

2000级物理系量子力学期中测验

by yixiansheng

姓名:	学号:
-----	-----

题号	一	二	三	四	五	习题	总分
成绩							

一. (29 分) 试回答下列问题

1. $\hbar = ?$ (准至小数 2 位)

2. 写出粒子的几率流密度矢公式;

3. 若粒子处于 $\psi(\mathbf{r}, t) = e^{-\frac{\mathbf{r}}{2a} - i\omega t}$ 态中。试计算发现粒子在区域 $x_0 - x_0 + dx$ 中的几率;

4. 试将算符 $\frac{1}{\hat{A}(1 - \hat{A}^{-1}\hat{B})}$ 表为 \hat{A}, \hat{B} 算符的幂级数的形式;

5. 若波函数 ψ_1, ψ_2, ψ_3 是线性无关的, 试构成三个正交、归一的波函数 (归一化因子的具体表达式不用给出);

6. 请化简下列两重积分

$$\int_{a_1}^{b_1} dx_1 \int_{a_2}^{b_2} f(x_1, x_2) \delta(x_1 - x_2) dx_2$$

其中, $b_1 > a_1, b_2 > a_2$;

7. 若三维自由粒子的哈密顿量为 \hat{H} , 试判断下述力学量组中那些是守恒量完全集:

1. $\{\hat{H}, \hat{L}^2, \hat{L}_z\}$ 2. $\{\hat{H}, \hat{p}_x, \hat{p}_y\}$ 3. $\{\hat{H}, \hat{L}_x, \hat{L}_y\}$

4. $\{\hat{H}, \hat{L}^2, \hat{p}_z\}$ 5. $\{\hat{H}, \hat{L}_z, \hat{p}_z\}$.

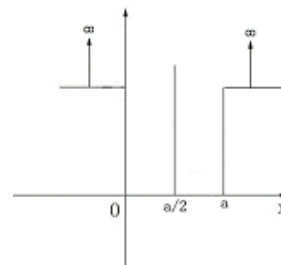
二. (15 分) 在一维谐振子势中运动的粒子处于基态, u_0 , 和第一

激发态, u_1 ,的叠加态 $\psi(x,0)$ 上。其几率振幅分别为 $\cos\theta$ 和 $\sin\theta$, 位相差为 $\eta = \eta_0 - \eta_1$

1. 试给出 $\psi(x,t)$;
2. 求 t 时刻, \bar{H} , $\overline{H^2}$;
3. 计算 t 时刻, \bar{x} , $\overline{x^2}$ 。

三. (16 分) 质量为 m 的粒子, 在位势

$$V_{(x)} = \begin{cases} \infty & x < 0, x > a \\ V_0 \delta(x - a/2) & 0 < x < a \end{cases} \quad V_0 > 0$$



中运动。试求其本征值(如是确定本征值的方程, 请画出求解的示意图)和本征函数。

四. (15 分) 设 a_x, a_x^+, u_0^x, u_1^x ; a_y, a_y^+, u_0^y, u_1^y 分别为谐振子势

$$\frac{1}{2}m\omega^2 x^2, \frac{1}{2}m\omega^2 y^2 \text{ 的湮灭算符、产生算符、基态和第一激发态。}$$

1. 给出 \hat{L}_z 以 $a_x, a_x^+; a_y, a_y^+$ 表示的表达式;
2. 试证 $u_0^x u_0^y, u_1^x u_0^y \pm i u_0^x u_1^y$ 是 \hat{L}_z 的本征态, 并给出本征值;
3. 上述结果对你确定 \hat{L}_z 的可取值有什么作用?

五. (15 分) 质量为 m 的粒子, 在一维空间中运动, 其归一化的本征函数为

$$\Psi(x) = A e^{-\lambda|x|}$$

1. 求归一化常数 A ;
2. 已知它所处的位势 $V(x) \rightarrow 0$ (当 $x \rightarrow \pm \infty$), 试求其能量本征值;
3. 给出粒子运动的位势 $V(x)$ 。