

# 《固体物理导论》课程教学大纲

## 一、课程概况

课程名称	固体物理学导论	课程号	1412064	
课程英文名称	Introduction to Solid State Physics	学时/学分	72/4	
课程性质	必修	适用专业	材料物理、功能材料、新能源材料与器件	
课程负责人	黄娟娟	教学团队	倪侠、徐奇	
选用教材及参考书目	教材：《固体物理导论》CHARLES KITTEL 著 项金钟 吴兴惠译 参考书目：《固体物理学》胡安、章维益；《固体物理学》黄昆、韩汝琪			
<b>课程简介：</b>				
<p>固体物理导论是材料科学相关专业的专业核心课程，是学习材料科学理论的基础。它着重阐述固体的结构、组成粒子间的相互作用以及粒子的运动规律，并在此基础上阐明固体的基本性质及其应用的原理。本课程主要介绍固体物理的一些基础概念，如晶体的周期结构、晶格振动，自由电子气和能带等；着重培养学生对基本物理概念、物理模型和物理过程的理解，使学生了解固体物理的一些基本处理方法并能应用所学的知识解释材料的物理性质和材料结构的关系，构建完整的专业基础知识。</p>				
<b>课程目标 (Course Objectives, CO)</b>				
知识目标 (CO1)	熟悉固体物理的基本知识			
	理解固体物理的研究方法			
能力目标 (CO2)	学会运用物理模型分析问题			
素质、情感价值观目标 (CO3)				
教学方式 (Pedagogical Methods, PM)	<input checked="" type="checkbox"/> PM1 讲授法教学	68 学时 94%	<input type="checkbox"/> PM2 研讨式学习	学时 %
	<input type="checkbox"/> PM3 案例教学	学时 %	<input type="checkbox"/> PM4 翻转课堂	学时 %
	<input type="checkbox"/> PM5 混合式教学	学时 %	<input type="checkbox"/> PM6 体验式学习	学时 %
	<input checked="" type="checkbox"/> PM7 讨论教学	4 学时 6%		

<b>考核方式</b> (Evaluation Methods,EM)	考试课 必选	<input checked="" type="checkbox"/> EM1 课程作业	30%	<input checked="" type="checkbox"/> EM2 单元测试	10%	<input type="checkbox"/> EM3 课堂辩论	%
		<input type="checkbox"/> EM4 期中考试	%	<input checked="" type="checkbox"/> EM5 期末考试	50%	<input type="checkbox"/> EM6 撰写论文/ 实验报告	%
	考查课 必选	<input type="checkbox"/> EM1 课程作业	%	<input type="checkbox"/> EM2 单元测试	%	<input type="checkbox"/> EM3 课堂辩论	%
		<input type="checkbox"/> EM4 期末考试	%	<input type="checkbox"/> EM5 撰写论文/ 实验报告	%		
	自选	<input checked="" type="checkbox"/> EM10 课堂互动	10%	<input type="checkbox"/> EM11 实验	%	<input type="checkbox"/> EM12 实训	%
		<input type="checkbox"/> EM13 实践	%	<input type="checkbox"/> 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

- （1）能够认识与描述晶体的周期性结构与特征；
- （2）能够描述具有周期性结构的晶体中微观粒子（原子、电子）的运动规律；
- （3）能够从微观的角度去理解材料的宏观性质，建立材料的物理性质和材料结构的关系；
- （4）培养运用物理模型去解决材料中的物理问题的研究思路。

### （二）课程教学目标与培养目标的关系

教学目标（1）（2）（3）对应知识目标培养，教学目标（4）对应能力目标培养；强支撑毕业要求 1.2 和 2.2，中等支撑毕业要求 1.3。

### （三）支撑课程目标的教学内容与方法

教师讲授（结合多媒体演示等手段讲授重点、难点等核心内容；梳理课程思维逻辑；总结与强调关键知识点等）；课堂提问与讨论（教师发布讨论主题引导学生展开讨论）；教师发布课后章节作业帮助学生巩固知识，促进知识应用与理解；单元测验检测基础知识掌握情况；线上线下答疑释疑解惑；教师提供拓展阅读资料开拓视野，培养思维能力和创新意识。

