

# 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](https://github.com/zqhuang/SYSU_QFTI)

## 第1题(0.5分)

对两个矢量 $A^\mu, B^\mu$ , 证明

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

其中 $\text{Tr}$ 表示矩阵求迹。

## 第2题(0.5分)

对旋量 $\psi$ 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 $\phi$ 和一个旋量场 $\psi$ 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 $\phi$ 和 $\psi$ 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)

考虑 $m = 0$ 的旋量，它的四维动量 $k^0 = |\mathbf{k}|$ 。试证明，对任意非零 $|\mathbf{k}|$ ， $\not{k}$ 只有两个线性独立的本征态。