

《X 射线衍射》课程教学大纲

一、课程概况

课程名称	X 射线衍射		课程号	1412066				
课程英文名称	X-ray diffraction		学时/学分	36/2				
课程性质	必修		适用专业	材料物理、材料化学、功能材料、新能源材料与器件				
课程负责人	寇昕莉		教学团队	徐远丽, 刘书海				
选用教材及参考书目	《X 射线衍射理论与实践》, 黄继武, 李周, 化学工业出版社 《晶体 X 射线衍射学基础》, 李树棠, 冶金工业出版社 《金属 X 射线学》, 范雄, 机械工业出版社 《X 射线衍射技术及其应用》, 姜传海等, 华东理工大学出版社							
课程简介: 本课程主要针对材料物理、材料化学、功能材料和新能源材料与器件专业的本科生开设。通过学习 X 射线衍射的原理、测试技术以及它们在材料科学与工程中的应用来掌握如何用 X 射线衍射的方法来分析材料的结构。使学生能够掌握 X 射线衍射的基础知识和基本技能, 能够正确地运用 X 射线衍射技术开展有关的科学研究, 为今后从事材料科学的研究工作打下必要的基础。								
X 课程目标 (Course Objectives, CO)								
知识目标 (CO1)		熟悉 X 射线衍射的基础理论知识						
能力目标 (CO2)		学会 X 射线衍射数据的基本处理方法						
		学会用 X 射线衍射的方法分析材料的结构						
素质、情感价值观目标 (CO3)								
教学方式 (Pedagogical Methods, PM)		■PM1 讲授法教学	学时 70 %	■PM2 研讨式学习	学时 10 %			
		■PM3 案例教学	学时 20 %	□PM4 翻转课堂	学时 %			
		□PM5 混合式教学	学时 %	□PM6 体验式学习	学时 %			
考核方式 (Evaluation Methods, EM)		考试课	■EM1 课程作业	35%	■EM2 单元测试	15%	□EM3 课堂辩论	%

	必选	□EM4 期中考试	%	■EM5 期末考试	50%	□EM6 撰写论文/ 实验报告	%
	考查课 必选	□EM1 课程作业	%	□EM 2 单元测试	%	□EM3 课堂辩论	%
		□EM4 期末考试	%	□EM5 撰写论文/ 实验报告	%		
	自选	□EM10 课堂互动	%	□EM11 实验	%	□EM12 实训	%
		□EM13 实践	%	□EM14 期末考试	%		

二、教学大纲的定位说明

（一）课程教学目标与任务

教学目标：

- （1）熟悉 X 射线衍射的基本原理和测试技术；
- （2）学会分析 X 射线衍射数据；
- （3）能够运用 X 射线衍射技术研究材料的结构；
- （4）能够说出 X 射线衍射技术在材料科学与工程中的主要应用。

教学任务：

- （1）完成 X 射线衍射的基本原理和测试技术的讲授；
- （2）讲授 X 射线衍射数据的分析方法；
- （3）讲授 X 射线衍射技术在材料科学与工程中的主要应用。

（二）课程教学目标与培养目标的关系

本课程的教学目标强有力地支撑了本专业的培养目标。熟悉 X 射线衍射的基本原理和测试技术，能够运用 X 射线衍射技术研究材料的结构并了解 X 射线衍射技术在材料科学与工程中的主要应用，为培养在材料相关领域从事研发或管理工作的研究型、引领型人才起到了强有力的支撑作用。本课程的教学目标可对应毕业要求 1.1（掌握材料的制备、结构表征、性能测试等专业知识）、毕业要求 4.1（能够基于自然科学原理和专业知识，通过文献研究或相关方法，调研和分析复杂问题的解决方案）、毕业要求 4.2（能够根据对象特征，选择研究路线，设计实验方案）和毕业要求 4.4（能够对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理的结论）。

本课程教学目标对毕业要求 1（工程知识）和毕业要求 4（研究）的支撑强度为 H。

（三）支撑课程目标的教学内容与方法

这门课程的教学内容主要分为三大部分：第一部分是基础理论部分，主要讲述 X 射线衍射的原理；第二部分是实验方法部分，主要讲述 X 射线衍射仪的构造和使用；第三部分是分析与应用部分，主要是利用 X 射线衍射的基本原理和实验技术来解决结构分析中的实际问题。

教学方法：充分利用现代化教学手段，将多媒体和传统教学手段相结合，强化基础理论的学习；将课堂教学和实验教学相结合，并在课堂教学中引入科学研究中的实例进行讲解、分析和讨论，提高解决实际问题的能力。

（四）先修课程要求，与先修及后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接

先修课程要求：普通物理，高等数学

后续相关课程：电子显微学

学本课程之前需具备一定的普通物理知识和高等数学知识，以便更好地理解 X 射线衍射的基础理论；本课程里与晶体学基础和衍射理论相关的部分内容是后续学习电子显微学课程的基础，内容密切相关。