### （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

先修课程为普通物理、理论物理导论、材料科学基础。后续课程包括 X 射线衍射、电子显微学、半导体物理与器件、

半导体材料、金属材料学、陶瓷材料学等。

### （五）检验课程目标达成度的考核方法和评分标准

考核方式：期末闭卷考试 50%；章节作业 30%；单元检测 10%；课堂互动 10%。

## 三、课程内容与安排

### 第一章 晶体结构（10 学时）

**学习目标：**通过本章的教学，使学生能够认识与描述晶体结构周期性排列的特征；能够阐述与运用晶体周期性结构的描述方法；能够描述与运用晶体结构对称性特征及其描述方法；熟悉常见晶体结构的分析与描述。

**教学重点：**晶体结构的周期性特征及描述方法，晶体的宏观对称性与晶系。（晶体点阵、基元、点阵平移矢量、原胞、惯用晶胞、晶向指数、晶面指数、密堆积和配位数等）

**教学难点：**晶体结构的对称性特征及描述方法（宏观对称性、对称操作、点群）

**教学方法：**讲授、多媒体演示、课堂提问与讨论、课后阅读材料

#### 第一节 绪论及晶体结构一般性介绍（2 学时）

#### 第二节 原子的周期性阵列（2 学时）

#### 第三节 点阵的基本类型（2 学时）

#### 第四节 晶向、晶面指数系统（2 学时）

#### 第五节 简单晶体结构（2 学时）

### 第二章 晶体衍射和倒易点阵（10 学时）

**学习目标：**通过本章的教学，使学生能够认识与建立倒易点阵的概念，确立与归纳晶体点阵与倒易点阵之间的对应

关系，晶体衍射与倒易点阵的关联，能够理解与运用实验衍射分析晶体结构的原理与方法，结合第一章晶体点阵的概念建立起晶体结构特征的系统图像。

**教学重点：**倒易点阵及其与晶体点阵的对应关系；倒易点阵矢量；劳厄衍射；布里渊区；结构因子

**教学难点：**倒易点阵；晶体点阵与倒易点阵的对应关系

**教学方法：**讲授、多媒体演示、课堂提问与讨论、课后阅读材料

第一节 晶体衍射一般性介绍（2学时）

第二节 散射波振幅（4学时）

第三节 布里渊区（1学时）

第四节 实验衍射方法（1学时）

第五节 结构基元的傅立叶分析（2学时）

第三章 晶体结合（7学时）

**学习目标：**通过本章的教学，使学生认识晶体中原子的结构及原子间结合力与结合能的一般特征；掌握晶体结合的基本形式与基本特征；重点掌握惰性气体晶体与离子晶体的结合能和体弹性模量的分析与计算。

**教学重点：**晶体结合的一般规律、晶体结合的基本形式与特征、内聚能（结合能）、平衡点阵常数、体弹性模量

**教学难点：**共价结合、惰性气体晶体的结合能

**教学方法：**讲授、多媒体演示、课堂提问与讨论、课后阅读材料

第一节 原子的壳层结构（1学时）

第二节 原子的负电性（1学时）

第三节 晶体结合（2 学时）

第四节 惰性气体的晶体（2 学时）

第五节 离子晶体（1 学时）

第四章 声子 I - 晶格振动（8 学时）

**学习目标：**通过本章的学习，使学生认识与了解晶格振动的一般规律及描述方式；理解简谐近似、简正模式、Born-Karman 边界条件，重点掌握格波与晶格中原子振动方式之间的关系，格波与声子的概念，声子与格波之间的关系；掌握一维单原子、双原子链晶格振动的格波解与色散关系；了解三维晶格振动的一般规律及晶格振动谱的实验测量方法。

