

Introduzione alla QED: Esame Scritto – 16/07/2012

1 Interazione di Yukawa

La Lagrangiana di interazione di un campo (pseudo)-scalare reale ϕ , di massa M , con due fermioni f_1 e f_2 rispettivamente di massa $m_1 = m_2 = m$ è data da:

$$\mathcal{L}_Y = \frac{y}{\sqrt{2}} (\phi \bar{\psi}_1 \gamma_5 \psi_2 + h.c.) ,$$

dove con $h.c.$ si intende il termine hermitiano coniugato e y è una costante reale.

1. Si scriva esplicitamente il termine hermitiano coniugato della Lagrangiana e si derivi la regola di Feynman per il vertice $f_1 f_2 \phi$;
2. Si calcoli il modulo quadrato dell'ampiezza di Feynman non polarizzata $|\overline{\mathcal{M}}|^2$ (i.e. mediata/sommata sulle polarizzazioni iniziali/finali dei fermioni) per il processo di scattering $f_1 \bar{f}_2 \rightarrow f_1 \bar{f}_2$;
3. Si derivi la sezione d'urto differenziale (non polarizzata) $(d\sigma/d\Omega_1)_{CM}$, nel sistema del centro di massa, esprimendola in termini delle variabili di Mandelstam s, t, u (i.e. si parta dalla definizione generale di sezione d'urto $2 \rightarrow 2$, si ricavi lo spazio delle fasi a 2 corpi nel CM ...). Si calcoli la sezione d'urto totale per il processo $f_1 \bar{f}_2 \rightarrow f_1 \bar{f}_2$;
4. Nel limite di alta energia, si consideri ora il processo in cui il fermione iniziale f_1 ha elicità $h = -1/2$, ed il fermione finale f_1 ha elicità $h = +1/2$, ovvero si consideri il processo $f_1^{(-)} \bar{f}_2 \rightarrow f_1^{(+)} \bar{f}_2$. Si calcoli la sezione d'urto differenziale e totale, polarizzata per tale processo;
5. Si derivi la sezione d'urto differenziale e la sezione d'urto totale (non polarizzata) per il processo di annichilazione, $f_1 \bar{f}_1 \rightarrow f_2 \bar{f}_2$;
6. Si calcoli la sezione d'urto differenziale e la sezione d'urto totale (non polarizzata) nel caso in cui $f_1 = f_2$ (cosa cambia rispetto al calcolo del punto 2?).