

西北工业大学

## 2002 年硕士研究生入学考试试题

试题名称: 量子力学

试题编号: 528

说明: 所有试题一律答在试题纸上

共 2 页第 1 页

一、(10 分) 下列各题中哪些表述是正确的

1. 量子力学中的定态是指

- 1) 各力学量有确定值的态
- 2) 能量有确定值的态
- 3) 描述态的波函数的模方不含时间的态

2. 在量子力学中

- 4) 能量总是量子化的
- 5) 角动量总是量子化的
- 6) 动量总是连续的

3. 在量子力学中能量不能分成动能和势能两部分, 是因为

- 7) 在量子力学中能量守恒定律不成立
- 8) 在量子力学中能量不是守恒量
- 9) 坐标和动量不能同时测定

4. 下列算符为厄米算符的是

- 10)  $3d/dx$
- 11)  $id/dx$
- 12)  $3d^2/dx^2$
- 13)  $id^2/dx^2$

5. 下列算符为线性厄米算符的是

- 14)  $\hat{r} \times \hat{p}$
- 15)  $\hat{x}\hat{p}_x$

二、(20 分) 证明

1. 若线性厄米算符  $A$  没有负的本征值则对任意函数  $\Psi$  有

$$\langle A \rangle = \int dx \Psi^* A \Psi \geq 0, \text{ 反之亦然.}$$

2. 若  $\hat{A}$  和  $\hat{B}$  均为线性厄米算符, 则  $\hat{A}^2 + \hat{B}^2$  也是线性厄米算符且无负的本征值。

三、(15 分)

1) 求下面算符对易关系

$$[\hat{L}_y, x] =$$

2) 粒子处于  $\hat{L}^2$  和  $\hat{L}_z$  的共同本征态  $Y_{lm}$  时, 求  $\hat{L}_x$  的平均值  $\langle L_x \rangle$ 

四、(15 分)

线性谐振子在  $t=0$  时刻处于用归一化波函数

$$\Psi(x, 0) = \sqrt{\frac{1}{5}} \phi_0 + \sqrt{\frac{5}{2}} \phi_2 + C_3 \phi_3$$

描述的状态, 其中  $\phi_n(x)$  是线性谐振子的第  $n$  个本征函数。求1)  $C_3 = ?$ 2)  $t=0$  时线性谐振子能量取  $\frac{3}{2}\hbar\omega$  和  $\frac{7}{2}\hbar\omega$  的几率和能量的平均值3)  $t=3$  时刻上述值有无变化, 为什么?4) 写出  $t > 0$  时的波函数

西北工业大学

# 2002 年硕士研究生入学考试试题

试题名称: 量子力学

试题编号: 528

说明: 所有试题一律答在试题纸上

共 2 页第 2 页

## 五、(15 分)

1) 在  $S^2$   $S_z$  表象中, 求  $S_x$  的本征值及本征函数

2) 在  $S_x$  为  $\frac{1}{2} \hbar$  的本征态中对  $S_z$  进行测量, 测得各种可能值的几率是多少?

3) 求出  $S_z$  表象到  $S_x$  表象的变换矩阵

## 六、(15 分)

质量为  $m$ , 频率为  $\omega$  的一维线性谐振子, 受到  $H = bx^2$  的微扰, 试计算

1) 能级的一级能量修正值

2) 能量的二级修正

## 七、(10 分)

两个自旋为  $1/2$  的全同粒子处在一维谐振子势  $V = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$  中运动, 不考虑粒子间的相互作用, 试列举体系前三个能级及其简并度。

下列公式可选择使用

$$x \psi_n = \frac{1}{\alpha} \left[ \sqrt{\frac{n}{2}} \psi_{n-1} + \sqrt{\frac{n+1}{2}} \psi_{n+1} \right]$$

$$\cos \theta Y_{lm} = \sqrt{\frac{(l+1)^2 - m^2}{(2l+1)(2l+3)}} Y_{l+1,m} + \sqrt{\frac{l^2 - m^2}{(2l+1)(2l-1)}} Y_{l-1,m}$$