（五）检验课程目标达成度的考核方法和评分标准

平时以课程作业和单元测试的形式考核，各占 35%和 15%，期末以闭卷形式考核，占 50%。

三、课程内容与安排

第一章 X 射线的产生和性质（4 学时）

学习目标: 熟悉 X 射线的本质及 X 射线谱的特点, 了解 X 射线产生的基本条件及 X 射线与物质的相互作用。

教学重点: X 射线的本质, X 射线产生的基本条件, 标识 X 射线谱的产生机理及特点, X 射线的衰减规律及其应用

教学难点: 标识 X 射线谱的特点; X 射线衰减规律的应用

教学方法: 多媒体和传统教学手段相结合, 讲授法教学和研讨式学习相结合。

第一节 X 射线的本质 (0.5 学时)

第二节 X 射线的产生 (0.5 学时)

第三节 X 射线谱 (1 学时)

第四节 X 射线与物质的相互作用 (2 学时)

第二章 几何晶体学基础 (4 学时)

学习目标: 熟悉晶体结构、晶面和晶向的概念; 熟悉倒易点阵的概念。

教学重点: 晶体结构和空间点阵的概念, 布拉菲点阵, 晶面和晶向指数的确定, 倒易点阵的概念及其应用, 晶带的概念

教学难点: 布拉菲点阵, 倒易点阵

教学方法: 多媒体和传统教学手段相结合

第一节 晶体结构和空间点阵 (1 学时)

第二节 晶面和晶向 (1 学时)

第三节 倒易点阵 (2 学时)

第三章 X 射线衍射的几何原理 (3 学时)

学习目标: 能描述 X 射线产生衍射的几何条件。

教学重点：布拉格方程，衍射矢量方程，厄瓦尔德图解

教学难点：厄瓦尔德图解

教学方法：多媒体和传统教学手段相结合，讲授法教学和研讨式学习相结合。

第一节 X 射线在晶体中的衍射（1 学时）

第二节 产生衍射的几何条件（2 学时）

第四章 X 射线衍射的强度（5 学时）

学习目标：理解在 X 射线衍射强度公式的推导过程中出现的各因子的意义；会用强度公式解决实际问题。

教学重点：原子散射因子，结构因子计算及应用，消光规律，干涉函数，影响衍射强度的几种因子，衍射强度的计算

教学难点：结构因子，干涉函数

教学方法：多媒体和传统教学手段相结合，讲授法教学和研讨式学习相结合。

第一节 一个电子对 X 射线的散射（0.5 学时）

第二节 一个原子对 X 射线的散射（0.5 学时）

第三节 一个晶胞对 X 射线的散射（1 学时）

第四节 一个小晶体对 X 射线的散射（1 学时）

第五节 粉末多晶体衍射的积分强度（1 学时）

第六节 衍射强度的计算（1 学时）

第五章 X 射线衍射的实验方法（4 学时）

学习目标：能描述 X 射线衍射仪的基本组成和各部分的功能；熟悉多晶体衍射成像原理。

教学重点：粉末多晶体衍射成像原理，测角仪的工作原

理，探测器工作原理，测量方法和测量参数的选择

教学难点：测角仪的设计特点，测量参数的选择

教学方法：课堂教学和实验教学相结合

第一节 多晶体衍射的成像原理（0.5 学时）

第二节 X 射线衍射仪（3.5 学时）

第六章 X 射线物相分析（6 学时）

学习目标：学会用 X 射线衍射的方法分析物相的种类和含量。

教学重点：定性相分析的原理和方法，定量相分析的原理和方法

教学难点：定量相分析的方法

教学方法：将多媒体和传统教学手段相结合，课堂教学和实验教学相结合，在课堂教学中引入科学研究中的实例进行讲解、分析和讨论。

第一节 定性相分析的原理和方法（3 学时）

第二节 定量相分析的原理和方法（3 学时）

第七章 点阵常数的精确测定（4 学时）

学习目标：学会用 X 射线衍射的方法精确测定点阵常数。

教学重点：点阵常数精确测定的原理，误差来源及消除方法

教学难点：误差的消除方法

教学方法：将多媒体和传统教学手段相结合，课堂教学和实验教学相结合，在课堂教学中引入科学研究中的实例进行讲解、分析和讨论。

第一节 原理（0.5 学时）

第二节 误差的来源（1 学时）

第三节 误差的消除方法（2.5 学时）

第八章 宏观内应力的测定（3 学时）

学习目标：学会如何用 X 射线衍射的方法测定宏观内应力。

教学重点：宏观内应力测定的原理和方法

教学难点：宏观内应力测定的方法

教学方法：将多媒体和传统教学手段相结合，课堂教学和实验教学相结合，在课堂教学中引入科学研究中的实例进行讲解、分析和讨论。

第一节 原理（1 学时）

第二节 测试技术（2 学时）

第九章 晶粒尺寸和晶格畸变的测定（3 学时）

学习目标：学会如何用 X 射线衍射的方法测定晶粒尺寸和点阵畸变

教学重点：晶粒细化引起衍射线宽化的原因，谢乐公式，晶格畸变引起的衍射线宽化效应，谱线宽化效应的分离方法，晶粒尺寸和晶格畸变的测定方法

教学难点：谱线宽化效应的分离方法

教学方法：将多媒体和传统教学手段相结合，课堂教学和实验教学相结合，在课堂教学中引入科学研究中的实例进行讲解、分析和讨论。

第一节 衍射线的宽化效应（1 学时）

第二节 晶粒尺寸和晶格畸变的测定（2 学时）

制定人：寇昕莉

审定人：史蓉蓉

批准人：贺德行

日期：2024.10.10