

试卷编号: B 卷

河南师范大学

二〇一〇年硕士研究生入学考试业务课试卷

科目代码: 802 名称: 量子力学 适用专业或方向: 物理学一级学科各专业(包括: 理论物理、粒子物理与原子物理、原子与分子物理、凝聚态物理、光学)
(必须在答题纸上答题, 在试卷上答题无效, 答题纸可向监考老师索要)

一、简答题(在答题纸上写明题号, 将答案写在题号后)(30 分)

1. 设粒子处于态 $\psi = \sqrt{\frac{1}{2}}Y_{10} + \sqrt{\frac{1}{3}}Y_{21} + CY_{20}$, ψ 为归一化波函数, Y_{lm} 为球谐函数, 写出系数 C 的取值。
2. 已知 \hat{A}, \hat{B} 两个力学量之间的对易关系为 $[\hat{A}, \hat{B}] = i\hbar$, 写出算符 \hat{A} 和 \hat{B} 之间的不确定关系。
3. 什么是隧道效应?
4. 写出不考虑电子的自旋时, 氢原子 $n=2$ 的能级的简并度。
5. 写出与自旋有关的三个实验依据。

二、填空题(在答题纸上写明题号, 将正确答案写在题号后)(21 分)

1. 光电效应反映了光的_____。
2. 一维线性谐振子的哈密顿算符为_____, 其本征值为_____。
3. 对易关系 $[\hat{L}_x, \hat{L}_y] =$ _____。
4. $\hat{\sigma}$ 为泡利算符, 则 $\hat{\sigma}_x =$ _____。
5. 费米子所组成的全同粒子体系的波函数具有_____, 玻色子所组成的全同粒子体系的波函数具有_____。

三、选择题(在答题纸上写明题号, 选择一个正确答案写在题号后)(12 分)

1. 下列说法正确的有: ()
A. 微观粒子是由波组成的。
B. 大量电子分布于空间形成的疏密波就是几率波。
C. 定态的叠加一定是定态。
D. 一维线性谐振子的零点能是量子力学所特有的而在旧量子论中没有的。
2. 已知算符 \hat{A} 满足 $\hat{A}^2 = I$, I 为单位矩阵, 则算符 \hat{A} 的本征值为: ()。
A. ± 1 B. 0 C. 1 D. 0, ± 1 .
3. 一个量子体系处于角动量 \hat{L}^2 与 \hat{L}_z 的共同本征态上, 总角动量平方值为 $2\hbar^2$, 则测量 \hat{L}_x 的可能值为: ()

- A. $\hbar, 2\hbar^2$ B. $0, \pm\hbar$ C. $\frac{\hbar^2}{4}$ D. $\pm\hbar$.

4. 全同粒子是: ()

- A. 所有性质均相同的粒子。
B. 质量、速度、动量、能量、角动量均相同的粒子。
C. 自旋相同的粒子。
D. 所有固有物理性质, 如质量、电荷、自旋、磁矩、……均相同的粒子。

四、证明题 (在答题纸上写明题号, 将答案写在题号后) (共 27 分)

1. 设 $\hat{L}_{\pm} = \hat{L}_x \pm i\hat{L}_y$, 证明 $[\hat{L}_+, \hat{L}_-] = 2\hbar\hat{L}_z$ 。(12 分)

2. 设 $\hat{\sigma}_+ = \hat{\sigma}_x + i\hat{\sigma}_y$, 证明 $\hat{\sigma}_+^2 = 0$ (15 分)

五、计算题 (在答题纸上写明题号, 将答案写在题号后) (20 分)

已知在 \hat{L}^2 和 \hat{L}_z 的共同表象中, 算符 \hat{L}_x 的矩阵为 $L_x = \frac{\hbar}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$, 求它的本

征值和归一化的本征函数。

六、计算题 (在答题纸上写明题号, 将答案写在题号后) (20 分)

已知: $\hat{H} = \varepsilon \begin{pmatrix} 3 & a & 0 \\ a & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -2+a \end{pmatrix}$, $\hat{H}^{(0)} = \varepsilon \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}$, a 为很小的实数,

用微扰法求体系的定态能量的近似解 (到二级近似)。

七、计算题 (在答题纸上写明题号, 将答案写在题号后) (20 分)

在 \hat{L}_z 的任何一个本征态下, 求 \hat{L}_x 和 \hat{L}_y 的平均值。