

山东大学 信息科学与工程学院

《基础物理 II 固体理论导引》理论课程教学大纲

课程负责人：李元  
审定人：乔文超、徐晓

编制日期：2023 年 10 月 22 日  
审定日期：2023 年 10 月 22 日

课程名称	基础物理 II 固体理论导引		
英文名称	Introduction to Solid-State Theory		
教学单位	信息科学与工程学院		
培养方案	<div><input checked="" type="checkbox"/>专业培养      <input type="checkbox"/>重点提升      <input type="checkbox"/>创新创业      <input type="checkbox"/>拓展培养</div> <div><input type="checkbox"/>辅修学位      <input type="checkbox"/>微专业</div>		
课程性质	<div><input type="checkbox"/>通识必修课程                      <input type="checkbox"/>通识核心课程                      <input type="checkbox"/>通识选修课程</div> <div><input type="checkbox"/>学科基础课程                      <input checked="" type="checkbox"/>专业必修课程                      <input type="checkbox"/>专业选修课程</div> <div><input type="checkbox"/>重点提升必修课程                      <input type="checkbox"/>创新创业课程                      <input type="checkbox"/>微专业课程</div> <div><input type="checkbox"/>其他：</div>		
是否含实验/实践	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	学分	4.5
学时	总学时 80 学时，其中：理论 64 学时；实验 16 学时；上机__学时；实践__学时。		
适用专业	崇新学堂、微纳光子科学与技术实验班本科生		
先修课程	《线性代数》《大学物理 IV》		
课程网站	无		
课程描述	<p>对课程概况描述，包括课程设置的目的是与意义，课程的知识领域与主要内容等情况（200 字以内）</p> <p>本课程面向山东大学崇新学堂和微纳光子科学与技术两个实验班的本科生，以“新工科”建设为导向，是将《固体物理》核心知识与《量子力学》和《半导体器件物理》相关内容相结合的一门综合性物理基础课程。本课程系统介绍原子或分子以规律形式排列形成的固体材料的结构与性质，特别是固体微观结构与电、光、磁、热等宏观性质之间的相互关联，涵盖了固体物理学的基本理论以及与信息技术密切相关的材料与器件的一般性质。</p>		

<p><b>课程目标</b></p>	<p>【课程目标 1】<b>掌握固体物理的核心内容。</b>通过对固体材料晶格结构、电子结构、元激发及其相互作用以及电、光、磁、热等基本性质的讲解，使学生全面了解和掌握固体物理的基本概念和基本理论，建立固体物理的“大图像”观。</p> <p>【课程目标 2】<b>掌握量子物理的基本原理与方法。</b>通过对量子力学与固体物理核心概念和典型问题的讲解，使学生充分理解量子物理对于理解微观世界的重要性，并培养学生利用量子物理解决实际信息技术问题的能力。</p> <p>【课程目标 3】<b>培养创新意识与能力。</b>通过对固体物理和量子物理发展脉络的讲解，使学生对科学与技术创新有比较直观和深刻的认识，激发学生的创新思维。</p> <p>【课程思政目标】<b>培养基础科学素养与社会责任感。</b>通过对重大科学突破典型案例的讲解，使学生了解固体物理和量子物理与信息技术发展的紧密联系，培养和提高学生的基础科学素养，激发学生对解决国家“卡脖子”问题的学习热情，培养学生的社会责任感。</p>
<p><b>教学内容</b></p>	<p>第一章（共 8 学时，其中授课 6 学时，研讨 2 学时）</p> <p>【对应课程目标】 课程目标 1；课程思政目标。</p> <p>【教学内容和要求】</p> <p>教学内容：第 1.1 节 原子的周期性排列；第 1.2 节 晶体的对称性；第 1.3 节 典型晶体结构；第 1.4 节 倒易点阵；第 1.5 节 补充知识-量子力学基础。</p> <p>教学要求：了解和掌握晶体结构分类与性质的基本知识和分析方法。</p> <p>【思政要素和案例】与信息技术相关的固体物理重大突破及其科学背景。</p> <p>案例：准晶的发现。</p> <p>【教学难点重点】</p> <p>【1】晶体对称性，包括晶体宏观对称性与微观对称性；</p> <p>【2】倒格子与布里渊区。</p> <p>第二章（共 4 学时，其中授课 4 学时）</p> <p>【对应课程目标】 课程目标 2。</p> <p>【教学内容和要求】</p> <p>教学内容：第 2.1 节 晶体结合的基本性质；第 2.2 节 晶体结合的基本类型；第 2.3 节 晶体结合的规律性；第 2.4 节 补充知识-量子数。</p> <p>教学要求：了解和掌握晶体结合的基本类型、性质和一般规律。</p> <p>【思政要素和案例】无</p> <p>【教学难点重点】</p> <p>不同晶体结合类型的区别及其理论基础。</p>

