

Übungsblatt Nr. 9

Besprechung in der Woche ab 13.12.

Aufgabe 9.1: Schwache Ladung

(1 Punkt)

Überlegen Sie sich anhand des schwachen Isospins der Teilchen alle möglichen Zerfallskanäle des W^+ und W^- in Fermionpaare.

Aufgabe 9.2: Chiralität vs. Helizität (cont'd)

Wir hatten in Aufgabe 3.3 die Spinoren für ein in $\vec{p}_z$ -Richtung bewegtes Teilchen konkretisiert, und nachgewiesen, dass diese Eigenzustände des Helizitätsoperators mit entsprechendem Eigenwert $\lambda = \pm \frac{1}{2}$ waren. Außerdem hatten wir den (Nicht-)Zusammenhang von Helizität und Chiralität ("Händigkeit") in Aufgabe 3.4 diskutiert.

Es soll im Folgenden die mittlere Helizität rein linkshändiger Teilchen als Funktion ihrer Geschwindigkeit β berechnet werden.

- a) Zeigen Sie, dass die Spinoren für diese Teilchen folgendermaßen geschrieben werden können: (1 Punkt)

$$u_+ = \begin{pmatrix} \sqrt{E+m} \\ 0 \\ \sqrt{E-m} \\ 0 \end{pmatrix}, \quad u_- = \begin{pmatrix} 0 \\ \sqrt{E+m} \\ 0 \\ -\sqrt{E-m} \end{pmatrix}, \quad v_+ = \begin{pmatrix} 0 \\ -\sqrt{E-m} \\ 0 \\ \sqrt{E+m} \end{pmatrix}, \quad v_- = \begin{pmatrix} \sqrt{E-m} \\ 0 \\ \sqrt{E+m} \\ 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

- b) Berechnen Sie zunächst die linkshändige Projektion $P_L u_{\pm} \equiv \frac{1}{2}(1 - \gamma_5)u_{\pm}$ für die Teilchen spinoren u_+ und u_- aus Gleichung (1). (2 Punkte)

- c) Für rein linkshändige Teilchen u_L ist die Wahrscheinlichkeit, die Helizität $h = +\frac{1}{2}$ zu messen, daher gegeben durch (2 Punkte)

$$p_+ = \frac{|P_L u_+|^2}{|P_L u_+|^2 + |P_L u_-|^2},$$

wobei das Spinor-Betragsquadrat $|u|^2 \equiv \sum_{i=1}^4 |u^{(i)}|^2$ als Summe über dessen Komponenten berechnet wird.

Verifizieren Sie die u_L -Spalte folgender Tabelle und diskutieren Sie die Grenzfälle $\beta \rightarrow 0$ und $\beta \rightarrow 1$:

	u_L	u_R
p_-	$(1 + \beta)/2$	$(1 - \beta)/2$
p_+	$(1 - \beta)/2$	$(1 + \beta)/2$

- d) Berechnen Sie abschließend die mittlere Helizität $\langle h \rangle = p_- \cdot (-\frac{1}{2}) + p_+ \cdot (+\frac{1}{2})$ eines rein linkshändigen Teilchens. (1 Punkt)

- e) Diskutieren Sie, wie dieser Zusammenhang bei der Interpretation des Wu-Experiments darauf hinweist, dass die schwache Wechselwirkung nur an linkshändige Teilchen koppelt. (1 Punkt)