Homework 14 (due on Dec. 14th)

2023年12月13日 10:01

Problem 1 证明 Pauli 矩阵的如下性质

(1) $Tr[\sigma_i]=0$

(2) $\sigma_i\sigma_j=\delta_{ij}+i\varepsilon_{ijk}\sigma_k$

(3) $Tr[\sigma_i\sigma_j]=2\delta_{ij}$

(4) $(\vec{\sigma}\cdot\vec{A})(\vec{\sigma}\cdot\vec{B})=\vec{A}\cdot\vec{B}+i\vec{\sigma}\cdot(\vec{A}\times\vec{B})$

Problem 2 (1) 对氢原子的 $n=1$ 和 $n=2$ 的所有本征态，计算期望值 $\langle\frac{p^2}{2m}\rangle$ 和 $\langle\frac{e^2}{r}\rangle$.

(2) 比较上述两个期望值和 E_n，你有什么结论.

(3) 证明 (2) 中的结论对所有 $|nlm\rangle$ 都成立.

Problem 3 (附加题)

考虑球形无限深方势阱 $V(r)=\begin{cases}0, & r<r_0\\ +\infty, & r>r_0\end{cases}$

在该势阱中有一个质量为 m 的非相对论粒子

(1) 找到一组互相对易的算符描述本征态

(2) 求能量本征值，及各本征值的简并度

(3) 在坐标表象下，将径向方程无量纲化并求解基态波函数

编写程序画出基态波函数径向函数对 r 的依赖

(4) 介子的袋模型认为介子中有 1 个夸克和 1 个反夸克，质量均为 200 MeV，夸克和反夸克在球形无限深方势阱中运动，且夸克和反夸克间没有相互作用. 方势阱 (袋子) 的半径 r_0 可以变化. 袋子表面张力为 $\sigma=50\,MeV/fm^2$.

求夸克、反夸克和袋子的总能量的最小值及此时袋子半径 r_0.