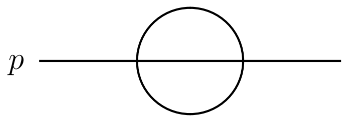
Complementi di teoria quantistica dei campi

Carlo Oleari

18/01/2016

Solo **dopo** aver risolto **completamente** il primo problema, potete affrontare il secondo.

1. Si consideri la seguente Lagrangiana
$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}\partial_\mu\phi\,\partial^\mu\phi - \frac{1}{2}m^2\phi^2 - \frac{\lambda}{4!}\,\phi^4$$
che descrive un campo scalare ϕ di massa m, con una interazione del tipo ϕ^4.
Uno dei diagrammi di Feynman a due loop che contribuiscono alle correzioni radiative al propagatore di tale campo è il seguente



dove p è il momento entrante, con $p^2 > 0$. Si usi la regolarizzazione dimensionale, $d = 4 - 2\epsilon$, nel calcolo degli integrali divergenti.
   (a) Scrivere l'integrale a due loop, corrispondente al diagramma sopra raffigurato. Attenzione al fattore di simmetria derivante dalla combinatoria dei vertici.
   (b) Riscrivere opportunamente tale integrale in termini di parametri di Feynman, e svolgere le due integrazioni sui momenti dei loop. Elaborare ulteriormente tale integrale fino al punto di lasciare solo due integrazioni sui parametri di Feynman e senza fare approssimazioni.
   (c) Calcolare esplicitamente tale integrale nel caso in cui $m = 0$.
   (d) Darne uno sviluppo in serie di potenze in ϵ fino all'ordine ϵ^0 compreso. A tal fine, raccogliere come fattore comune il termine $(4\pi)^{2\epsilon}\Gamma(1+2\epsilon)$.

2. Sia data una particella con quadri-momento $p = E(3, 1, 1, 1)$ nel sistema del laboratorio, dove E è un parametro avente dimensioni di un'energia. Determinare una possibile trasformazione di Lorentz per passare dal sistema del laboratorio al sistema del centro di massa della particella.

NB: Scrivere in modo chiaro e leggibile. Siete vivamente pregati di fare i calcoli prima in brutta copia, e di riportali solo successivamente in bella copia. Formule e soluzioni pasticciate saranno pesantemente penalizzate, anche se corrette.