

《量子力学（上）》MOOC 课程内容

参考书：

1. 徐湛,《量子力学讲义》。
2. 曾谨言,《量子力学》卷 I,II, 科学出版社（第四版）, 2007 年。
3. Griffiths D.J., Introduction to Quantum Mechanics, 2nd edition, Pearson Prentice Hall, 2005。

第一章 量子力学的历史渊源

§1.1 普朗克的光量子假说

- 1.1.1 黑体辐射的能谱
- 1.1.2 普朗克假说
- 1.1.3 光电效应
- 1.1.4 康普顿效应

§1.2 玻尔的原子结构模型

- 1.2.1 氢原子光谱和弗兰克-赫兹实验
- 1.2.2 玻尔模型
- 1.2.3 索末菲量子化条件

§1.3 德布罗意的物质波假说

- 1.3.1 德布罗意假说
- 1.3.2 微观粒子波动性的实验

第二章 波函数与薛定谔方程

§2.1 波函数

- 2.1.1 波粒二象性的意义
- 2.1.2 波函数的统计诠释
- 2.1.3 波函数的归一化
- 2.1.4 态叠加原理
- 2.1.5 动量分布几率
- 2.1.6 不确定关系
- 2.1.7 力学量的平均值 用算符代表力学量
- 2.1.8 波函数应满足的要求

§2.2 薛定谔方程

- 2.2.1 薛定谔方程的引入
- 2.2.2 几率守恒定律
- *2.2.3 初值问题 自由粒子的传播子
- 2.2.4 定态薛定谔方程 能量本征方程
- 2.2.5 非定态 薛定谔方程的一般解
- 2.2.6 一般系统的薛定谔方程
- 2.2.7 量子力学的表象

2.2.8 量子力学中的测量 波包坍缩

第三章 一维势场中的粒子

§3.1 一维运动问题的一般分析

- 3.1.1 一维定态薛定谔方程的解的一般特征
- 3.1.2 关于一维定态薛定谔方程的解的基本定理
- 3.1.3 一维定态的分类 束缚态与非束缚态
- 3.1.4 一维束缚态的一般性质

§3.2 方势阱

- 3.2.1 一维无限深势阱
- 3.2.2 对称有限深方势阱

§3.3 δ 函数势阱

- 3.3.1 δ 函数的定义和主要性质
- 3.3.2 一维 δ 函数势阱中的束缚态
- 3.3.3 δ 函数势阱与方势阱的关系

§3.4 线性谐振子

- 3.4.1 方程的无量纲化和化简
- 3.4.2 厄密多项式
- 3.4.3 线性谐振子的能级和波函数

§3.5 一维散射问题

- 3.5.1 一维散射问题的一般提法
- 3.5.2 方势垒的量子隧穿
- 3.5.3 方势阱的共振透射

*§3.6 δ 势的穿透

- *3.6.1 δ 势垒的穿透
- *3.6.2 δ 势阱的穿透

*§3.7 周期性势场中的能带结构

- *3.7.1 有限平移不变性 弗洛盖-布洛赫定理
- *3.7.2 克勒尼希-彭尼模型 能带的形成

第四章 力学量用算符表示

§4.1 算符及其运算

- 4.1.1 基本的和导出的力学量算符
- 4.1.2 线性算符
- 4.1.3 算符的运算和厄密算符
- 4.1.4 算符的对易关系

§4.2 厄密算符的主要性质

- 4.2.1 算符的本征方程
- 4.2.2 厄密算符的本征值
- 4.2.3 本征函数系的正交性
- 4.2.4 简并情形 共同本征函数
- 4.2.5 力学量的完备集
- 4.2.6 一般力学量的测量几率
- 4.2.7 不确定关系的准确形式

§4.3 动量本征函数的归一化

- 4.3.1 动量本征函数在无穷空间中的归一化
- *4.3.2 动量本征函数的箱归一化

§4.4 角动量算符的本征值和本征态

- 4.4.1 角动量算符的球坐标表示
- 4.4.2 \hat{L}_z 的本征值和本征函数
- 4.4.3 \hat{L}^2 的本征值和本征函数
- 4.4.4 球谐函数的基本性质

