

量子场论 I

第四次课后作业（共八次，每次2.5分）
交作业时间：11月7日，星期一，13: 30pm

课件下载 https://github.com/zqhuang/SYSU_QFTI

第1题(0.5分)

对两个矢量 A^μ, B^μ , 证明

$$\text{Tr}(A\hat{B}) = A^\mu B_\mu$$

其中 Tr 表示矩阵求迹。

第2题(0.5分)

对旋量 ψ 证明 $\bar{\psi}\gamma^\mu\gamma^\nu\gamma^\rho\psi$ 为洛仑兹变换下的三阶张量。

第3题(0.5分)

如果一个实标量场 ϕ 和一个旋量场 ψ 有相互作用，拉氏密度为

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}\partial_\mu\phi\partial^\mu\phi - \frac{1}{2}m^2\phi^2 + g\phi^2\bar{\psi}\psi + \bar{\psi}(i\not{\partial} - m)\psi$$

其中 g 为耦合常数。

试推导 ϕ 和 ψ 的运动方程。

第4题(0.5分)

设有三维动量 $\mathbf{k} = (k_x, k_y, k_z)$ 。请在以 z 方向自旋向上的态 $|\uparrow\rangle$ 和自旋向下的态 $|\downarrow\rangle$ 为基的表象里，写出沿 \mathbf{k} 方向的电子自旋算符的矩阵表达式，并求它的所有本征值 s 和本征矢 $\zeta_{\mathbf{k},s}$ 。

第5题(0.5分)

对 $m = 0$ 的旋量和非零的三维动量 \mathbf{k} ，记相应的四维动量为 k ，证明 \not{k} 只有两个线性独立的本征态。