

ESAME SCRITTO DI FISICA TEORICA I

19 gennaio 2022

Tempo massimo 2 ore. Non sono ammessi libri o appunti

Si consideri una teoria contenente un campo scalare reale ϕ e un fermione di Dirac f associato al campo ψ ed avente lagrangiana

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2} (\partial_\mu \phi \partial^\mu \phi - M^2 \phi^2) - \frac{\lambda}{4!} \phi^4 + \bar{\psi} (i\not{\partial} - m) \psi + ig\bar{\psi}\gamma_5\psi\phi. \quad (1)$$

- (1) Determinare il tensore energia-impulso per la teoria data e scrivere la hamiltoniana in termini dei campi canonici, cioè che soddisfano relazioni di commutazione canoniche fra loro.
- (2) Elencare le simmetrie interne (cioè che lasciano invariate le coordinate spazio-temporali) della teoria, determinare le correnti di Noether classiche associate e scrivere l'espressione delle cariche quantistiche conservate in termini di operatori di creazione e distruzione.
- (3) Scrivere le regole di Feynman per la teoria.
- (4) Discutere se la teoria data sia rinormalizzabile o meno in $d = 4$ e $d = 6$ dimensioni spazio-temporali.
- (5) Determinare al primo ordine perturbativo l'ampiezza per il processo $f\bar{f} \rightarrow f\bar{f}$ (urto elastico fermione-antifermione). Se c'è più di un diagramma di Feynman, discutere il segno relativo.
- (6) Scrivere il modulo quadro dell'ampiezza al punto precedente nel caso non polarizzato in termini di tracce sulle matrici gamma.
- (7) Calcolare le tracce sulle matrici gamma del punto precedente e determinare quindi il modulo quadro dell'ampiezza in termini di invarianti di Mandelstam, nel caso $m = 0$ (massa del fermione nulla).
- (8) Determinare ora il modulo quadro dell'ampiezza per il processo $ff \rightarrow ff$ (urto elastico fermione-fermione).