



## Aufgabe 14 *Masselose Fermionen*

- (a) Stellen Sie für die masselose DIRAC-Gleichung nochmals die möglichen Kombinationen der Eigenwerte für Energie, Helizität und Chiralität tabellarisch zusammen.
- (b) Zeigen Sie, dass Lösungen der WEYL-Gleichung die Parität nicht erhalten, eine kombinierte Ladungskonjugations- und Paritätstransformation aber eine Symmetrietransformation für das DIRAC-Neutrino darstellt.

**Hinweis:** Berechnen Sie hierzu den Ladungskonjugationsoperator in der chiralen Darstellung.

## Aufgabe 15 *Ladungskonjugation*

Wir betrachten die zueinander ladungskonjugierten Spinoren  $\psi$  und  $\psi_c$ . Sei  $\langle \hat{Q} \rangle = \langle \psi | \hat{Q} | \psi \rangle$  der Erwartungswert eines Operators  $\hat{Q}$  im Zustand  $\psi$ .

- (a) Berechnen Sie den Erwartungswert desselben Operators  $\hat{Q}$  im ladungskonjugierten Zustand  $\psi_c$ .

Überprüfen Sie folgende Relationen bezüglich der Erwartungswerte ladungskonjugierter Zustände:

- (b)  $\langle \vec{x} \rangle_c = \langle \vec{x} \rangle$ ,
- (c)  $\langle \hat{p} \rangle_c = -\langle \hat{p} \rangle$ .
- (d)  $\langle \hat{\Sigma} \rangle_c = -\langle \hat{\Sigma} \rangle$
- (e)  $\langle \hat{L} \rangle_c = -\langle \hat{L} \rangle$ , wobei  $\hat{L} = \vec{r} \times \hat{p}$ .
- (f)  $\langle \hat{J} \rangle_c = -\langle \hat{J} \rangle$ , wobei  $\hat{L} = \vec{r} \times \hat{p} + \frac{1}{2}\hat{\Sigma}$ .