性能的现代分析仪器，以及材料开发与应用等信息技术工具、工程工具和模拟仿真软件，进行综合分析、计算模拟和设计。 | 3 |

**三、课程教学内容与方法**

**表3课程目标、教学内容和方法对应关系**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 项目来源 | 教学目标（观测点、重难点） | 学时数 | 项目类型 | 要求 | 每组人数 | 教学方法 | 课程目标 |
| 1 | 实验1：循环伏安法测定铁氰化钾的电极反应 | 实验教材 | 1.能阐述循环伏安法的基本原理和实验操作**（重点）**  2.学会固体电极的表面处理方法  3.能复述三电极体系测试原理**（重点）**  4.学会判定电极反应的可逆程度，得出相应的铁氰化钾电化学反应的动力学参数**（重点、难点）**  5.能重复实验步骤，进行数据处理、结果报告和结果分析，撰写实验报告 | 6 | 验证性 | 必做 | 4~6 | 自学  讲授法  演示法  提问法现场指导 | 1，2，3 |
| 2 | 实验2：电解水反应中的交换电流密度测定 | 实验教材 | 1.能阐述电解水反应中测定交换电流密度的意义**（重点）**  2.学会交换电流密度的测试和数据处理方法**（重点、难点）**  3.能复述OER和HER的反应过程  4.学会线性极化曲线的原理和方法**（重点、难点）**  4. 能重复实验步骤，进行数据处理、结果报告和结果分析，撰写实验报告 | 6 | 验证性 | 必做 | 4~6 | 自学  讲授法  演示法  提问法现场指导 | 1，2，3 |
| 3 | 实验3：计时电流法测试金属电结晶成核 | 实验教材 | 1.能阐述计时电流法的基本原理和实验操作**（重点）**  2.能阐述金属电结晶成核的机制模型  3.学会计时电流法测定金属成核过程，获得成核动力学参数**（重点、难点）**  4. 能找出实验的注意事项与成功关键  5. 能重复实验步骤，进行数据处理、结果报告和结果分析，撰写实验报告 | 6 | 验证性 | 必做 | 4~6 | 自学  讲授法  演示法  提问法现场指导 | 1，2，3 |
| 4 | 实验4：霍尔槽实验 | 实验教材 | 1.能阐述霍尔槽实验的基本原理和实验操作**（重点）**  2.学会使用霍尔槽确定镀液工作电流密度范围和评定镀层外观的方法（**重点、难点**）  3. 能复述两电极体系测试原理**（重点）**  4. 能重复实验步骤，进行数据处理、结果报告和结果分析，撰写实验报告 | 6 | 验证性 | 必做 | 4~6 | 自学  讲授法  演示法  提问法现场指导 | 1，2，3 |
| 5 | 实验5：电化学镀铜实验 | 实验教材 | 1.能阐述并理解金属表面电镀铜的基本原理和实验操作**（重点）**  2.学会电镀液的选择原则和影响镀层质量的因（**重点、难点**）  3. 能找出实验的注意事项与成功关键  4. 能重复实验步骤，进行数据处理、结果报告和结果分析，撰写实验报告 | 6 | 验证性 | 必做 | 4~6 | 自学  讲授法  演示法  提问法现场指导 | 1，2，3 |
| 6 | 实验6：铅蓄电池的制备与性能测试 | 实验教材 | 1.能阐述铅蓄电池的工作原理和基本构**（重点）**  2.学会电池的组装**（重点）**  3.学会铅蓄电池的充放电性能测试和容量计算方法（**重点、难点**）  4. 能重复实验步骤，进行数据处理、结果报告和结果分析，撰写实验报告 | 6 | 验证性 | 必做 | 4~6 | 自学  讲授法  演示法  提问法现场指导 | 1，2，3 |
| 7 | 实验7：正极用锰酸锂的制备及其锂电性能测试 | 实验教材 | 1.能描述高温固相法制备锰酸锂的实验流程  2.能阐述锰酸锂脱嵌锂的机理**（重点）**  3.学会锂离子扣式电池的组装方法（**重点、难点**）  4. 能重复实验步骤，进行数据处理、结果报告和结果分析，撰写实验报告 | 6 | 验证性 | 必做 | 4~6 | 自学  讲授法  演示法  提问法现场指导 | 1，2，3 |
| 8 | 实验8：线性极化技术测量金属腐蚀速率 | 实验教材 | 1.能阐述金属腐蚀的原理**（重点）**  2.巩固线性极化曲线的原理和方法（**重点、难点**）  3.理解极化曲线在金属腐蚀与防护中应用的重要性**（重点）**  4.能重复实验步骤，进行数据处理、结果报告和结果分析，撰写实验报告 | 6 | 验证性 | 必做 | 4~6 | 自学  讲授法  演示法  提问法现场指导 | 1，2，3 |

