

Chapter 1.

Crystal Structure

晶体结构

- Bravais lattice, unit cell and basis

晶体点阵/晶格，晶胞，基元

Fcc, bcc, sc等晶格的基本结构

- Miller indices

晶面与晶向的表示，密勒指数

懂得晶面及晶向的表示方法

- Real crystal structures

真实晶体结构

知道一些常用晶体结构，如金刚石结构，密堆积结构等

- The reciprocal lattice

倒易空间

能够画出倒易空间及第一布里渊区

- Experiments to determine the crystal structure

实验确定晶体结构

布拉格及劳厄衍射条件，了解一些测量晶格结构的手段

第二章 晶体的结合

晶体的结合力和结合能

结合能的基本形式，达到平衡的条件

离子晶体

马德隆势

共价晶体

电负性、电离度、电离能、电子亲和势

金属晶体

分子晶体

Lennard-Jones 6-12 potential 勒纳-琼斯势

第三章 晶格振动

3.1 晶格振动的经典理论

能够解出简单周期性体系的色散关系，了解一些特殊点的意义，计算振动态密度

3.2 晶格振动的量子化—声子

理解声子的概念，会计算声子的能量

3.3 固体热容的量子理论

知道声子满足的分布函数，了解不同热容模型的区别，德拜温度

3.6 离子晶体的红外光学性质

3.5 非简谐效应：晶体的热膨胀和热传导

了解非简谐效应在热膨胀和热传导中起到的作用，晶体的自由能、状态方程

3.6 晶格振动的实验研究

第四章 金属电子论

4.1 经典自由电子论 (Drude-Lorentz)

4.2 量子自由电子论 (Sommerfeld)

量子自由电子论的核心思想，电子满足的统计分布、系统能量、能态密度的计算、费米面、费米半径等概念

4.3 金属的热容和顺磁磁化率

4.4 金属的电导率和热导率

4.5 金属的热电子发射和接触电势

4.6 金属的交流电导率和光学性质

4.7 自由电子模型的局限性

1. Drude模型失败的根本原因?

2. 该如何修正Drude模型

费米能级

- * 电子最高的占据能级
- * 只有费米能级附近的电子才是活跃的，参与输运

态密度

- * k 空间状态密度是常数
- * 能量空间，是单位能量间隔内电子状态数

费米—狄拉克分布

- * 热平衡，温度 T 时，电子处于能量 E 的几率
- * 化学势。零度时，最高占据能级——费米能级

第五章 能带理论

能带论的基本假定：绝热近似、平均场近似
(单电子近似)、周期场近似

Bloch 定理

近自由电子模型

紧束缚模型

能带的性质

能态密度的计算

第六章 晶体中的电子在电场和磁场中的运动

Bloch电子的概念，有效质量的概念

Bloch电子在电场中的运动，导体、半导体、绝缘体、电子和空穴

Bloch电子在磁场中的运动，朗道能级

成绩比例：平时作业 30%，小论文20%，考试50%

小论文要求：

调研某一种固体材料的性质，可以与我们学过的声子、能带等性质相关。必须包含近三年（2016-2019）发表在经典物理期刊上的内容。

也可以与自己从事的科研活动有关。

提交时间：

暂定2019年7月1日。

4.0 The Nature Index journals

- Advanced Materials (1051 articles)
- Angewandte Chemie International Edition (2671 articles)
- Applied Physics Letters (2944 articles)
- Chemical Communications (2696 articles)
- Chemical Science (846 articles)
- European Physical Journal C (713 articles)
- Journal of the American Chemical Society (2264 articles)
- Nano Letters (1215 articles)
- Nature (828 articles)
- Nature Chemistry (167 articles)
- Nature Communications (3454 articles)
- Nature Materials (151 articles)
- Nature Nanotechnology (125 articles)
- Nature Photonics (108 articles)
- Nature Physics (156 articles)
- Physical Review B (835 articles)
- Physical Review Letters (2327 articles)
- Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (2992 articles)
- Science (724 articles)
- The Journal of Physical Chemistry Letters (758 articles)

材料选择举例：

金属及金属表面（可调研金属表面态能带、金属纳米颗粒，表面等离激元等问题）

二维材料（石墨烯、二维BN、Si，氧化物异质结SrTiO₃/LaAlO₃等）

半导体材料（Si、GaAs、Ge、ZnO、TiO₂、CeO₂等）
Mott 绝缘体、强关联体系等(NiO、MnO、CoO、V₂O₃、(La,Y)Ba₂Cu₃O₇等)

拓扑绝缘体及其他量子材料