

量子统计力学

一、课程编码：

课内学时：48 学分：3

二、适用学科专业：理论物理、凝聚态物理、光学

三、先修课程：量子力学、热力学与统计力学

四、教学目标

通过本课程的学习，掌握量子统计力学的基本概念，包括系综、配分函数、近独立粒子体系统计分布规律以及相变的分类及其基本规律；提升运用量子统计力学基本方法来分析解决和体系的热力学性质有关的问题的能力。

五、教学方式

课堂教学

六、主要内容及学时分配

- | | |
|------------------------------|-------|
| 1 量子统计物理学基础 | 8 学时 |
| 1.1 引言 | |
| 1.2 存粹系综与混合系综 | |
| 1.3 统计算符 | |
| 1.4 刘维尔定理 | |
| 1.5 统计物理的基本假设 微正则系综 | |
| 1.6 正则系综 巨正则系综 | |
| 1.7 计算密度矩阵举例 | |
| 1.8 从统计物理出发推导三种独立粒子系统的统计分布 | |
| 1.9 熵增加定律 微观可逆性与宏观不可逆性 | |
| 2 系综的配分函数 | 3 学时 |
| 2.1 配分函数与统计热力学 | |
| 2.2 配分函数的经典极限 | |
| 2.3 由巨正则系综出发推导理想气体的统计分布及物态方程 | |
| 3 玻色系统 | 8 学时 |
| 3.1 理想玻色气体性质与 BEC | |
| 3.2 非理想玻色气体中的 BEC | |
| 3.3 多普勒致冷和磁--光陷阱 | |
| 3.4 简谐势阱中理想玻色气体的 BEC | |
| 4 超流性 | 5 学时 |
| 4.1 液氦 He^4 中的超流相变 | |
| 4.2 液氦 He^4 II 相的特征 | |
| 4.3 超流体的涡旋运动 | |
| 4.4 朗道超流理论 | |
| 4.5 简并性近理想玻色气体 | |
| 5 费米系统 | 12 学时 |
| 5.1 理想费米气体 | |
| 5.2 朗道抗磁性 | |
| 5.3 量子霍尔效应 | |
| 5.4 泡利顺磁性 | |
| 5.5 正常费米液体 I：元激发 | |
| 5.6 正常费米液体 II：准粒子相互作用 | |

6 相变与临界现象基本概念

12 学时

6.1 相变及其分类

6.2 序参量

6.3 热力学函数的临界指数

6.4 关联函数 标度率

6.5 响应函数及其与关联函数的联系

6.6 涨落—耗散

6.7 平均场

6.8 平均场的失效

6.9 标度假设

6.10 普适性

6.11 自发对称破缺

6.12 Goldstone 定理

6.13 空间维数与涨落

七、考核与成绩评定

平时成绩（作业）：30 分

期终考试卷面分：70 分

八、参考书及学生必读参考资料

- 1 必读书（教材）。作者：杨展如。书名：《量子统计物理学》。
出版地：北京。出版社：高等教育出版社。出版年：2010 年
- 2 参考书。作者：张先蔚。书名：《量子统计力学》[第二版]。
出版地：北京。出版社：科学出版社。出版年：2008 年。

九、大纲撰写人：杨帆