## 四、课程考核

**（一）考核内容与考核方式**

**表4-1 课程目标、考核内容与考核方式对应关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核内容** | **所属**  **学习项目** | **考核占比** | **考核方式** |
| 课程目标 1 | 应用电化学实验一般知识的领会情况  （1）循环伏安法  （2）稳态/非稳态线性伏安法  （3）计时电流法  （4）两电极/三电极测试原理  （5）霍尔槽、金属表面电镀铜、充放电、锂脱嵌及金属腐蚀原理 | 1-8 | 50% | 网络学习  平时实验 |
| 应用电化学实验的基本操作技能水平 | 1-8 |
| 最新的应用电化学实验实施方法、实验技术和发展趋势的陈述情况 | 1-8 |
| 课程目标 2 | 自主学习能力水平，运用应用电化学实验知识、思想与方法认识、表达、分析应用电化学相关实际问题的能力 | 1-8 | 40% | 网络学习  平时实验  素质考核（实验表现） |
| 利用应用电化学实验操作技能进行研究的能力水平 | 1-8 |
| 处理并分析实验结果的能力水平 | 1-8 |
| 撰写实验报告的能力水平 | 1-8 |
| 课程目标 3 | 利用现代工具处理数据的能力 | 1-8 | 10% | 网络学习  素质考核（实验表现） |
| 是否能够理解现有技术、资源、现代工程工具和信息技术工具的局限性 | 1-8 |  |

**表4-2 课程目标与考核方式矩阵关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程  目标 | 考核方式 | | | 考核占比 |
| 网络学习30% | 平时实验60% | 素质考核10% |
| 课程目标1 | 60% | 80% | 0 | 50% |
| 课程目标2 | 30% | 20% | 70% | 40% |
| 课程目标3 | 10% | 0 | 30% | 10% |

**（二）成绩评定**

**1.平时成绩评定**

平时成绩（100%）=网络学习（20%）+实验项目成绩（60%）+素质考核（20%）

**（1）网络学习（20%）：**包括学生课前完成网络学习平台任务点的情况、测验情况和章节学习次数等。

**（2）平时实验（60%）：**各实验项目平时成绩总和/项目数。

其中每个实验的成绩＝实验操作（25%）+实验结果（25%）+实验报告（50%）。

**①实验操作：**通过学生实验时的操作是否规范来评价学生的操作技能与相关能力水平。

**②实验结果：**包括实验数据的记录、电解液颜色、电极外观是否正常等。

**③实验报告：**包括实验目的、原理、操作步骤、实验装置、注意事项、成功关键、实验数据处、结果报告、结果分析、讨论与建议、作业等。

**3）素质考核（20%）：**通过线上和线下评价学生的学习态度（如平台学习任务完成情况、卫生、纪律、课堂发言与提问、回答问题等）、学习兴趣、科学精神、实验习惯、社会责任、安全与环保意识、创新精神与创新能力水平、沟通交流、团队合作与终身学习意识、劳动态度、劳动精神等。

