

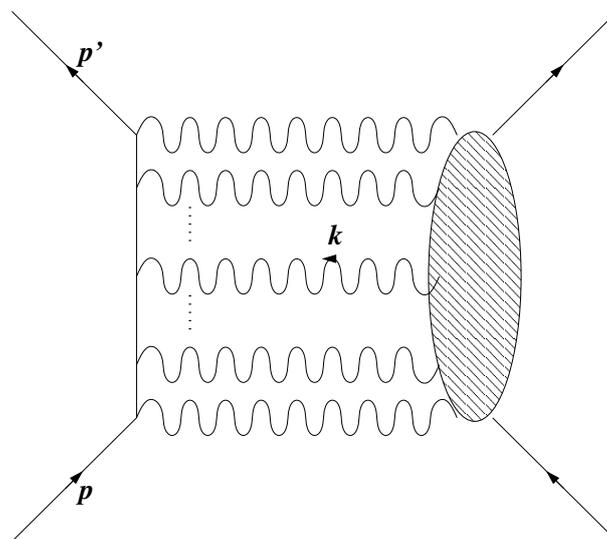
DIAGRAMMATISCHER BEWEIS DER EICHINVARIANZ

In der Vorlesung wurde der Beweis der Eichinvarianz skizziert. Ein paar der offen gelassenen Lücken sollen hier geschlossen werden. Den Nimmersatten sei empfohlen, zur weiteren Übung ein paar spezifische Diagramme selbst durchzurechnen.

[H1] *Zuschauer-Photonen*

[10 pts]

In der Vorlesung wurde argumentiert, dass es egal ist, wie viele weitere Photonen bei der betrachteten Photonlinie zusehen. Führe den Beweis auf die in der Vorlesung angegebene Weise explizit für Diagramme der Form



mit insgesamt  $n + 1$  Photonlinien aus. *Hinweis:* Damit man den Überblick nicht völlig verliert: In der Vorlesung wurde der Fall  $n = 1$  explizit vorgeführt.

[H2] *Divergenzen*

[10 pts]

In der Vorlesung wurde behauptet, dass man in der Integration über den Impuls der internen Fermionenschleife die Integrationsvariable einfach verschieben darf. Dies ist natürlich eigentlich nur dann wahr, wenn das Integral überhaupt existiert. Prüfe für den in der Vorlesung betrachteten Fall nach, ob so eine Verschiebung der Integrationsvariablen erlaubt ist, in dem Du im Integral des Typs

$$\int \frac{d^4p}{(2\pi)^4} \text{tr} \left( \gamma^\mu \frac{1}{\not{p}_2 - m} \gamma^\sigma \frac{1}{\not{p}_1 - m} \gamma^\lambda \frac{1}{\not{p}' - m} \right)$$

den Nenner rational machst und dann, unter der Annahme, dass man die Spur ausführt, Dich überzeugst, dass das Integral höchstens logarithmisch divergiert. Für lediglich logarithmisch divergente Integrale kann man zeigen, dass die Verschiebung der Integrationsvariablen erlaubt ist.