**教学重点：**一维单（双）原子链振动、色散关系、格波与声子、光学支与声学支

**教学难点：**一维双原子链振动、色散关系、格波与晶格中原子振动方式之间的关系

**教学方法：**讲授、多媒体演示、课堂提问与讨论

第一节 一维单原子链振动（2 学时）

第二节 一维双原子链振动（2 学时）

第三节 三维晶格振动（1 学时）

第四节 格波量子 - 声子（1 学时）

第五节 声子动量（1 学时）

第六节 晶格振动的实验观测（1 学时）

第五章 声子 II - 热学性质（8 学时）

**学习目标：**通过本章的学习，使学生能够建立晶格振动与晶格热容、热传导等热学性质之间的关系；掌握晶格振动

简正模式密度的计算；理解晶格热容的量子理论、重点掌握爱因斯坦模型与德拜模型；了解晶格振动的非简谐效应及声子与声子的碰撞过程。

**教学重点：**晶格热容、简正模式密度、德拜模型、爱因斯坦模型

**教学难点：**简正模式密度、非简谐效应

**教学方法：**讲授、多媒体演示、课堂提问与讨论

第一节 晶格热容（5学时）

第二节 非谐晶体相互作用（2学时）

第三节 晶格的热传导（1学时）

第六章 自由电子费米气体（9学时）

**学习目标：**通过本章的学习，使学生认识经典自由电子论与量子自由电子论，并运用量子自由电子论去理解与解释自由电子热容，金属导电性与导热性的微观本质。重点掌握自由电子气能级和态密度的计算，费米面、费米能、费米狄拉克统计的概念，掌握电子在电磁场中的运动规律，了解自由电子气基态性质。

**教学重点：**索末菲自由电子模型、能级和态密度、费米面、电子热容、电子在电磁场中的运动规律

**教学难点：**能级和态密度、电子热容

**教学方法：**讲授、多媒体演示、课堂提问与讨论

第一节 金属自由电子论的物理模型（1学时）

第二节 能级和态密度（2学时）

第三节 自由电子气体的热容（2学时）

第四节 电导和欧姆定律（1学时）

第五节 电子在电磁场中的运动（1 学时）

第六节 金属热导率（1 学时）

第七节 自由电子模型的局限性（1 学时）

第七章 能带 I（10 学时）

**学习目标：**通过本章的教学，使学生能够认识与了解晶体能带理论的基本假设和基本思路，理解与掌握布洛赫定理的内容及含义，熟悉晶体能带的基本特征，掌握能隙的产生。掌握电子在周期势场中的波动方程及中心方程的近似求解，掌握近自由电子近似，了解紧束缚近似的方法。了解晶体能带的图示方法。能够运用能带理论理解与解释导体、半导体与绝缘体。

**教学重点：**近自由电子近似、能隙、布洛赫定理、电子在周期势场中的波动方程

**教学难点：**电子在周期势场中的波动方程及中心方程的近似求解

**教学方法：**讲授、多媒体演示、课堂提问与讨论

第一节 能带理论的基本近似（1 学时）

第二节 近自由电子模型（1 学时）

第三节 布洛赫定理（2 学时）

第四节 电子在周期势场中的波动方程（3 学时）

第五节 能带的图示法（1 学时）

第六节 能带与导电性（1 学时）

第七节 紧束缚近似（1 学时）

第八章 能带 II（6 学时）

**学习目标：**通过本章的教学，使学生能够基于准经典近

似讨论晶体中电子在外场中的运动规律，熟悉布洛赫波包及速度、电子准动量；掌握空穴的概念及基本性质；能够运用准经典近似下电子的运动方程分析与讨论电子在外加恒定电场与磁场中的运动行为；理解有效质量的定义及处理问题的方法。了解回旋共振测量有效质量的实验方法。了解能带论存在的局限性。

**教学重点：**准经典近似及电子的运动方程、布洛赫波包及速度、空穴及基本性质、有效质量

**教学难点：**布洛赫波包及速度、有效质量

**教学方法：**讲授、多媒体演示、课堂提问与讨论、课后阅读材料

第一节 准经典近似与运动方程（2学时）

第二节 空穴（2学时）

第三节 有效质量（1学时）

第四节 能带论的局限性（1学时）

第九章 费米面和金属（4学时）

**学习目标：**通过本章的教学，使学生能够在自由电子模型下构建费米面图形，并能够过渡到近自由电子近似下的费米面。了解磁场中的轨道量子化及金属费米面的实验测定方法：德哈斯-范阿尔芬效应。

**教学重点：**费米面构图法、德哈斯-范阿尔芬效应

**教学难点：**磁场中的轨道量子化

**教学方法：**讲授、多媒体演示、课堂提问与讨论、课后阅读材料

第一节 费米面构图法（1学时）

第二节 电子在恒定磁场下的运动轨道（1 学时）

第三节 费米面研究的实验方法（2 学时）

制定人：黄娟娟

审定人：黄娟娟

批准人：贺德行

日 期：2024.10.10