

上海科技大学物质学院硕士研究生入学考试

《固体物理》考试大纲

本《固体物理》考试大纲适用于上海科技大学凝聚态物理、材料物理及相关专业的硕士研究生入学考试。固体物理学是研究固体的微观结构、物理性质，以及构成物质的各种粒子的运动规律的学科，是凝聚态物理的最大分支。本科目的考试内容包括晶体结构、晶格振动、能带理论和金属电子论等。要求考生深入理解其基本概念，有清楚的物理图象，熟练掌握基本的物理方法，并具有综合运用所学知识分析问题和解决问题的能力。

一、考试形式

(一) 闭卷，笔试，考试时间 180 分钟，试卷总分 150 分

(二) 试卷结构

第一部分：简答题，共 50 分

第二部分：计算题、证明题，共 100 分

二、考试内容

(一) 晶体结构

- 1、单晶、准晶和非晶的结构上的差别
- 2、晶体中原子的排列特点、晶面、晶列、对称性
- 3、简单的晶体结构，二维和三维晶格的分类
- 4、倒易点阵和布里渊区
- 5、X 射线衍射条件、基元的几何结构因子及原子形状因子

(二) 固体的结合

- 1、固体结合的基本形式
- 2、共价晶体，金属晶体，分子晶体与离子晶体，范德瓦尔斯结合，氢键，马德隆常数

(三) 晶格振动与晶体的热学性质

- 1、一维链的振动：单原子链、双原子链、声学支、光学支、色散关系
- 2、格波、简正坐标、声子、声子振动态密度、长波近似
- 3、固体热容：爱因斯坦模型、德拜模型
- 4、非简谐效应：热膨胀、热传导
- 5、中子的非弹性散射测声子能谱

(四) 能带理论

- 1、布洛赫定理
- 2、近自由电子模型
- 3、紧束缚近似
- 4、费密面、能态密度和能带的特点

- 5、 表面电子态

(五) 晶体中电子在电场和磁场中的运动

- 1、 恒定电场作用下电子的运动
- 2、 用能带论解释金属、半导体和绝缘体，以及空穴的概念
- 3、 恒定磁场中电子的运动
- 4、 回旋共振、德·哈斯-范·阿尔芬效应

(六) 金属电子论

- 1、 金属自由电子的模型和基态性质
- 2、 金属自由电子的热性质
- 3、 电子在外加电磁场中的运动、漂移速度方程、霍耳效应

(七) 半导体电子论

- 1、 半导体基本能带结构
- 2、 半导体中的杂质
- 3、 半导体中电子的费米统计分布
- 4、 PN 结
- 5、 金属-绝缘体-半导体系统

(八) 固体的磁性

- 1、 原子的磁性
- 2、 固体磁性概述
- 3、 电子的泡利顺磁和朗道抗磁性
- 4、 铁磁性

三、考试要求

(一) 晶体结构

- a) 理解单晶、准晶和非晶材料原子排列在结构上的差别
- b) 掌握原胞、基矢的概念，清楚晶面和晶向的表示，了解对称性
- c) 了解简单的晶体结构以及二维和三维晶格的分类
- d) 掌握倒易点阵和布里渊区的概念，能够熟练地求出倒格子矢量和布里渊区
- e) 了解 X 射线衍射条件、基元的几何结构因子及原子形状因子

(二) 固体的结合

- a) 了解固体结合的几种基本形式
- b) 理解离子性结合、共价结合、金属性结合、范德瓦尔斯结合等概念

(三) 晶格振动与晶体的热学性质

- a) 熟练掌握并理解其物理过程，要求能灵活应用：一维链的振动（单原子链、双原子链）、声学支、光学支、色散关系
- b) 清楚掌握格波、简正坐标、声子、声子振动态密度、长波近似等概念
- c) 熟练掌握并理解其物理过程，要求能灵活应用：固体热容：爱因斯坦模

型、德拜模型

- d) 了解非简谐效应：热膨胀、热传导
- e) 了解中子的非弹性散射测声子能谱

(四) 能带理论

- a) 深刻理解布洛赫定理
- b) 熟练掌握并理解其物理过程，要求能灵活应用：近自由电子模型
- c) 熟练掌握并理解其物理过程，要求能灵活应用：紧束缚近似
- d) 深刻理解费密面、能态密度和能带的特点
- e) 了解电子表面态与晶体内部电子态的区别

(五) 晶体中电子在电场和磁场中的运动

- a) 熟练掌握并理解其物理过程：恒定电场作用下电子的运动
- b) 能够用能带论解释金属、半导体和绝缘体，掌握空穴的概念
- c) 熟练掌握并理解其物理过程：恒定磁场中电子的运动
- d) 能够解释回旋共振、德·哈斯-范·阿尔芬效应

(六) 金属电子论

- a) 熟练掌握金属自由电子的模型和基态性质
- b) 了解金属自由电子的热性质
- c) 熟练掌握并理解其物理过程：电子在外加电磁场中的运动、漂移速度方程、霍耳效应

(七) 半导体电子论

- a) 了解带隙的分类及其对半导体中光电相互作用的影响；了解载流子有效质量的定义与计算
- b) 施主与受主的能级估计
- c) 载流子随温度变化的关系
- d) PN 结的形成，能带结构，以及电流-电压特性
- e) 金属-绝缘体-半导体形成二维电子气体的机理

(八) 固体的磁性

- a) 初步了解 Hund 定则
- b) 熟悉固体磁性的分类，熟悉磁化率的定义与计算
- c) 熟悉泡利顺磁的计算，了解朗道抗磁的来源
- d) 了解铁磁材料的特点，了解自发磁化的机理，了解高温顺磁并熟悉其与泡利顺磁的区别

四、主要参考教材

- 1、黄昆编著，《固体物理学》，第 1 版，北京大学出版社，2009 年 9 月 1 日
- 2、阎守胜编著，《固体物理基础》，第 3 版，北京大学出版社，2011 年 6 月 1 日