

Esercizio 1

Considera la QED scalare con azione

$$S = \int d^4x \left[-\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + (D_\mu z)(D^\mu z)^* - m^2 z^* z \right], \quad (1)$$

dove $D_\mu z = (\partial_\mu - ieA_\mu)z$, $(D_\mu z)^* = (\partial_\mu + ieA_\mu)z^*$.

- (i) Calcola l'ampiezza per lo scattering $z\gamma \rightarrow z\gamma$ per l'analogo scalare dello scattering Compton, i.e. lo scattering tra particella scalare carica e un fotone con elicità h , con stato finale una particella scalare e un fotone con elicità h' , all'ordine leading in teoria perturbativa nel coupling di gauge e .
- (ii) Calcola il modulo quadro dell'ampiezza, sommato sugli stati di elicità finali e mediato sugli stati di elicità iniziali. Detti p_1 e q_1 i momenti iniziali e finali della particella scalare, e p_2 e q_2 i momenti iniziali e finali del fotone, semplifica l'espressione ottenuta esprimendola tutta la dipendenza dai momenti in termine di $p_1 \cdot p_2$ e $q_1 \cdot p_2$.
- (iii) Specifica la formula precedente al sistema del laboratorio, in cui la particella scalare è inizialmente a riposo, ed esprimi il risultato in funzione di ω e ω' , rispettivamente la frequenza iniziale e finale del fotone, e dell'angolo di scattering θ tra il fotone incidente e quello uscente.

Esercizio 2

Considera la teoria di un campo scalare complesso z e di due campi di Dirac ψ_A $A = 1, 2$ con azione

$$S = \int d^4x \left\{ \partial_\mu \bar{z} \partial^\mu z - m^2 \bar{z} z + i \bar{\psi}_A \not{\partial} \psi_A + \frac{y}{2} [z(\bar{\psi}_A \psi_A - \bar{\psi}_A \gamma^5 \psi_A) + \bar{z}(\bar{\psi}_A \psi_A + \bar{\psi}_A \gamma^5 \psi_A)] \right\}, \quad (2)$$

in cui è implicita la somma sull'indice ripetuto A .

- (i) Scrivi l'ampiezze per lo scattering $P_A P_B \rightarrow P_A P_B$ tra due particelle di Dirac entranti e due particelle uscenti, dove $A, B = 1, 2$ sono il label del tipo di particella, all'ordine leading in teoria perturbativa nel coupling y , distinguendo i due casi $A = B = 1$ (o equivalentemente $= 2$) e $A = 1, B = 2$.
- (ii) Nel caso di scattering $P_1 P_2 \rightarrow P_1 P_2$, scrivi il modulo quadro dell'ampiezza, mediata sugli stati di spin iniziali e sommata sugli stati di spin finali.