<p>教学内容</p>	<p>第三章（共 8 学时，其中授课 6 学时，研讨 2 学时）</p> <p>【对应课程目标】 课程目标 1；课程目标 3；课程思政目标。</p> <p>【教学内容和要求】</p> <p>教学内容：第 3.1 节 晶格振动的经典理论；第 3.2 节 声子；第 3.3 节 声子热容；第 3.4 节 非谐效应；第 3.5 节 补充知识-量子谐振子。</p> <p>教学要求：了解和掌握晶格振动的经典理论和量子理论。</p> <p>【思政要素和案例】与信息技术相关的固体物理重大突破及其科学背景。</p> <p>案例：黄昆先生科学成就及其对晶格振动理论的重大贡献。</p> <p>【教学难点重点】</p> <p>【1】晶格振动的量子理论；</p> <p>【2】声子概念及其性质。</p> <p>第四章（共 10 学时，其中授课 8 学时，研讨 2 学时）</p> <p>【对应课程目标】 课程目标 1；课程目标 2；课程思政目标。</p> <p>【教学内容和要求】</p> <p>教学内容：第 4.1 节 近自由电子模型；第 4.2 节 紧束缚模型；第 4.3 节 方势阱模型；第 4.4 节 导体与非导体；第 4.5 节 补充知识-定态微扰论。</p> <p>教学要求：了解和掌握电子能带论的基本模型；理解导体与非导体的区别。</p> <p>【思政要素和案例】与信息技术相关的固体物理重大突破及其科学背景。</p> <p>案例：电子能带理论的辩证关系。</p> <p>【教学难点重点】</p> <p>【1】近自由电子模型；【2】紧束缚模型；【3】导体与非导体的分类。</p>
<p>教学内容</p>	<p>第五章（共 4 学时，其中授课 2 学时，研讨 2 学时）</p> <p>【对应课程目标】 课程目标 3；课程思政目标。</p> <p>【教学内容和要求】</p> <p>教学内容：第 5.1 节 金属自由电子论；第 5.2 节 半导体电子论。</p> <p>教学要求：了解和掌握电子在金属和半导体中传输的基本理论与方法。</p> <p>【思政要素和案例】与信息技术相关的固体物理重大突破及其科学背景。</p> <p>案例：霍尔效应相关重大发现以及华人科学家的贡献。</p> <p>【教学难点重点】</p> <p>【1】自由电子的量子理论；</p> <p>【2】半导体的基本性质。</p> <p>第六章（共 10 学时，其中授课 8 学时，研讨 2 学时）</p> <p>【对应课程目标】课程目标 1；课程目标 3；课程思政目标。</p> <p>【教学内容和要求】</p> <p>教学内容：第 6.1 节 半导体电子性质；第 6.2 节 肖特基结；第 6.3 节 PN 结；第 6.4 节 MOSFET。</p> <p>教学要求：了解和掌握半导体电子器件工作的基本原理和分析方法。</p> <p>【思政要素和案例】与信息技术相关的固体物理重大突破及其科学背景。</p> <p>案例：晶体管的发明。</p> <p>【教学难点重点】</p> <p>【1】PN 结的工作原理；</p> <p>【2】MOSFET 的工作原理。</p>

