

# 高量复习

12.18

## 考试的大概形式

每章都会出题，每道题占分 15-20 分。

1234 章考计算也可能会考概念，56 章着重计算，题目顺序与章节顺序相同。

前几题可能会有几个互不相关的小问，考前几章的知识，可能有一些题是直接让你默写公式 or 定理（5-10 分 maybe），也可能有一些题让你直接推导公式（5-10 分 maybe）。

计算题部分与作业题近似。

计算量不小，考试时要合理规划时间。

## 1 量子力学基本概念、理论、结构与数学方法

### 1.1 基本原理

Hilbert 空间，态矢量，力学量，对易关系，薛定谔方程，全同粒子，玻色子，费米子。

### 1.2 Dirac 符号、若干常用算符

左矢，右矢，内积，外积，线性算符，厄米算符，么正算符，正规算符。

### 1.3 表象与表象变换 \*

基的正交性与完备性，表象中的量子态与算符，矩阵元，平均值，本征值。坐标表象，动量表象，坐标表象与动量表象的关系， $\langle x|p\rangle$ ，波函数变换。厄米算符本征态，任意表象变换（分立，连续）。

### 1.4 一维线性谐振子的代数解法

产生湮灭算符，粒子数算符，对易关系，本征态。

### 1.5 谐振子相干态 \*

相干态的定义，表达式，位移算符，Baker-Hausdorff 公式，相干态的一些性质。

### 1.6 相干态表象 \*

正交性和完备性，态矢和算符的相干态表示，正规乘积算符。

### 1.7 相干压缩态 \*

压缩算符，压缩变换，相干压缩态，算符的平均值，不确定关系。

## 2 量子动力学、密度矩阵，路径积分

### 2.1 薛定谔方程

薛定谔方程，线性齐次，概率流密度，连续性方程。

### 2.2 时间演化算符

时间演化算符定义，性质，编时算符，时间演化算符表达式。

### 2.3 量子力学中的三个绘景 \*

薛定谔绘景，海森堡绘景，相互作用绘景：态矢量，算符，算符平均值，守恒量。三个绘景的关系，相互变换，时间演化算符。Ehrenfest 定理。

### 2.4 量子力学的路径积分形式

传播子定义，计算，传播子的计算（路径积分）。

### 2.5 Feynman 路径积分

Feynman 传播子，Feynman 路径积分与薛定谔方程，传播子的计算（利用经典作用量）。

### 2.6 密度矩阵方法

纯态与混合态，密度算符与密度矩阵的性质，力学量平均值，时间演化。

### 2.7 复合系统的密度算符和密度矩阵

复合系统基矢，矩阵，部分求迹，密度矩阵，纯态，纠缠态，Bell 基。

### 2.8 约化密度算符和密度矩阵 \*

约化密度矩阵，纠缠态的判断。

### 2.9 复合系统纯态的 Schmidt 分解 \*

Schmidt 分解，可分离态、纠缠态，Neumann 熵。

### 2.10 绝热近似、Berry 相位

绝热近似，绝热定理，动力学相位，绝热相位（Berry）。

## 3 角动量理论

### 3.1 诸角动量算符

角动量算符的定义，角动量平方算符，上升算符和下降算符，对易关系。

### 3.2 角动量算符的本征值与本征矢

$(\hat{J}^2, J_z)$  表象，升降算符的作用，角动量算符， $j$  与  $m$  的取值，Schwinger 方法。

### 3.3 角动量算符的矩阵元

$(\hat{J}^2, J_z)$  表象下各角动量算符的矩阵元。

### 3.4 角动量的耦合 \*

两角动量的耦合，复合系统的升降算符，总角动量算符，无耦合表象，耦合表象，升降算符的作用。

### 3.5 Clebsh-Gordan 系数 \*

CG 系数定义，性质，选择定则，正交关系，递推关系。

### 3.6 C-G 系数的计算概要 \*

利用正交关系、递推关系和相位规定计算所有 CG 系数。

