

2006 年秋季学期研究生固体物理试题

- 一、 简要回答下列问题（每题 5 分，共 20 分）
- 1、 绘出二维晶格的第一和第二布里渊区，并给出晶体衍射的条件。
 - 2、 阐述声子的物理意义。
 - 3、 分析半导体载流子浓度及半导体电阻率与温度的关系。
 - 4、 分析磁畴的起源。
- 二、 阐述描述晶格比热的爱因斯坦模型和德拜模型的基本物理思想，分析其各自的适用范围，并利用爱因斯坦模型讨论晶格比热的高温极限。（20 分）
- 三、 阐述费米面的物理意义，并由此说明两个费米面不同的金属相互接触时所形成的接触势差。（20 分）
- 四、 为何固体能进行单电子近似？说明能带产生的物理原因。（15 分）
- 五、 说明只有未被电子完全填充的能带可以导电，并说明二价镁金属是导体的原因。（10 分）
- 六、 以 n 型半导体和金属接触为例，说明肖脱基势垒的形成机制。（15 分）

2005 年秋季学期研究生固体物理试题

- 一、 回答下列问题（每题 5 分，共 40 分）
- 1、 回答单电子近似和绝热近似，并阐明它们在固体物理中的地位。
 - 2、 已知一维线性谐振子的能级： $(n+1/2)\hbar\omega$ (n 非负整数)，若一粒子波矢所受的势能函数为： $V(x,y)=m\omega^2(x^2+y^2)/2$ ，请给出粒子的能级。
 - 3、 具有合适波长的自由电子波在晶体中传播时，请证明，当电子波波矢落在布里渊区边界时，可以发生 Bragg 衍射。
 - 4、 二维复式晶格中，每个单胞中含有 n 个原子，共含 N 个单胞，请回答声学支振动格波色散关系的数目，独立声学振动的模式数，简述你的理由。
 - 5、 利用声子的散射过程，说明晶格导热热阻产生的原因。
 - 6、 阐明金属费米面的物理含义，并给出费米能级的计算方法。
 - 7、 阐述直接带隙半导体和间接带隙本征半导体吸收的差别。
 - 8、 何为固体的反铁磁性？
- 二、 回答频率为 ω 的格波，在温度 T 下所占有的声子数，阐明晶格比热的爱因斯坦模型，并分析温度很高时，晶格比热趋于常数。（20 分）
- 三、 利用周期性边界条件，分析每个能带上所能填充的电子数目，回答为何完全被电子占据的能带对固体导电没有贡献。从能带结构出发，讨论影响纯

金属导电的因素。(20 分)

四、 阐明半导体载流子有效质量与能带形状的关系。(10 分)

五、 回答半导体施主掺杂的条件, 并给出估算施主能级的方法。(10 分)

2004 年秋季学期研究生固体物理试题

一、 回答下列问题(每题 5 分, 共 30 分)

- 1、 说明单电子近似, 并论述其在固体物理中的重要意义。
- 2、 解释固体中原子结合中排斥力的物理本质。
- 3、 画出正方晶格的第一布里渊区和第二布里渊区。
- 4、 解释两种不同费米面金属的接触势差。
- 5、 讨论价带形状对半导体空穴有效质量的影响。
- 6、 解释铁磁材料中磁畴形成的物理机制。

二、 复杂晶格的热振动可分为光学和声学振动, 以一维复杂晶格为例, 讨论在长波条件下(K 趋于零)光学振动和声学振动的原子运动的特点。(20 分)

三、 1.阐述晶格热容的爱因斯坦模型的物理思想;

2.并讨论该模型的适用条件;

3.利用爱因斯坦模型证明, 晶格热容在高温下趋于定值。(20 分)

四、 给出金属和半导体能带结构的差别, 阐述半导体载流子浓度与温度的关系。(15 分)

五、 阐述 p-n 结的整流原理。(15 分)

2003 年秋季学期研究生固体物理试题

一、 回答下面的问题(每题 8 分, 共 48 分)

- 1、 若粒子所受的位能函数不显含时间, 求证粒子的空间几率分布与时间无关。
- 2、 在一级近似下, 给出双原子分子的振动能级与原子间结合力之间的关系, 并给出一种切实可行的测量能级和结合强度的一种实验方法。
- 3、 评介经典自由电子理论和索莫菲量子自由电子理论的差别, 它们关于金属导电性质的解释有何异同。
- 4、 利用半经典理论论述满带中的电子对固体导电没有贡献。
- 5、 晶格热振动是无规则的, 如何利用格波的概念描述晶格热振动。

- 6、 利用声子的概念描述固体的热阻。
- 二、 详细阐述能带是晶态固体的必然属性。(12 分)
- 三、 利用能带理论, 详细解释电子化合物的相形成规律及固溶极限的求法。(10 分)
- 四、 分析铁磁物质自发磁化的物理本质, 并根据磁滞回线的形状列举至少两种铁磁材料的应用。(15 分)
- 五、 说明掺杂可以改善半导体的导电性, 并解释 $p-n$ 结的整流特性。

2002 年秋季学期研究生固体物理试题

- 一、 回答以下各题
 - 1、 给出波函数的性质以及所满足的数学条件。
 - 2、 叙述固体键合的物理本质。
 - 3、 简述布里渊区的概念。
 - 4、 利用晶体衍射的布拉格方程, 说明当电子波矢落在布里渊区边界时, 满足布拉格方程。
 - 5、 简述晶格振动中光学和声学波的概念。
 - 6、 利用自由电子模型说明费米面的概念和求法(不必给出具体结果)
 - 7、 说明半导体间接带隙间的光吸收涉及声子产生或湮灭过程。
 - 8、 给出不同的磁性固体内原子磁矩的排列特征。
- 二、 分析计算固体比热的爱因斯坦模型和德拜模型的物理思想, 并分析各自的适应条件。
- 三、 利用固体自由电子空晶格模型, 阐述固体能带的起因, 并给出金属、半导体和绝缘体能带结构的特征。
- 四、 定性分析、掺杂半导体中载流子浓度与温度的关系。
- 五、 说明 $p-n$ 结的整流原理。

2001 年秋季学期研究生固体物理试题

- 一、 回答以下各题(每题 5 分, 共 40 分)
 - 1、 给出波函数的性质及其所满足的数学条件。
 - 2、 叙述固体中两原子结合势能函数的一般性质。
 - 3、 简述共价键杂化的物理思想。
 - 4、 简述布里渊区的概念。

- 5、 利用晶体衍射的布拉格 (Bragg) 方程, 说明当电子波波矢落在布里渊区边界时, 满足布拉格方程。
 - 6、 阐述晶格热振动中光学波和声学波的概念。
 - 7、 利用自由电子模型说明费米面的概念和求法 (不必给出具体结果)。
 - 8、 阐述半导体的能带结构特点。
- 二、 假定固体中每个原子均以相同的频率振动, 求解固体的定容比热, 并证明, 当温度甚高时, 固体的比热趋于一个常数。(20 分)
- 三、 利用固体自由电子的空晶格模型, 阐述固体能带的起因。并用固体中价电子波函数 (Bloch) 的性质阐明固体能带结构具有普遍意义。(20 分)
- 四、 定性分析掺杂半导体的电导率与温度的关系, 说明 p-n 结的整流原理。(20 分)