

姓名: _____

学号: _____

学院(系): _____

____ 级 ____ 班

大 连 理 工 大 学

课 程 名 称: 量子力学 试卷: A 考试形式: 闭卷

授课院(系): 物理 考试日期: 2019年5月 试卷共 6 页

	一	二	三	四	五	六	七		总分
标准分	30	10	10	15	15	20			
得 分									

一. 简述及简单计算题(30 分)

- 1、量子力学中量子态用_____表示;
力学量用_____表示。

设一量子体系处于态 $|\varphi\rangle$, 若对该体系测量可观测量 \hat{A} (设其本征值为 a_i , 其对应的本征态分别为 $|\psi_i\rangle$), 则测量值为_____,
该值出现的概率为_____, 测量后体系塌缩到的量子态为_____,
该力学量测量后的平均值为_____。

- 2、算符 A 和 B 满足 $[A,B]=iC$, 则 A 的测量误差定义为_____, A 和 B 的不确定关系为_____。

- 3、两个力学量 \hat{A} 和 \hat{B} 具有共同的本征态的充要条件是_____。

- 4、量子力学中, 动量表象与坐标表象之间的变换是_____。

- 5、
也叫做_____变换。薛定谔绘景和海森堡绘景中, 力学量与波函数的显著特点分别是_____。

_____；力学量的平均值与初态在这两个绘景中的特点

是_____；若体系不含时 Hamiltonian 为 \hat{H} ，设初始刻为 $t=0$ ，时间演化算

符可表示为_____；力学量表示为 \hat{A} ，态函数表示

为 $|\psi\rangle$ ，时间演化的动力学方程数学表达在这两个绘景中分别为

_____，_____。

5、全同粒子的不可区分性说明了微观世界存在两种遵循不同统计分布的全同粒子，它

们分别是_____和_____，

遵循_____统计和_____统计。

6、量子力学中，一种对称性对应着一个守恒量，那么空间平移对称性对应着

_____守恒，空间旋转对称性对应着_____；时间平移对称性对应

着_____。设体系的 Hamiltonian 为 \hat{H} ，不含时的力学量 \hat{A} 的平均值演化方

程为_____。若 \hat{A} 为守恒

量，则 \hat{A} 应满足 _____。

二、处于定态的一维量子体系，设其势能为 $V(x)$ ，动能为 \hat{T} ，求证： $\langle \hat{T} \rangle = \frac{1}{2} \left\langle x \frac{dV(x)}{dx} \right\rangle$ (10

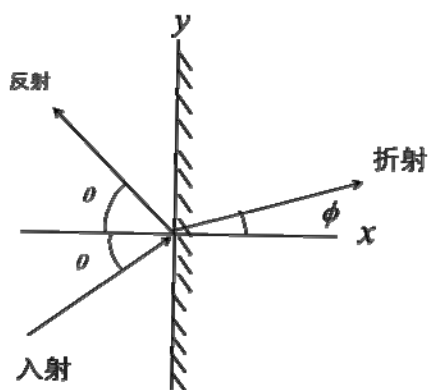
分)

三、一个质量为 m 频率为 ω 的谐振子，已知起始时刻 $\hat{x}(0)$ $\hat{p}(0)$ 利用海森堡运动方程计算 t 时刻的坐标和动量算符， $\hat{x}(t)$ ， $\hat{p}(t)$ (10 分)

四、在系统处在 $\{\hat{l}^2, \hat{l}_z\}$ 的共同本征态 Y_{lm} ，(1) 证明 $\overline{\hat{l}_x} = \overline{\hat{l}_y} = 0$ ，(2) 计算 $\Delta l_x, \Delta l_y$ (15 分)

五、能量为 E 的平行粒子束以 θ 角入射到 $x=0$ 界面，如图示，在 $x<0$ 区域 $V=0$ ；在 $x>0$ 区，

$V=V_0 (V_0 < E)$ ，利用量子力学散射知识证明 $\frac{\sin \theta}{\sin \phi} = \sqrt{1 - \frac{V_0}{E}}$ 。(15)



六、设粒子在无限深势阱 $V(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < a \\ \infty & a < x, x < 0 \end{cases}$ 中运动, (共 20 分)

(1) 求证粒子的本征值为 $E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2 n^2}{2ma^2}, n = 1, 2, 3, \dots$;

$$\text{本征态为 } \psi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi x}{a} & 0 < x < a \\ 0 & x < 0, x > a \end{cases};$$

(2) 起始粒子处于基态和第一激发态的叠加态, 写为 $\psi(0) = A(3\psi_0 + \psi_1)$, 求 A 及 t 时刻粒子的状态 $\psi(x, t)$ 坐标空间粒子出现的几率分布以及几率分布最大的位置;

(3) 对 $\psi(0)$ 测量动量 \hat{p} 时, 测量结果为什么值, 对应的几率是多少?

(4) 对 $\psi(0)$, \hat{p} 的测量平均值是多少?