

温州大学

2020 年硕士研究生招生考试试题(A 卷)

科目代码及名称: 619 量子力学

适用专业: 070200 物理学

(请考生在答题纸上答题, 在此试题纸上答题无效)

1、填空题 (每题 5 分, 共 20 分)

- (1) 如果 $\psi(x,t)$ 表示粒子的归一化波函数, 则 $|\psi(x,t)|^2 dx$ 表示_____。
- (2) 在量子力学中描述力学量的算符 \hat{A} 一般都为_____算符, 即 $\hat{A}^\dagger =$ _____。
- (3) 在不考虑电子自旋的情况下, 描述氢原子的波函数为 $\psi_{nlm}(r,\theta,\varphi)$, 其中 n 表示_____, l 表示_____。
- (4) 由玻色子所组成的全同粒子体系的波函数是_____ (选对称或反对称) 的, 它_____ (选遵守或不遵守) 泡利不相容原理。

2、简答题 (每题 10 分, 共 30 分)

- (1) 请简述量子隧道效应。
- (2) 请简述波恩对波函数的统计学解释。
- (3) 请简述处于定态的量子体系具有哪些性质。

3、证明题 (每题 10 分, 共 20 分)

- (1) 证明: 厄米算符的本征值是实数。
- (2) 设 \hat{A} 和 \hat{B} 是厄米算符, 且 $[\hat{A}, \hat{B}] = 0$, 证明 $\hat{A}\hat{B}$ 也是厄密算符。

4、计算题 (本题 20 分)

设质量为 m 的粒子在一维无限深势阱中运动, 该势阱为: 当 $0 \leq x \leq a$ 时, $V(x)=0$; 当 $x < 0$ 或 $x > a$ 时, $V(x)=\infty$ 。试求该粒子的能量本征值和波函数。

5、计算题 (本题 20 分)

线性谐振子在 $t=0$ 时处于状态 $\psi(x,0) = \sqrt{\frac{\alpha}{\sqrt{\pi}}} \left[\frac{1}{\sqrt{3}} - \frac{2}{\sqrt{3}} \alpha x \right] \exp\left(-\frac{1}{2} \alpha^2 x^2\right)$, 其中 $\alpha = \sqrt{\mu\omega/\hbar}$, ①写出谐振子能量本征值的表达式; ②求该时刻谐振子在各能量的取值几率; ③求该时刻谐振子的能量平均值。[注: 已知线性谐振子的本征波函数为 $\varphi_n(x) = \sqrt{\frac{\alpha}{2^n n! \sqrt{\pi}}} \exp\left(-\frac{1}{2} \alpha^2 x^2\right) H_n(\alpha x), n=0,1,2,3,\dots$, 其中厄米多项式 $H_0(\alpha x)=1$, $H_1(\alpha x)=\alpha x$]

6、计算题（本题 20 分）

已知算符 \hat{L}_y 在 \hat{L}_z 表象中的矩阵形式为：

$$\hat{L}_y = \frac{\hbar}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & -i & 0 \\ i & 0 & -i \\ 0 & i & 0 \end{pmatrix},$$

试求 \hat{L}_y 的本征值和归一化的本征函数。

7、计算题（本题 20 分）

已知某量子体系的哈密顿量的矩阵形式为：

$$\hat{H} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix} + \lambda \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \text{ 假设 } \lambda \ll 1, \text{ ①试写出 0 级哈密顿量 } \hat{H}_0 \text{ 和微扰哈密顿量 } \hat{H}';$$

②试写出非简并微扰的能量一级和二级修正公式；③用微扰论求 \hat{H} 的本征值到二级近似。