

上海科技大学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、霍尔效应

(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、霍尔效应

(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

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

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

编制单位：上海科技大学物质科学与技术学院
编制日期：2017 年 5 月 23 日