

中国科学院微电子研究所博士研究生入学考试

《固体物理》考试大纲

一、考试科目基本要求及适用范围

《固体物理》是了解固体特性的基础，是许多学科专业的基础，是进一步掌握金属、磁、半导体材料特性的基础性课程，许多经典内容如晶体结构、晶格振动、能带理论和金属电子论等是经典之作。因此该考试大纲适用于中国科学院微电子研究所“微电子学与固体电子学”和“电子与信息”领域的博士研究生入学考试。要求考生深入理解和掌握基本概念，有清晰的物理图像，掌握基本的分析方法。利用所学的知识，能够进行研究领域拓展，并拥有分析和解决实际问题的能力。

二、考试形式

考试采取闭卷笔试形式，考试时间 180 分钟，总分 100 分。

三、考试大纲内容

（一）晶体的结构

- 1、晶格的周期性，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、对称性和点阵的基本类型
- 3、简单的晶体结构
- 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、分子晶体与离子晶体，范德瓦尔斯结合，马德隆常数

（三）晶体中的缺陷和扩散

- 1、晶体缺陷：线缺陷、面缺陷、点缺陷
- 2、扩散及微观机理
- 3、位错的物理特性
- 4、离子晶体中的点缺陷和离子性导电

（四）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

(五) 能带理论

- 1、布洛赫理论
- 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

(六) 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

(七) 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

(八) 半导体电子论

- 1、半导体的基本能带结构、半导体中的杂质
- 2、半导体中电子的费米统计分布
- 3、电导和霍耳效应
- 4、非平衡载流子
- 5、PN 结、异质结
- 6、金属-绝缘体-半导体系统和 MOS 反型层

(九) 固体中的光吸收

- 1、固体光学常数间的基本关系
- 2、固体、半导体中的光吸收过程
- 3、激子吸收、自由载流子吸收
- 4、晶格弛豫及其对电子跃迁的影响

(十) 晶体中的缺陷和扩散

- 1、多晶体和晶粒间界
- 2、位错
- 3、空位、间隙原子的运动和统计平衡
- 4、扩散
- 5、离子晶体中的点缺陷和离子性导电

四、考试要求

(一) 晶体结构

1. 理解单晶、准晶和非晶材料原子排列在结构上的差别
2. 掌握原胞、基矢的概念，清楚晶面和晶向的表示，了解对称性和点阵的基本类型
3. 了解简单的晶体结构
4. 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
5. 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

1. 了解固体结合的几种基本形式
2. 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) 晶体中的缺陷和扩散

1. 掌握线缺陷、面缺陷、点缺陷的概念和基本的缺陷类型
2. 了解扩散及微观机理
3. 了解位错的物理特性
4. 大致了解离子晶体中的点缺陷和离子性导电

(四) 晶格振动与晶体的热学性质

1. 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
2. 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
3. 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
4. 了解非简谐效应：热膨胀、热传导
5. 了解中子的非弹性散射测声子能谱

(五) 能带理论

1. 深刻理解布洛赫定理
2. 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
3. 熟练掌握并理解其物理过程，要求能灵活应用：紧束缚近似
4. 深刻理解费密面、能态密度和能带的特点

(六) 晶体中电子在电场和磁场中的运动

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

(七) 金属电子论

1. 熟练掌握金属自由电子的模型和基态性质
2. 了解金属自由电子的热性质
3. 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

(八) 半导体电子论

1. 掌握半导体的基本能带结构、半导体中的杂质
2. 深入了解半导体中电子的费米统计分布
3. 能够解释电导和霍尔效应、非平衡载流子
4. 深入掌握 PN 结、异质结

(九) 固体中的光吸收

1. 了解因体光学常数间的基本关系
2. 掌握固体、半导体中的光吸收过程
3. 掌握激子吸收、自由载流子吸收过程
4. 了解晶格弛豫及其对电子跃迁的影响

(十) 晶体中的缺陷和扩散

1. 了解多晶体和晶粒间界
2. 掌握位错、空位、间隙原子的运动和统计平衡
3. 深入了解扩散过程
4. 了解离子晶体中的点缺陷和离子性导电

五、主要参考书目

- 1、《固体物理学》，黄昆原著，韩汝琦改编，高等教育出版社，1988年10月。
- 2、Solid Physics, Neil W. Ashcroft, N.David Mermin, ISBN0-030083993-9 (college edition).

编制单位：中国科学院微电子研究所

编制日期：2014年1月23日