**《材料现代测试方法实验》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** | 材料现代测试方法实验 | | | | | | | | |
| **课程英文名** | Experiments on Modern Testing Methods for Materials | | | | | | **双语授课** | | □是 ■否 |
| **课程代码** | 21114011 | **课程学分** | | 1.5 | **总学时数** | | | 36 | |
| **课程类别** | **□**专业基础课程  **□**专业核心课程  **■**专业选修课程  **□**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 ■报告  ■课堂表现 □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 | | | |
| **面向专业** | 新能源材料与器件 | | **开课学期** | | | 第5学期 | | | |
| **课程负责人** | 廖朋 | | **审核人** | | | 童志博 | | | |
| **先修课程** | 材料现代测试方法 | | | | | | | | |
| **后续课程** | 新能源材料设计与制备、材料物理性能实验、化学电源设计、毕业论文 | | | | | | | | |
| **选用教材** | 1. 唐杰、杨梨容、刘畅. 材料现代分析测试方法实验（第1版）[M]. 北京: 化学工   业出版社, 2017. | | | | | | | | |
| **参考书目** | 1. 张庆军. 材料现代分析测试实验（第1版）[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006. | | | | | | | | |
| **课程资源** | https://www.bilibili.com/video/BV18q4y1z7c3?p=21 | | | | | | | | |
| **课程简介** | 本课程是新能源材料与器件专业本科生必修的一门专业综合实践必修课。通过本课程的学习，学生能够学到储能材料与器件和能量转换材料与器件等新能源材料与器件领域科学研究工作者通常关注的主要显微结构分析内容；各种常见分析仪器的功能和基本原理，材料结构分析的基本实验技术、样品制备方法；能够在新能源材料与器件的工程设计和产品开发过程中设计试验方案，具备分析典型实验结果的能力，能够正确分析检测结果，熟练选用材料结构分析手段开展相关科学研究和生产应用，养成严谨的科学思维和工匠精神。 | | | | | | | | |

**二、课程目标**

**表1 课程目标**

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **具体课程目标** |
| **课程目标1** | 能够阐明X射线衍射仪、透射电子显微镜、扫描电子显微镜、接触角测定仪、差示热重仪、差示扫描量热仪、红外光谱仪等现代材料检测仪器设备的分析原理和基本构成，区别关键参数，具备辩证思维。 |
| **课程目标2** | 能够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，提出合理的设计解决方案，具备系统辩证思维。 |
| **课程目标3** | 能够运用材料分析测试基本理论分析储能材料和能量转换材料的结构与性能之间的关系，并从工程数学模型和实际研究中获得有效结论，具备严谨的科学思维。 |
| **课程目标4** | 能够选用合适的材料微观组织结构的分析方法，并结合仪器关键参数差异和局限性以及试样性质与测试要求选择合适的仪器，对储能和能量转换材料组成、结构、物相和性能进行测试，具备系统辩证思维和工匠精神。 |

**表2-1 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2：**问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析新能源材料与器件相关领域的复杂工程问题，以获得有效结论。【H】 | 2.1针对储能和能量转换材料的组成、结构、物相、性能以及器件的复杂工程问题，能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别和判断关键环节。 | 1 |
| **毕业要求3：**设计/开发解决方案：能够设计针对新能源材料与器件相关领域复杂工程问题的解决方案，设计满足新能源材料与器件产品及工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。【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。 | 2 |
| **毕业要求4：**研究：能够基于科学原理并采用科学方法对新能源材料与器件相关领域的复杂工程问题进行研究，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。【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。 | 3 |
| **毕业要求5：**使用现代工具：能够针对新能源材料与器件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。【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。 | 4 |

