

# 量子场论 I

第七次 课后作业 (5题共2.5分, 模拟期末考试题)

交作业时间: 12月19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)

如果不改变时空的度规，是否可能从真空中产生出一对正负粒子？为什么？

## 第2题(0.5分)

阐述什么是自由场。为什么自由场量子化之前先要对场进行傅立叶变换？

### 第3题(0.5分)

在课上我们把自由实标量场量子化为

$$\hat{\phi}(x) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2}} \int \sqrt{\frac{d^3\mathbf{k}}{2\omega}} \left( \hat{a}_{\mathbf{k}} e^{-ik_{\mu}x^{\mu}} + \hat{a}_{\mathbf{k}}^{\dagger} e^{ik_{\mu}x^{\mu}} \right)$$

考虑两个实标量场 $\phi$ 和 $\psi$ ，拉氏密度为

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2} \partial^{\mu} \phi \partial_{\mu} \phi + \frac{1}{2} \partial^{\mu} \psi \partial_{\mu} \psi - \frac{1}{2} m^2 (\phi^2 + \psi^2 + \phi\psi)$$

把 $\phi$ 和 $\psi$ 都量子化 (写成独立的产生湮灭算符的线性迭加)。

## 第4题(0.5分)

设 $p$ 为电子的四维动量， $k$ 为光子的四维动量， $m$ 为电子质量，求下列矩阵的迹

▶  $\not{k}$

▶  $\not{p}\gamma^5$

▶  $\not{p}\not{k}\frac{1}{\not{p}+\not{k}-m}$

▶  $\not{k}(\not{p}+\not{k}+m)^3\frac{1}{\not{p}+\not{k}-m}(\not{p}-\not{k}+m)^2\not{k}$

▶  $(\not{p}+m)\gamma^\mu\frac{1}{\not{p}+\not{k}-m}\not{k}\gamma_\mu\not{k}$

## 第5题(0.5分)

电子和 $\mu$ 子可以分别看成独立的两个Dirac场 $\psi_e$ ,  $\psi_\mu$ 的粒子。和电磁场一起的拉氏密度为

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4}F^{\mu\nu}F_{\mu\nu} + \bar{\psi}_e(i\not{D} - m)\psi_e + \bar{\psi}_\mu(i\not{D} - m)\psi_\mu$$

其中

$$D_\mu = \partial_\mu + iqA_\mu$$

画出散射过程

$$e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$$

的非零的最低阶近似Feynman图。