<p><b>教学内容</b></p>	<p>第七章（共 10 学时，其中授课 8 学时，研讨 2 学时）</p> <p>【对应课程目标】 课程目标 2；课程思政目标。</p> <p>【教学内容和要求】</p> <p>教学内容：第 7.1 节 磁性基础；第 7.2 节 铁磁性；第 7.3 节 超导。</p> <p>教学要求：了解和掌握固体材料磁性和超导现象的基本原理与分析方法。</p> <p>【思政要素和案例】与信息技术相关的固体物理重大突破及其科学背景。</p> <p>案例：超导现象以及华人科学家的贡献。</p> <p>【教学难点重点】</p> <p>【1】磁性产生的基本原理；</p> <p>【2】铁磁性的基本性质和应用。</p> <p>第八章（共 10 学时，其中授课 8 学时，研讨 2 学时）</p> <p>【对应课程目标】 课程目标 1；课程目标 2。</p> <p>【教学内容和要求】</p> <p>教学内容：第 8.1 节 光学基础；第 8.2 节 固体的光吸收；第 8.3 节 荧光、磷光与发光二极管。</p> <p>教学要求：了解和掌握固体材料光吸收与光发射的基本原理与分析方法。</p> <p>【思政要素和案例】无</p> <p>【教学难点重点】</p> <p>【1】半导体光吸收的基本原理；</p> <p>【2】半导体发光的不同机制和应用。</p>
<p><b>教学内容</b></p>	<p>实验（共 16 学时，其中实验 14 学时，研讨 2 学时）</p> <p>【对应课程目标】 课程目标 3。</p> <p>【教学内容和要求】</p> <p>教学内容：</p> <p>【1】科学可视化仿真实验：选择与固体物理相关的科学概念或科学问题，通过计算机可视化手段，制作易于理解的科学可视化作品，并进行展示和答辩。</p> <p>【2】计算模拟仿真实验：通过第一性原理方法，计算固体材料相关物理性质，并撰写实验报告。</p> <p>教学要求：通过仿真实验，深入理解固体物理相关内容及其应用。</p> <p>【思政要素和案例】无</p> <p>【教学难点重点】</p> <p>【1】科学可视化选题与设计；</p> <p>【2】典型固体材料物理性质仿真。</p>
<p><b>教学方式方法</b></p>	<p>PBL（基于问题的教学方法）</p>

考核及成绩评定方式	【考核方式】课堂互动、课程报告、期中考试、期末考试。 【成绩评定】课堂研讨占 10%，课程报告 20%，期中考核 20%，期末考核 50%。				
教材及参考资料	【教材】 《基础物理 II 固体理论导引讲义》，自编讲义 【参考资料 1】 黄昆，韩汝琦，《固体物理学》，高等教育出版社（1988）。 【参考资料 2】 C. Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8th Edition, John Wiley & Sons (2005). 【参考资料 3】 R. Hummel, Electronic Properties of Materials, 4th Edition, Springer (2011). 【参考资料 4】 S. O. Kasap, Principles of electronic materials and devices, 4th Edition (2018).				
教学内容对课程目标的支撑关系					
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程思政目标	
第一章	x			x	
第二章		x			
第三章	x		x	x	
第四章	x	x		x	
第五章			x	x	
第六章	x		x	x	
第七章		x		x	
第八章	x	x			
仿真实验			x		
课程目标对毕业要求的支撑关系					
课程目标	支撑的毕业要求				
课程目标 1	毕业要求 1.2：运用数学、自然科学、工程基础和电子科学与技术专业专业知识抽象、归纳复杂工程问题，并理解其局限性				

课程目标 2	毕业要求 1.3: 针对一个复杂系统或者过程选择恰当的数学模型, 对模型的正确性进行严谨的推理, 并能正确求解
课程目标 3	毕业要求 2.1: 能够将数学、自然科学、工程基础和电子科学与技术专业知识的基本原理, 运用到复杂工程问题的识别与表达中, 并具有通过文献检索、资料查询和文献研究对复杂工程问题进行研究分析的能力。
课程思政目标	毕业要求 8.2: 具有较强的社会责任感、集体主义观念, 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范, 履行责任。
其他需要说明的情况	
<p>上一届学生学习情况、存在的问题、课程持续改进情况等</p> <p>无</p>	