

# ESAME SCRITTO DI FISICA TEORICA I

21 luglio 2015

*Tempo massimo 2 ore. Non sono ammessi libri o appunti*

Si consideri la teoria descritta dalla lagrangiana

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + (D_\mu\phi)^*(D^\mu\phi) - m^2\phi^*\phi \quad (1)$$

(elettrodinamica scalare), dove  $\phi$  è un campo scalare complesso,  $F^{\mu\nu}$  è il campo elettromagnetico e la derivata covariante  $D_\mu$  è definita come

$$D_\mu = \partial_\mu + ieA_\mu. \quad (2)$$

- (1) Scrivere le regole di Feynman per la teoria.
- (2) Determinare la ampiezza non-polarizzata per il processo  $\gamma\gamma \rightarrow \phi\phi$  (mantenendo la dipendenza dalle masse). Dimostrare che i contributi corrispondenti ai due diagrammi di scambio di scalare si possono ottenere l'uno dall'altro scambiando gli impulsi delle due particelle di stato finale.
- (3) Ripetere il calcolo dell'ampiezza, ma supponendo ora che i fotoni entranti siano polarizzati e scegliendo il sistema di riferimento del centro di massa. Si ricordi che per un fotone di impulso  $p = (\omega, 0, 0, \omega)$  i due vettori di polarizzazione sono

$$\epsilon_\pm = \mp \frac{1}{\sqrt{2}}(0, 1, \pm i, 0).$$

- (4) Calcolare il modulo quadro dell'ampiezza sia nel caso polarizzato che in quello non polarizzato, esprimendo il risultato in termini dell'angolo polare  $\theta$  di uscita rispetto alla direzione entrante, e di  $\beta = \sqrt{1 - \frac{4m^2}{s}}$  (con  $s$  l'invariante di Mandelstam). Verificare che il risultato non polarizzato calcolato direttamente (cioè senza usare la forma esplicita dei vettori di polarizzazione) coincide con quello che si ottiene combinando i risultati corrispondenti ai vari stati di polarizzazione.
- (5) Determinare lo spazio delle fasi e la sezione d'urto differenziale nel caso non polarizzato, sempre nel sistema del centro di massa.
- (6) Determinare la sezione d'urto nel limite di alta energia.