

EPFL QFT1 课程笔记

X. D. H.

2025 年 9 月 12 日

摘要

这个是 liuy 进行读书学习使用的模板!

目录

1	Lecture 1: Basic Introduction	1
1.1	Take home messages	1
1.2	Questions and thoughts	2
2	Scratch book	2

1 Lecture 1: Basic Introduction

{sec:Lec

1.1 Take home messages

为什么QFT是唯一能够reconcile GR和QM的理论?

1. 我们可以把 Schrodinger 方程写作一个平移不变的 Klein-Gordon 方程。但是问题是这个方程有负能解。我们可以手动消去负能量:

$$(i\hbar\partial_t - \sqrt{m^2c^4 - \hbar^2c^2\nabla^2})\psi(t, x) = 0 . \quad (1) \quad \text{\texttt{\{eq:none}}}$$

但是会有问题，相对论告诉我们光锥内外是不会相互影响的。但是我们可以计算上面方程的传播子:

$$A(x \rightarrow y, t) = e^{-\frac{mc}{\hbar}\sqrt{(x-y)^2 - c^2t^2}} f(x - y, t) \quad (2) \quad \text{\texttt{\{eq:prop}}$$

所以粒子有一定概率可以超过光速，这是违背相对论的。

2.

1.2 Questions and thoughts

Q1: 流形上面的函数是怎么定义协变的方法的?

Q2: 自然单位制下, 我们到底是什么意思?

我们自然单位制下面, 我们一般把所有物理量使用能量的单位进行写作。这样只是一个记号, 真实用来描述世界的时候, 我们还是需要通过合理的补充 \hbar, c , 把这个数变成我们一般的单位的。

Eg 当我们说粒子的质量是 1GeV 的时候, 我们实际上是说这个粒子的静止能量是 1GeV 。也就是 $E = mc^2 = 1\text{GeV}$ 。或者说粒子的质量是 $m = 1\text{GeV}/c^2$ 。

对于电磁场的自然单位制, 我们一般把 ϵ_0, μ_0 都设置为 1。这样我们就有 $c = 1/\sqrt{\epsilon_0\mu_0} = 1$ 。但是涉及电荷的单位的时候我们还需要注意, 除了需要乘回来 ϵ_0, μ_0 之外, 我们需要乘回来一个 $\sqrt{4\pi}$ 。

因为真正的电荷 $q_{\text{真实}} = q_{\text{自然单位}} \cdot \sqrt{4\pi\epsilon_0\hbar c}$ 。这是我们规定的。对于磁场和电场也是需要的!

Important: 自然单位制的正确用法

对于自然单位制的使用, 就是我们一切使用同样的能量单位进行描述。最后换算成为真实单位的时候需要把 $\hbar, c, \epsilon_0, \mu_0, 4\pi$ 都补充回来, 并且使用我们想要的单位制进行书写。

Q3: Gauss 单位制到底是在干什么, 我们在 rescale 什么?

如果我们使用高斯单位制进行计算, 这个时候我们仿佛只 rescale 了一个物理量。而不是自然单位制一样 rescale 所有的除了能量之外的物理量。我们 rescale 的其实是:。。。。

2 Scratch book

{sec:Scr

这里会放一些写的很混沌, 但懒得扔掉的东西呜呜呜呜!!!