### 3.7 C-G 系数的公式化

### 3.8 转动算符、欧拉角 \*

空间转动变换，转动算符，欧拉转动，D 矩阵，d 矩阵（实），态的转动计算。d 矩阵的一般表达式，Schwinger 方法，算符的转动。

### 3.9 直角张量算符

n 阶直角张量算符的转动。

### 3.10 不可约张量算符

定义，零阶（标量），一阶（矢量算符），转动。

### 3.11 Wigner-Eckart 定理

Wigner-Eckart 定理，约化矩阵元，投影定理，角动量相干态。

## 4 形式散射理论

### 4.1 散射截面、散射振幅（弹性散射）

散射截面，微分散射截面，散射振幅。

### 4.2 散射振幅的积分表达式

格林函数，散射振幅表达式。

### 4.3 散射振幅的 Born 近似

Born 近似下的散射振幅与散射截面，Born 近似适用条件。

### 4.4 分波法（低能散射）

散射振幅，微分散射截面，总散射截面，相移，Born 近似。散射逆问题：求势场，S 波情况，共鸣散射。

## 4.5 形式散射理论 \*

Lippman-Schwinger 方程, 自由格林算符, 全格林算符, Dyson 方程, Feynman 图, 阶跃算符, Born 级数与 Born 近似, 波算符, 等距算符, 散射算符, 光学定理。

## 4.6 全同粒子的散射 \*

对称性, 自旋、轨道波函数, 散射截面, 非极化散射。

## 4.7 相互作用与自旋有关时的散射 (非全同粒子) \*

微分散射截面, 初始自旋态为纯态, 混合态, 非极化散射。

## 4.8 非弹性散射

散射振幅, 散射截面

## 4.9 含时形式散射理论

含时自由格林算符, 含时全格林算符, 相互作用绘景, 跃迁几率, 散射截面。

# 5 二次量子化方法

## 5.1 全同粒子系统的 $\hat{H}$ 与 $|\psi\rangle$

哈密顿量、波函数交换对称性。

## 5.2 全同玻色子系统的波函数 \*

自由粒子, 交换简并态。

## 5.3 粒子数表象 \*

产生和消灭算符, 粒子数表象基矢, 表象变换, 基矢间变换, 算符间变换, 矩阵元 (对角, 非对角), 二体算符的变换, 单体和多体算符在粒子数表象的表示。

## 5.4 全同费米子系统波函数 \*

自由粒子简并态, 相互作用系统。

## 5.5 粒子数表象 \*

单一种态费米子, 多种态费米子, 粒子数表象基矢, 基矢间变换, 算符间变换, 矩阵元, 单体, 二体, 单体和多体算符在粒子数表象的表示。

## 5.6 二次量子化方法 \*

薛定谔场的量子化, 运动方程, 全同玻色子: 对易关系, 哈密顿算符, 薛定谔绘景, 场算符表达式。费米子: 对易关系, 场算符表达式。二次量子化基矢, 基矢间的关系。

## 5.7 弱相互作用玻色气体模型 \*

单体、二体算符的场算符表达式，本征态。

## 5.8 相互作用电子气模型（凝胶模型） \*

凝胶模型，哈密顿算符，二次量子化，场算符，哈密顿量本征值与本征态。

## 5.9 Hubbard 模型（强关联体系）

哈密顿量，瓦尼尔表象，Hubbard 模型，布洛赫表象。

# 6 相对论量子力学（不全）

## 6.1 Klein-Gordon 方程 \*

Klein-Gordon 方程导出，协变性，Lorentz 变换，低能极限，负几率问题与负能量问题，实标量场量子化，复标量场量子化。

## 6.2 Dirac 方程 \*

Dirac 方程的导出，连续性方程，Dirac 粒子的自旋，平面波解...

**GOOD LUCK!**

<https://github.com/ZihangL/AQM/blob/main/AQM.pdf>