**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：X射线衍射仪结构与样品测试 | 实验教材 | 1.理解和阐述X射线的性质及产生机制。 | 4 | 验证性实验 | X射线衍射晶体分析仪、  高性能计算机及相关模拟仿真软件和数据处理软件、研钵、XRD样品支架、多晶体粉末样品。 | 4 | 课堂演示+个人操作实验 | 1、2、4 |
| 2.练习和掌握粉末样品的制备方法。 |
| 3.描绘测角仪圆的结构及其工作原理。 |
| 4.熟悉X射线衍射仪的结构和操作及其注意事项。 |
| 2 | 实验2：X射线衍射法进行物相分析 | 实验教材 | 1.运用PDF（ICDD）卡片及索引对多晶物质进行物相分析。 | 4 | 综合性实验 | X射线衍射晶体分析仪、  高性能计算机及相关模拟仿真软件和数据处理软件、研钵、多晶体粉末样品。 | 4 | 课堂讲授+个人操作实验 | 1、2、3 |
| 2.加深对粉末衍射花样的形成、误差以及数据的初步处理（难点）。 |
| 3 | 实验3：扫描电镜的样品制备及显微组织观察 | 实验教材 | 1.识别扫描电镜的结构，阐述工作原理。 | 4 | 综合性实验 | 高性能计算机及扫描电子显微镜模拟仿真软件。 | 4 | 课堂讲授+个人操作实验 | 1、2、3、4 |
| 2.掌握扫描电镜试样的制备方法。 |
| 3.对比观察二次电子像和背散射电子像的特点应用，观察记录操作的全过程及其在形貌组织观察中的应用（难点）。 |
| 4 | 实验4：透射电子显微镜与样品显微组织观察 | 实验教材 | 1.复述透射电镜的基本结构及成像原理。 | 4 | 综合性实验 | 透射电子显微镜虚拟仿真软件。 | 4 | 课堂讲授+个人练习 | 1、2、3、4 |
| 2.熟悉和完成透射电子显微镜样品的制样方法。 |
| 3.选用合适的样品，通过明暗场像操作的实际演示，了解明暗场成像原理。 |
| 5 | 润湿性测量实验 | 实验教材 | 1.熟悉接触角测定仪的基本组成，工作原理和操作规程。 | 4 | 验证性实验 | 接触角测定仪、金属片（块）、润滑油和二次蒸馏水等。 | 4 | 查阅资料+课堂讲授+个人操作实验 | 1、2、3、4 |
| 2.描述接触角测定仪的主要测试功能和用途。 |
| 3.阐述接触角测定仪的样品处理，送样要求、结果分析和注意事项。 |
| 6 | 锂离子电池测试 | 科研项目 | 1.描述可充锂离子电池的工作原理。 | 4 | 综合性实验 | 电池充放电测试仪、扣式电池封口机、真空手套箱、真空干燥箱、万分之一天平、玛瑙研钵、电解液、粘合剂、导电炭黑、隔膜、N-甲基吡咯烷酮、金属锂片、铜箔、铝箔等。 | 8 | 课堂讲授+个人操作实验 | 1、2、3、4 |
| 2.解释和复述电解质溶液的导电机理和锂离子电池电极材料的合成方法。 |
| 3.阐述和完成纽扣锂离子电池电极的制备工艺及纽扣锂离子电池装配。 |
| 4.应用锂离子电池电性能测试方法。 |
| 7 | 综合热分析实验 | 实验教材 | 1.识别和描述差示热重仪和差示扫描量热仪的基本构造。 | 4 | 综合性实验 | 差示扫描量热仪、热重分析仪、十万分之一天平、高性能计算机、一水合草酸钙样品。 | 4 | 课堂讲授+个人操作实验 | 1、2、3、4 |
| 2.识别和复述热分析曲线的影响因素。 |
| 3.理解热重法（TG）和差示扫描分析法（DSC）的基本原理，掌握数据分析方法。 |
| 8 | 紫外可见光谱、红外光谱测定及分析实验 | 实验教材 | 1.解释和复述紫外可见、红外光谱仪定性分析的基本原理。 | 4 | 综合性实验 | 傅里叶变换红外光谱仪、紫外可见分光光度计、压片机、真空干燥箱、玛瑙研钵。 | 4 | 课堂讲授+个人操作实验 | 1、2、3、4 |
| 2.描述紫外可见分光光度计和傅里叶变换红外光谱仪的基本组成和操作步骤。 |
| 3.完成KBr压片法制备固体样品。 |
| 4.分析和运用红外光谱图进行物相定性分析。 |

