

Theoretische Teilchenphysik II

V: Prof. Dr. D. Zeppenfeld, Ü: PD Dr. S. Gieseke

Übungsblatt 7

Besprechung: Mi, 16.12.'15

Aufgabe 8: Tensorintegrale

Aus der Vorlesung ist das Schleifenintegral

$$\begin{aligned} I_d(q, a) &= \mu^{4-d} \int \frac{d^d p}{(2\pi)^d} \frac{f(p)}{[-p^2 + 2p \cdot q + M^2]^a} \\ &= \frac{i}{16\pi^2} (4\pi\mu^2)^{\frac{4-d}{2}} \frac{\Gamma(a - \frac{d}{2})}{\Gamma(a)} (q^2 + M^2)^{\frac{d}{2}-a} \end{aligned}$$

für $f(p) = 1$ bekannt.

- (a) Berechnen Sie die Schleifenintegrale $I_d^\mu(q, a)$ und $I_d^{\mu\nu}(q, a)$, die durch $f(p) = p^\mu$ bzw. $f(p) = p^\mu p^\nu$ im Integranden definiert sind. Differenzieren Sie dazu sukzessive nach q_μ .
- (b) Die Kontraktion von $I_d^{\mu\nu}(q, a)$ mit dem metrischen Tensor $g_{\mu\nu}$ in d Dimensionen gibt eine Beziehung zwischen diesen drei Schleifenintegralen. Leiten Sie diese Beziehung her. Verifizieren Sie diese Identität mit Ihren Resultaten aus (a) und bestätigen Sie daraus, dass für die Spur des metrischen Tensors

$$g^\mu{}_\mu = d$$

gelten muss.