**2.期末成绩评定**

应用电化学实验不进行期末考核。

**3.总成绩评定**

应用电化学实验总成绩（100%）=平时成绩（100%）

1. **评分标准**

**表5评分标准（非试卷考核项目）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **考核项目** | **评分标准** | | | | |
| **优秀**  **(100>x≥90)** | **良好**  **(90> x≥80)** | **中等**  **(80> x≥70)** | **及格**  **(70> x≥60)** | **不及格**  **(x <60)** |
| 网络学习 | （1）学完了90%以上任务点课件与视频（60%）。（2）完成全部平台测验，且正确率在90－100%（30%）。  （3）章节学习次数达到应学习的知识点90%以上（10%）。 | （1）学完了80-89%任务点课件与视频（60%）。（2）完成全部平台测验，且正确率在80-89%（30%）。（3）章节学习次数达到应学习的知识点80-89%（10%）。 | （1）学完了70-79%任务点课件与视频（60%）。（2）完成全部平台测验，且正确率在70-79%（30%）。（3）章节学习次数达到应学习的知识点70-79%（10%）。 | （1）学完了60-69%任务点课件与视频（60%）。（2）完成全部平台测验，且正确率在60-69%（30%）。（3）章节学习次数达到应学习的知识点60-69%（10%）。 | （1）学完了<60%任务点课件与视频（60%）。（2）未全部完成平台测验，且正确率在60%以下（30%）。（3）章节学习次数<任务点60%以下（10%）。 |
| 平时实验 | （1）操作正确、规范，动作娴熟有美感，未损坏任何仪器（25%）。（2）数据、产品外观等记录正确、规范；产品纯度高，产量高，外观（晶形等）符合要求（25%）。（3）实验报告书写规范，内容全面；实验注意事项、成功关键总结全面、正确；实验装置画得规范；实验步骤、现象简明扼要；实验结果、数据处理正确，且结果分析深刻；提出创新性建议；习题正确率达90%以上（50%）。 | （2）操作正确、规范，但动作不够娴熟，未损坏仪器（25%）。（2）数据、产品外观等记录基本正确、规范；产品纯度不够高，或产量不够高，或外观（晶形等）不符合要求（25%）。（3）实验报告书写规范，内容全面；但实验注意事项或成功关键总结不够全面、正确，缺少1-2条；实验装置画得较规范；实验步骤、现象正确；实验结果、数据处理正确，但结果分析不够深刻；未提出创新性建议；习题正确率达80-89%（50%）。 | （1）操作不够正确、规范，未损坏任何仪器（20%）。（2）数据、产品外观等记录不够正确、规范；或产品纯度低，且产量低，外观（晶形等）不符合要求（25%）。（3）实验报告书写较规范，内容较全面；但实验注意事项或成功关键总结不够全面、正确，缺少3-4条；实验装置画得较规范；实验步骤、现象正确；实验结果、数据处理基本正确，但结果分析不够深刻；未提出创新性建议；习题正确率达70-79%（50%）。 | （1）操作不正确、规范，动作较生硬，未损坏任何仪器（20%）。（2）数据、产品外观等记录不正确、规范；产品纯度低，且产量低，外观（晶形等）不符合要求（25%）。（3）实验报告书写不够规范，内容不够全面；实验注意事项、成功关键总结不全面、正确，缺少5-6条；实验装置画得不够规范；实验步骤、现象基本正确；实验结果、数据处理不正确，且结果分析较马虎；未提出创新性建议；习题正确率达60-69%（50%）。 | （1）操作不正确、规范，动作生硬，且损坏仪器（20%）。（2）数据、产品外观等记录不正确、规范；产品纯度低，且产量低，外观（晶形等）不符合要求或实验失败（25%）。（3）实验报告书写不规范，内容不全面；实验注意事项未写，或成功关键未写，或缺少7-8条；实验装置画得不规范；实验步骤、现象不正确；实验结果、数据处理不正确，且未分析结果；未提出创新性建议；习题正确率低于60%（50%）。 |