## 四、课程考核

**（一）考核内容与考核方式**（考核内容要反应主要的课程目标；考核方式要适合课程性质，如出勤情况、开卷考试、闭卷考试、课程论文、实验设计、实验操作、实验报告等）

**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**  **学习模块/项目** | **考核占比** | **考核方式** |
| 1 | 1.阐明各种材料现代检测仪器设备分析原理和基本构成的能力。  （1）X射线衍射原理和衍射仪基本结构；  （2）运用PDF（ICDD）卡片及索引对多晶物质进行物相分析的方法；  （2）扫描电子显微镜成像原理和基本结构；  （3）透射电子显微镜成像原理和基本结构；  （4）接触角测定仪的工作原理和基本结构；  （5）可充锂离子电池的工作原理、电解质溶液的导电机理和电极材料的合成方法；  （6）紫外可见吸收光谱和红外光谱基本原理和相应仪器的基本结构；  （7）差示热重仪、差示扫描量热仪的基本构造分析基本原理。 | 1-8 | 24% | 实验预习 |
| 2 | 1.设计针对储能和能量转换材料的解决方案的能力。  （1）X射线衍射仪分析样品方案设计；  （2）多晶物质物相分析方案设计；  （3）扫描电子显微镜分析样品方案设计；  （4）透射电子显微镜分析样品方案设计；  （5）接触角测定仪测试样品方案设计；  （6）可充锂离子电池制备工艺及电性能测试方案设计；  （7）紫外可见分光光度计和红外光谱仪分析样品方案设计；  （8）差示热重仪、差示扫描量热仪分析样品方案设计。 | 1-8 | 12% | 实验设计 |
| 3 | 1.使用材料现代测试方法基本理论分析材料性质的能力。  （1）X射线物相分析；  （2）扫描电镜二次电子像和背散射电子像分析；  （3）透射电镜明暗场像分析；  （4）润湿性测量结果分析；  （5）锂离子电池电性能测试结果分析；  （6）热分析曲线的数据分析；  （7）红外光谱物相定性分析。 | 2-8 | 40% | 实验报告 |
| 4 | 1.使用现代材料检测仪器设备的能力。  （1）X射线衍射粉末样品制备和X射线衍射仪的操作；  （2）扫描电镜试样制备和扫描电镜的操作；  （3）透射电镜试样制备和的透射电镜的操作；  （4）接触角测定仪的样品处理和接触角测定仪的操作；  （5）纽扣锂离子电池的电极制备和电池装配；  （6）差示热重仪和差示扫描量热仪样品处理和和操作；  （7）紫外可见分光光度计和傅里叶变换红外光谱仪的样品制备和操作。 | 1、3-8 | 24% | 实验操作 |

**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 |
| 实验报告成绩比例40% | 实验预习成绩比例24% | 实验设计成绩比例12% | 实验操作成绩比例24% |
| 1 | 0 | 100% | 0 | 0 | 24% |
| 2 | 0 | 0 | 100% | 0 | 12% |
| 3 | 100% | 0 | 0 | 0 | 40% |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 100% | 24% |

**（二）成绩评定**

**1.平时成绩评定**

对学生的学习效果采取多种形式的教学评价方法和考核方式，考核内容应覆盖支撑课程目标的学习内容，综合评价学生的基本知识掌握、动手能力及综合素质的培养等情况。平时成绩的评定包含多维度的过程性考核方式，主要包括实验预习、实验设计、实验操作、实验报告和实验结果等。每次实验前，教师检查学生的实验预习和实验准备情况，并给出成绩；实验过程中，教师巡视学生的实验操作情况，给出成绩。

平时成绩（100%）= 实验预习（40%）+ 实验设计（20%）+ 实验操作（40%）

**2.期末成绩评定**

期末成绩（100%）= 课程实验报告的撰写提交（100%）

考核方式：课程实验报告。

每个实验完成后，由学生独立完成实验报告。缺少一次及以上实验，成绩不及格。实验报告内容包括：实验目的、原理；实验用主要原材料和仪器设备；实验条件及操作；实验结果：原始数据、结果处理及分析讨论；回答思考题；实验注意事项等。

**3.总成绩评定**

总成绩主要由平时考核成绩和期末考核成绩两部分构成。

总成绩（100%）=平时成绩（60%）+期末成绩（40%）

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)** |
| 实验预习 | 按照要求较好地完成预习。 | 能够预习但预习报告缺项视情况扣10-20分。 | 能够预习但预习报告缺项较多视情况扣20-30分。 | 有预习但是很粗略且缺项严重。 | 没有预习。 |
| 实验设计 | 实验设计思路正确，步骤清晰且完整。 | 实验设计思路正确，步骤清晰，较完整。 | 实验设计思路较正确，步骤较清晰，基本完整。 | 实验设计思路基本正确，步骤基本清晰，不够完整。 | 实验设计思路偏离较大，步骤不够清晰，不完整。 |
| 实验  操作 | 按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。 | 按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。 | 按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果基本正确；实验仪器设备完好。 | 基本按照实验安全操作规则进行实验，实验步骤与结果基本正确；实验仪器设备完好。 | 没有按照实验安全操作规则进行实验，或者步骤与结果不正确。 |
| 实验  报告 | 获得充分可靠的实验数据；能参考文献对实验数据进行深度分析，能说明实验结果的局限性；报告条理清楚，行文流畅，表述准确，撰写规范。 | 获得比较可靠的实验数据；能参考文献对实验数据进行一定深度的分析；报告条理清楚，表述准确，符合规范。 | 获得实验数据；能参考文献对实验数据进行比较有效地分析；报告条理基本清楚，比较符合规范。 | 获得实验数据。参考少量文献对数据进行简单分析；报告条理基本清楚，基本符合规范。 | 没有获得有效数据；或报告思路混乱，表达不清。 |

## 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，由材料科学与工程院（部）新能源材料与器件教学系（教研室）讨论制定，材料科学与工程院（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**