量子场论 I

第一次课后作业 （共八次，每次2.5分）
交作业时间: 9月19日，星期一，13：30pm

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

第1题(0.5分)

若算得的截面为$\sigma = 10^{-3}/m_W^2$，$m_W \approx 80 GeV$是$W^{\pm}$的粒子质量，试换算出以cm^2为单位的截面值。若算得的寿命的$\tau = 100/m_w$，试问等于多少秒?

第2题(0.5分)

证明任意四维时空坐标系(x^0, x^1, x^2, x^3)的积分元$\sqrt{-g}\,d^4x$是一个标量。其中g是度规矩阵$g_{\mu\nu}$的行列式的简写，d^4x是积分元$dx^1dx^2dx^3dx^4$的简写。

第3题(0.5分)

考虑一维空间x和一维时间t构成的时空里的标量场$\phi(x,t)$，若其作用量为

$$S = \int dxdt \left[\frac{1}{2}\left(\frac{\partial\phi}{\partial t}\right)^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{\partial\phi}{\partial x}\right)^2 - V(\phi) \right],$$

其中$V(\phi)$为给定的势能函数。试用求作用量稳定点的方法推导$\phi(x,t)$的运动方程并将结果与Euler-Lagrange方程做比较。

第4题(0.5分)

谐振子

$$S=\int_{-\infty}^{\infty}\frac{m}{2}\left[(\frac{d\phi}{dt})^2-\omega^2\phi^2\right]dt$$

把时间维特殊化以后就只有一个自由度ϕ。写出ϕ对应的正则动量π，系统的Hamilton量，以及Hamilton方程。试把π从两个Hamilton方程中消去，得到的结果和Euler-Lagrange方程一致吗?

第5题(0.5分)

作用量

$$S = \int d^4x \ \mathcal{L}(\phi, \partial_\mu \phi) \,.$$

在坐标平移下显然具有不变性。由此用Noether定理推导场ϕ的能量动量守恒方程。

提示：考虑四种无穷小变化$x^\mu \to x^\mu + \epsilon_r \delta_r^\mu \ (r = 0, 1, 2, 3)$带来的$\phi$的变化和$\mathcal{L}$的变化。