

北京工业大学 2019 ——2020 学年第 2 学期

《 量子力学 》 考试试卷 A 卷

考试说明：考试时间：95 分钟

本人已学习了《北京工业大学考场规则》和《北京工业大学学生违纪处分条例》，承诺在考试过程中自觉遵守有关规定，服从监考教师管理，诚信考试，做到不违纪、不作弊、不替考。若有违反，愿接受相应的处分。

承诺人：_____ 学号：_____ 班号：_____

一、概念题（10 分）

- 1、德布罗意假设 2、波函数的统计解释（波函数的意义） 3、薛定谔方程 4、泡利不相容原理 5、隧道效应

- 1、一切实物粒子都具有波粒二象性
- 2、波函数在空间中某一点的强度和在该点找到粒子的概率成比例
- 3、薛定谔方程是描述非相对论性微观粒子的波动方程
- 4、不能有 2 个及以上的费米子处于同一状态
- 5、粒子在能量 E 小于势垒高度时仍能贯穿势垒

二、简答题（48 分）

- 1、对黑体辐射解释的理论中，瑞利金斯的解释在什么频率与实验相符？在什么频率与实验不符？维恩的解释在什么频率与实验相符？在什么频率与实验不符？对黑体辐射解释的普朗克解释与瑞利金斯的解释的不同之处？
- 2、厄米算符的定义？证明一维动量算符 $-i\hbar \frac{d}{dx}$ 是厄米算符。
- 3、态迭加原理？举例说明态迭加原理。量子力学态迭加原理与经典物理态迭加原理的差异？
- 4、什么叫定态？定态薛定谔方程？定态的性质？为什么要解定态薛定谔方程？
- 5、一个力学量何时具有确定值，为什么？在什么条件下，两力学量同时具有确定值？为什么？
- 6、什么叫简并，氢原子电子波函数中三个量子数 n, l, m 的取值规则，以 $n=3$ 为例，列出氢原子的所有波函数。说明是 n^2 度简并的。
- 7、厄米算符本征函数的完全性？，表示完全性的公式中，其中 C_n 计算公式， C_n 的物理意义？
- 8、给出非简并定态微扰时，能量和波函数的表达式（能量修正到二级，波函数修正到一级），并给出式中每一符号的意义

三、（20 分）一粒子在一维势阱

$$U(x) = \begin{cases} \infty, & x < 0 \\ 0, & 0 \leq x \leq a \\ \infty, & x > a \end{cases}$$

中运动，求粒子的能级和对应的波函数。两个相邻能级的间隔？基态时粒子在何处几率最大？

四、（22 分）线性谐振子处在 $\psi(x) = \sqrt{\frac{\alpha}{\sqrt{\pi}}} e^{-\frac{\alpha^2 x^2}{2}}$ 的状态，其中 $\alpha = \sqrt{\frac{\mu\omega}{\hbar}}$

求 （1）势能 $U = \frac{1}{2} \mu \omega^2 x^2$ 的平均值

（2）动能 $T = \frac{P^2}{2\mu}$ 的平均值

（3）动量几率分布

（4）求粒子出现几率最大的位置

附：

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-y^2} dy = \sqrt{\pi}$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-y^2} y^2 dy = \sqrt{\pi}/2$$