

浙 江 大 学

二〇〇七年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目 量子力学

编号 742

注意：答案必须写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上均无效。

第一题 (50 分) 简答题：

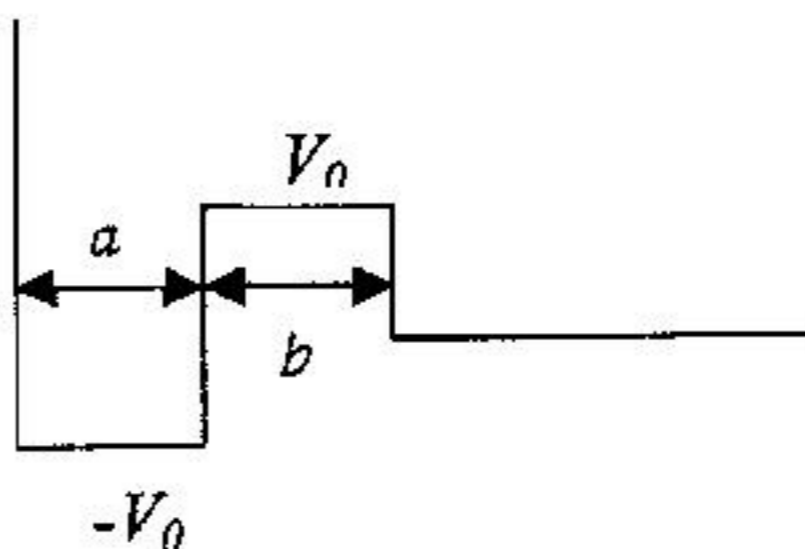
- (1) 写出泡利矩阵的形式。
- (2) 量子力学中的可观测量算符为什么要求是厄米算符？
- (3) 放射性指的是束缚在某些原子核中的更小粒子有一定的概率逃逸出来，你认为这与什么量子效应有关？
- (4) 试求质量为 m 的粒子处在长度为 L 的一维盒子（可看成是无限深势阱）中，试求它对盒子壁的压力。
- (5) 自发辐射和受激辐射的区别是什么？
- (6) 写出测不准关系，并简要说明其物理含义。
- (7) 请分别指出下列三种能级对应的是哪些系统，

$$E_n^{\text{I}} \propto \frac{1}{n^2}, \quad E_n^{\text{II}} \propto n^2, \quad E_n^{\text{III}} \propto n$$
- (8) $\hat{H} = \hat{H}_0 + \hat{H}'$ ，设 ψ_n 为 \hat{H}_0 的能量本征值为 E_n 的非简并本征函数，如果 \hat{H}' 可看作微扰。试写出能级的微扰论修正公式（写到二级修正）。

第二题 (25 分)：有一个质量为 m 的粒子处在如下势阱中

$$V(x) = \begin{cases} \infty & x < 0 \\ -V_0 & 0 < x < a \\ V_0 & a < x < a+b \\ 0 & a+b < x \end{cases}$$

(这里 $V_0 > 0$)



- (1) 求其能级与波函数。
- (2) 你认为通过调节 a 和 b 中的那一个参数值可以让势阱中的粒子有一定的概率穿透出来，为什么？

第三、四题 (25 分+25 分) 从如下 (A)、(B)、(C) 中选做二个即可!

(A) 求屏蔽库仑场 $V(r) = \frac{b}{r} e^{-r/a}$ 的微分散射截面 (提示: 可直接用中心势散射的玻恩近似公式的化简形式)。

(B) 用分波法求势场 $V(r) = \begin{cases} 0 & r > a \\ \infty & r \leq a \end{cases}$ 散射的 s 波相移。

(C) 有一种冷原子有两个能级简并的态 $|1\rangle$ 和 $|2\rangle$, 最近科学家在他们的冷原子“暗态”实验中引入的激光场的效应相当于如下微扰哈密顿量,

$H' = \begin{pmatrix} W_1 W_1 & W_1 W_2 \\ W_2 W_1 & W_2 W_2 \end{pmatrix}$ 。 求出该微扰哈密顿量引起的能级修正和所对应的本征态。

第五题 (25 分): 电子被束缚在简谐振子势场中: $V(r) = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$, 若引入

$$a = \left(\frac{m\omega}{2\hbar} \right)^{1/2} \left(\hat{x} + \frac{i}{m\omega} \hat{p} \right), \quad a^+ = \left(\frac{m\omega}{2\hbar} \right)^{1/2} \left(\hat{x} - \frac{i}{m\omega} \hat{p} \right), \quad \text{则有 } H = \hbar\omega \left(a^+ a + \frac{1}{2} \right),$$

并有关系 $a^+ |n\rangle = \sqrt{n+1} |n+1\rangle$, $a |n\rangle = \sqrt{n} |n-1\rangle$ 。显然基态 $|0\rangle$ 应满足 $a|0\rangle = 0$

- 1、试求基态波函数 Ψ_0 , 和第 1 激发态的波函数 Ψ_1 。
- 2、如果该势阱中有两个电子 (忽略它们间的相互作用), 写出他们的基态波函数 (提示: 电子为自旋为 1/2 的全同粒子)。
- 3、如果加入均匀磁场 B, 问当 B 很强, 超过某临界 B_c 时, 上述基态还会是基态吗?

试具体求出 B_c 。