
دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده فیزیک
نظریه میدان کوانتومی و ذرات پیشرفته ۱ - تمرین سری ۱
زمان تحویل: یکشنبه ۱۳ آبان ماه ۱۳۹۷ - ساعت ۱۰:۳۰

تمرین ۱ (۱۰ نمره)

با استفاده از منظم سازی ابعادی،

(الف) نشان دهید که تصحیح تابع چهار نقطه ای در تئوری $\lambda\phi^4$ در مرتبه تک حلقه عبارت است از

$$-i\lambda\mu^\epsilon\Lambda^{(1)} = \frac{3\lambda^2\mu^\epsilon}{16\pi^2\epsilon} + \text{finite}. \quad (1)$$

(ب) نشان دهید که تصحیح تابع رأس در الکترودینامیک کوانتومی در مرتبه تک حلقه عبارت است از:

$$\Lambda_\mu^{(1)} = \frac{g^2}{8\pi^2\epsilon}\gamma_\mu + \text{finite}. \quad (2)$$

(ج) یکی از انتگرالهای فاینمنی که به (۱) سهم می دهند را در نظر بگیرید. این انتگرال را با استفاده از cutoff regularization منظم کنید و تناظر

$$\frac{2}{\epsilon} \rightarrow \ln \frac{\Lambda^2}{m^2},$$

را که در آن Λ پارامتر cutoff و $\epsilon = 4 - d$ است را نشان دهید.

تمرین ۲ (۱۰ نمره)

توابع $\beta, \gamma_\psi, \gamma_{m_\psi}, \gamma_{m_\phi}$ و γ_ϕ را در تئوری Yukawa با لاگرانژی

$$\mathcal{L} = \bar{\psi}(i\gamma \cdot \partial - m_\psi)\psi + \frac{1}{2}\partial_\mu\phi\partial^\mu\phi - \frac{1}{2}m_\phi^2\phi^2 - g\bar{\psi}\psi\phi$$

در مرتبه تک حلقه بدست آورید. در اینجا m_ψ و m_ϕ به ترتیب جرمهای فرمیون ψ و بوزون اسکالر ϕ می باشند.

تمرین ۳ (۱۰ نمره)

تمرین ۱۰.۱ از بخش ۱۰ کتاب Peskin-Schroeder.

تمرین ۴ (۱۰ نمره)

تمرین ۱۰.۲ از بخش ۱۰ کتاب Peskin-Schroeder.

تمرین ۵ (۱۰ نمره)

محاسبات صفحات ۲۵۱ تا ۲۵۵ کتاب Peskin-Schroeder را کامل کنید و پتانسیل Uehling را بدست آورید. کل

محاسبات را با جزییات کامل بنویسید. از هر کتاب دیگری می خواهید می توانید برای بدست آوردن این پتانسیل استفاده کنید. منابع مورد استفاده تان را نام ببرید.

تمرین ۶ (۱۰ نمره)

یکی از موارد کاربرد تابع رأس الکتروستاتیک کوانتومی در مرتبه اول اختلال، تصحیح مرتبه اول ضریب ژیرومغناطیس g بصورت $g = 2 + \frac{\alpha}{2\pi}$ است. محاسبات بخش ۱۷.۲ کتاب M.D. Schwarz را تکرار کنید و برای کامل نمودن بحث این کتاب، نشان دهید که چگونه $F_2(0) = \frac{\alpha}{2\pi}$ منجر به $g = 2 + \frac{\alpha}{2\pi}$ می شود (می توانید از هر منبع دلخواهی استفاده کنید، بشرط ذکر نام منبع).