第五章 量子力学中的对称性与守恒量

§5.1 量子力学中的守恒量

- 5.1.1 力学量的平均值随时间的演化
- 5.1.2 量子力学里的守恒量 好量子数
- *5.1.3 能级简并与守恒量
- *5.1.4 维里定理

§5.2 对称性与守恒量

- 5.2.1 体系的对称变换 么正变换
- 5.2.2 空间平移不变性与动量守恒
- 5.2.3 空间旋转不变性与角动量守恒
- 5.2.4 离散对称性及离散守恒量

§5.3 全同粒子系统波函数的交换对称性 =>系综理论

- 5.3.1 多粒子体系的描写
- 5.3.2 全同粒子的不可区别性
- 5.3.3 波函数的交换对称性和粒子的统计性质
- 5.3.4 交换对称或反对称波函数的构成 泡利不相容原理
- *5.3.5 自由电子气 费米面

*§5.4 薛定谔图画和海森堡图画

- *5.4.1 薛定谔方程初值问题的形式解
- *5.4.2 薛定谔图画
- *5.4.3 海森堡图画

第六章 中心力场

§6.1 中心力场中粒子运动的一般性质

6.1.1 中心力场中薛定谔方程的约化

6.1.2 约化径向方程与一维薛定谔方程的比较

*6.1.3. 二体问题的分解 相对运动

*§6.2 球无限深势阱

*6.2.1 球坐标系中的自由粒子波函数

*6.2.2 球无限深势阱中能级的确定

§6.3 三维各向同性谐振子

6.3.1 三维各向同性谐振子在直角坐标系中的解

6.3.2 球坐标系中的解 缔合拉盖尔多项式

§6.4 氢原子和类氢离子

6.4.1 径向方程的化简及其解

6.4.2 氢原子和类氢离子的能级和波函数

6.4.3 氢原子的轨道磁矩 g 因子

6.4.4 碱金属原子的能级

*6.4.5 电子偶素 电子偶素湮灭的 EPR 佯谬

第七章 带电粒子在电磁场中的运动

§7.1 带电粒子在电磁场中的薛定谔方程

7.1.1 带电粒子在电磁场中的经典哈密顿量 正则动量

7.1.2 带电粒子在电磁场中的薛定谔方程 规范条件

7.1.3 经典的和量子的规范不变性

§7.2 朗道能级

7.2.1 带电粒子在均匀磁场中的经典运动

7.2.2 带电粒子在均匀磁场中的量子运动 朗道能级

*7.2.3 朗道能级的简并度

*§7.3 阿哈罗诺夫-博姆效应

*7.3.1 费曼的路径振幅

*7.3.2 无限长螺线管的矢量势

*7.3.3 阿哈罗诺夫-博姆效应和不可积相因子

《量子力学（下）》MOOC 课程内容

参考书:

1. 徐湛,《量子力学讲义》。
2. 曾谨言,《量子力学》卷 I, II, 科学出版社(第四版), 2007 年。
3. Griffiths D.J., Introduction to Quantum Mechanics, 2nd edition, Pearson Prentice Hall, 2005。

第八章 量子力学的矩阵形式 海森堡

§ 8.1 量子态和力学量的表象和表象变换

- 8.1.1 量子态的表象 态矢量
- 8.1.2 算符的矩阵表示
- 8.1.3 表象变换 量子力学的么正不变性

§ 8.2 量子力学的矩阵形式

- 8.2.1 离散表象中的量子力学诸方程
- 8.2.2 离散表象中本征方程的解法
- 8.2.3 算符矩阵的对角化

§ 8.3 狄拉克符号

- 8.3.1 两种态矢量
- 8.3.2 算符及其本征方程
- 8.3.3 完备态矢量集和表象

第九章 本征值问题的代数方法

§ 9.1 线性谐振子的阶梯算符方法

- 9.1.1 线性谐振子的代数解法 阶梯算符
- 9.1.2 坐标表象中的波函数
- *9.1.3 关于自然单位制
- *9.1.4 相干态和压缩态

§ 9.2 角动量的本征值和本征态

- 9.2.1 角动量的一般定义
- 9.2.2 角动量的阶梯算符
- 9.2.3 \hat{J}^2 和 \hat{J}_z 的本征值
- 9.2.4 角动量的本征态
- *9.2.5 球谐函数的代数生成法