| 素质考核 | （1）实验态度端正，能按时完成课前预习任务的90-100%；遵守纪律，无迟到、早退、缺勤情况；实验兴趣浓厚，上课讨论发言积极；有严谨认真、事实求是、刻苦钻研的工作作风与科学精神（30%）。（2）勤于思考，经常问问题，上课积极回答问题，能反思、改进实验操作（10%）。（3）珍惜仪器设备、厉行节约，有强烈的社会责任感；有良好的实验习惯，实验台面整洁，有强烈的环保和安全意识，从不乱倒乱扔（20%）。（4）和搭档配合默契，能积极完成合作学习任务，有团队合成精神（20%）。（5）能积极参与实验劳动，态度端正，有热爱劳动、崇尚劳动、尊重劳动的精神（20%）。 | （1）实验态度较端正，能完成课前预习任务的80-89%；遵守纪律，无迟到、早退、缺勤情况；实验兴趣较浓厚，上课讨论有发言；实验较认真，有事实求是的工作作风，但尚缺少刻苦钻研的科学精神（30%）。（2）勤于思考，经常问问题，上课有回答问题，能反思、改进实验操作（10%）。（3）珍惜仪器设备、能节约，有一定的社会责任感；有良好的实验习惯，实验台面较整洁，有环保和安全意识，基本不乱倒乱扔（20%）。（4）和搭档配合还算默契，能完成合作学习任务，有一定团队合成精神（20%）。（5）能参与实验劳动，态度较端正，较热爱劳动，有崇尚劳动、尊重劳动的精神（20%）。 | （1）实验态度基本端正，能完成课前预习任务的70-79%；遵守纪律，无迟到、早退、缺勤情况；实验兴趣较浓厚，上课讨论无发言；实验较认真，有事实求是的工作作风，但尚缺少刻苦钻研的科学精神（40%）。（2）很少问问题，上课很少回答问题，能反思、改进实验操作，但反思不够深刻（10%）。（3）较爱惜仪器设备、基本能节约，有一定的社会责任感；但实验习惯不够好，实验台面不够整洁，有环保和安全意识，基本不乱倒乱扔（20%）。（4）和搭档配合不够默契，或不能很好完成合作学习任务，团队合成精神不足（20%）。（5）能参与实验劳动，态度一般，不是很热爱劳动，崇尚劳动、尊重劳动的精神不足（20%）。 | （1）实验态度不够端正，能完成课前预习任务的60-69%；不遵守纪律，有迟到、早退，无缺勤情况；实验兴趣不够浓厚，上课讨论无发言；实验不够认真，无事实求是、刻苦钻研的科学精神（30%）。（2）从未问问题，上课很少回答问题，基本不能反思、改进实验操作（10%）。（3）不够爱惜仪器设备，或不节约药品，社会责任感不强；实验习惯不好，实验台面零乱，环保和安全意识较薄弱，有乱倒乱扔现象（20%）。（4）和搭档配合不默契、有偷懒现象，或不能完成合作学习任务，无团队合成精神（20%）。（5）能参与实验劳动，态度不够端正，没有热爱劳动、崇尚劳动、尊重劳动的精神（20%）。 | （1）实验态度不端正，完成课前预习任务不足60%；不遵守纪律，有迟到、早退和缺勤情况；实验兴趣不浓厚，上课讨论无发言；实验不认真，无事实求是、刻苦钻研的科学精神（30%）。（2）从未问问题，从未回答问题，不能反思、改进实验操作（10%）。（3）不爱惜仪器设备，不节约药品，没有社会责任感；实验习惯不好，实验台面零乱，环保和安全意识较薄弱，总是乱倒乱扔（20%）。（4）和搭档配合不默契、经常偷懒，且不能完成合作学习任务，无团队合成精神（20%）。（5）有时不愿意参与实验劳动，态度不端正，没有热爱劳动、崇尚劳动、尊重劳动的精神（20%）。 |

## 五、其他说明

本课程大纲依据2023版新能源材料与器件专业人才培养方案，由材料学院（部）新能源材料与器件教学系（教研室）讨论制定，材料学院（部）教学工作委员会审定，教务处审核批准，自2023级开始执行。

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**

**字体、字号请参考范例**

**注意：**

**首字母大写**

**植物拉丁学名斜体**