

Vorlesung: Quantenfeldtheorie I

Department Physik, Universität Hamburg
Übungsblatt 0

Wintersemester 2012/2013
Präsenzübung 24.10.12, 12:00h

- Aufgabe 1

Setzen Sie $\hbar = c = 1$ und drücken Sie die inverse Pionmasse $m_\pi = 140\text{MeV}/c^2$ in Femtometer ($1\text{fm} = 10^{-15}\text{m}$) aus.

- Aufgabe 2

Ein ruhendes Z^0 -Boson der Masse $M_Z = 91.18\text{GeV}/c^2$ zerfällt in ein $\tau^+\tau^-$ -Paar mit den Massen $m_{\tau^\pm} = 1.78\text{GeV}/c^2$.

Berechnen Sie die Energie in GeV und den Impuls in GeV/c der Zerfallsprodukte.

- Aufgabe 3

Rotationen in \mathbf{R}^3 sind charakterisiert durch eine orthogonale 3×3 Matrix D mit $D^T D = 1$.

Bestimmen Sie D für eine Rotation in der $x - y$ -Ebene mit einem Rotationswinkel α_1 , so dass gilt $\det D = 1$ und $D(\alpha_1 = 0) = \mathbf{1}$.

Wie sieht D aus für eine Rotation in der $x - z$ - und $y - z$ -Ebene? Welche Form hat D für eine generische Rotation?

Schreiben Sie D in einer Taylorentwicklung zu erster Ordnung in den Rotationswinkeln α_j , $j = 1, 2, 3$ als

$$D = \mathbf{1} + i \sum_{j=1}^3 \alpha_j T_j + \mathcal{O}(\alpha^2) ,$$

bestimmen Sie T_j und berechnen Sie $[T_i, T_j]$.

- Aufgabe 4

Zeigen Sie für ein elektromagnetisches Feld A_μ , dass $\vec{E} \cdot \vec{B}$ und $c^2 B^2 - E^2$ lorentzinvariant sind.

Hinweis: Betrachten Sie $F^{\mu\nu} F_{\mu\nu}$ und $F^{\mu\nu} \tilde{F}_{\mu\nu}$, wobei für den Feldstärketensor $F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu$ gilt: $F_{0i} = -E_i$ und $\epsilon_{ijk} F_{jk} = B_i$.