§ 9.3 角动量的合成

- 9.3.1 角动量合成的一般规则
- 9.3.2 CG 系数的确定

第十章 电子自旋

§ 10.1 电子自旋及其描述

- 10.1.1 电子自旋的发现
- 10.1.2 电子自旋的描述 泡利矩阵
- 10.1.3 泡利矩阵的主要性质
- 10.1.4 二分量波函数 矩阵算符

§ 10.2 电子总角动量和自旋-轨道耦合

- 10.2.1 轨道角动量和自旋角动量的合成
- 10.2.2 电子的自旋-轨道耦合

§ 10.3 原子光谱的精细结构

- 10.3.1 碱金属原子的哈密顿量
- 10.3.2 碱金属原子的能级分裂和光谱的精细结构
- *10.3.3 氢原子光谱的精细结构，超精细结构和兰姆移动

§ 10.4 塞曼效应

- 10.4.1 有自旋的电子在电磁场中的哈密顿量
- 10.4.2 正常塞曼效应
- *10.4.3 反常塞曼效应
- *10.4.4 自旋电子学简介

§ 10.5 自旋纠缠态

- 10.5.1 两个电子自旋的合成 单态和三重态
- *10.5.2 两电子自旋纠缠态 贝尔基

第十一章 微扰论

§ 11.1 束缚态微扰论 I：非简并情形

- 11.1.1 微扰论的基本构架
- 11.1.2 一级微扰能和微扰波函数 微扰近似适用的条件
- 11.1.3 二级微扰能

§ 11.2 束缚态微扰论 II：简并情形

- 11.2.1 一级微扰能和零级波函数
- 11.2.2 斯塔克效应

§ 11.3 量子跃迁的微扰论

- 11.3.1 哈密顿量与时间无关时含时薛定谔方程的一般解
- 11.3.2 处理跃迁问题的微扰论方法
- 11.3.3 简谐微扰和共振跃迁
- 11.3.4 选择定则

§ 11.4 光的辐射和吸收

- 11.4.1 长波近似和电偶极跃迁
- 11.4.2 电偶极跃迁的选择定则
- *11.4.3 对连续光谱的吸收系数
- *11.4.4 自发辐射的爱因斯坦理论

第十二章 散射理论

§ 12.1 散射实验和散射截面

- 12.1.1 散射截面的实验定义
- 12.1.2 计算散射截面的方法 散射振幅
- *12.1.3 全同粒子的散射问题

§ 12.2 中心势场中的分波法

- 12.2.1 分波法的一般公式和适用范围
- 12.2.2 球方势垒的 S 波散射
- *12.2.3 球方势阱的共振散射

§ 12.3 玻恩近似

- 12.3.1 格林函数方法和李普曼-施温格方程
- 12.3.2 玻恩近似及其适用条件
- 12.3.3 屏蔽库仑场的卢瑟福散射

第十三章 其它近似方法

§ 13.1 里兹变分法

- 13.1.1 变分原理
- 13.1.2 里兹变分法 试探波函数
- 13.1.3 类氢离子的试探波函数
- 13.1.4 类氢离子的基态能量

*§ 13.2 玻恩-奥本海默近似

- *13.2.1 系统的快变自由度和缓变自由度 玻恩-奥本海默近似
- *13.2.2 氢分子离子
- *13.2.3 氢分子 共价键

*§ 13.3 突变近似和绝热近似

- *13.3.1 突变近似
- *13.3.2 按瞬时本征态展开
- *13.3.3 绝热近似和它的适用条件
- *13.3.4 贝里相位 几何相位