

课程名称：物理学中的群论基础

一、课程编码：1800008

课内学时：64 学分：4

二、适用学科专业：理论物理、凝聚态物理、计算物理

三、先修课程：线性代数、量子力学、固体物理（晶体结构部分）

四、教学目标

通过本课程的学习,使学生掌握群的基本概念与定理和群的线性表示理论及其在物理学中对称性分析上的一些基本应用。此外,本课程还将使学生了解并掌握晶体点群与空间群、 $SU(2)$ 与 $SO(3)$ 群、以及李群的基本概念。

五、教学方式

课堂讲授。

六、主要内容及学时分配

- | | |
|---------------------|-------|
| 1. 群的基本概念 | 6 学时 |
| 1.1 群 | |
| 1.2 子群与陪集 | |
| 1.3 共轭元与共轭类 | |
| 1.4 群的同态与同构 | |
| 1.5 群的直积 | |
| 2. 群表示理论 | 16 学时 |
| 2.1 群的表示 | |
| 2.2 舒尔引理 | |
| 2.3 正交性定理 | |
| 2.4 正规（正则）表示 | |
| 2.5 完全（完备）性关系 | |
| 2.6 特征标表 | |
| 2.7 函数变换和表示的构造 | |
| 2.8 对称变换群基函数的性质 | |
| 2.9 投影算符 | |
| 2.10 基础表示 | |
| 2.11 分导表示、诱导表示 | |
| 2.12 表示的直积与 CG 系数 | |
| 2.13 直积群的表示 | |
| 3. 置换群 | 6 学时 |
| 3.1 置换 | |
| 3.2 共轭类、配分和 Young 图 | |
| 3.3 Young 盘和图形方法 | |
| 3.4 Young 算符 | |
| 3.5 分支律与外积 | |
| 4. 点群和空间群 | 16 学时 |
| 4.1 点群的对称操作 | |
| 4.2 第一类点群 | |

- 4.3 第二类点群
 - 4.4 点群的特征标表
 - 4.5 晶体的宏观性质与对称性
 - 4.6 平移群和 Bravais 格子
 - 4.7 空间群简介
 - 5. 李群 6 学时
 - 5.1 李群的概念
 - 5.2 无穷小生成元
 - 5.3 无穷小算符
 - 5.4 群上的不变积分
 - 5.5 李代数简介
 - 6. $SO(3)$ 群和 $SU(2)$ 群 6 学时
 - 6.1 三维幺模正交群 $SO(3)$
 - 6.2 二维幺模幺正群 $SU(2)$
 - 6.3 $SU(2)$ 群的不可约表示
 - 6.4 $SO(3)$ 群的不可约表示及双群
 - 7. 群论与量子力学 8 学时
 - 7.1 哈密顿算符的群
 - 7.2 微扰引起的能级劈裂
 - 7.3 矩阵元定理与选择定则
 - 7.4 不可约张量算符和 Wigner-Eckart 定理
 - 7.5 实表示
 - 7.6 时间反演对称性和附加简并
 - 7.7 角动量的耦合
- 七、考核与成绩评定
- 成绩以百分制衡量，评定依据：平时作业及考勤占 30%，期末笔试成绩占 70%。
- 八、参考书及学生必读参考资料
1. 徐建军，《物理学中的群论基础》，清华大学出版社，2010.
 2. 徐婉棠，喀兴林 《群论及其在固体物理中的应用》 高等教育出版社，1999.
 3. 马中骥，《物理学中的群论（第三版）——有限群篇》，科学出版社，2016.
 4. 陶瑞宝，《物理学中的群论》，高等教育出版社，2011.
 5. 谢希德、蒋平、陆奋，《群论及其在物理学中的应用》，科学出版社，2010.
- 九、大纲撰写人：刘贵斌