

KWANTUMVELDENTHEORIE

(14/01/2014 (13u00-17u00))

We werken in natuurlijk eenheden en stellen voor de eenvoud $\hbar = 1$ en $c = 1$.

1 Lorentz-invariantie

Gegeven een Dirac spinor veld ψ en een bosonisch veld ϕ met Lagrangedichtheid

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

- Hoe moet ϕ transformeren onder Lorentztransformaties opdat de Lagrangedichtheid invariant zou zijn onder de volledige Lorentzgroep?
- Stel nu dat de term $\lambda' \phi \bar{\psi} \psi$ aan bovenstaande dichtheid wordt toegevoegd. Kunnen we dan nog invariantie onder de hele Lorentzgroep hebben?
- Wat is de dimensie in natuurlijke eenheden van λ en λ' ?
- Als we naar de laatste twee interactietermen van de Lagrangedichtheid met de in (b) toegevoegde term kijken, dan zien we dat de laatste een reële coëfficiënt heeft en de voorlaatste een imaginaire. Hoe komt dit?

2 Ijkinvariantie van Feynmanamplitudes

De Feynmanamplitude van Comptonscattering wordt in leidende orde gegeven door

$$\begin{aligned} \mathcal{M} &= \mathcal{M}_a + \mathcal{M}_b \\ &= -ie^2 \frac{\bar{u}' \not{\epsilon}' (f_1 + m) \not{\epsilon} u}{2(pk)} + ie^2 \frac{\bar{u}' \not{\epsilon} (f_2 + m) \not{\epsilon}' u}{2(pk')}, \end{aligned}$$

met $f_1 = p + k$ en $f_2 = p - k'$.

- Toon aan dat de Feynmanamplitude invariant is onder een van de ijktransformaties

$$\begin{aligned} \varepsilon(\mathbf{k}) &\rightarrow \varepsilon(\mathbf{k}) + \lambda k, \\ \varepsilon'(\mathbf{k}') &\rightarrow \varepsilon'(\mathbf{k}') + \lambda' k'. \end{aligned}$$

- Men zegt dat deze invariantie een gevolg is van de ijkinvariantie. Leg uit.

◇ ◇ ◇