

QCD und Colliderphysik

Prof. Dr. D. Zeppenfeld, PD Dr. S. Gieseke

Übungsblatt 4

Besprechung: Fr, 9.1.'14

Aufgabe 5: Tensorintegrale

Das elementare Schleifenintegral ist für $f(p) = 1$ gegeben durch

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

- (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.

Aufgabe 6: Geisterschleife

Berechnen Sie den Beitrag der Geisterschleife zum Vakuumpolarisationstensor des Gluons bis zur Ordnung $O(\alpha_S)$ in einer $SU(N)$ Eichtheorie. Vernachlässigen Sie im Endergebnis Terme der Ordnung $O(\epsilon)$, wenn $d = 4 - 2\epsilon$.

Frohe Weihnachten und guten Rutsch ins neue Jahr!