

Präsenzübungen 5 zur Vorlesung „Kern- und Teilchenphysik“

Humboldt-Universität zu Berlin, WS 2009/2010,

Prof. Th. Lohse, U. Schwanke, O. M. Kind

Bearbeitung: 18. bzw. 20. November 2009

Aufgabe 1: Addition von Drehimpulsen

Das Deuteron d ist ein Bindungszustand von Proton und Neutron, die beide Spin $\frac{1}{2}$ besitzen. Der Gesamtspin I des Deuterons setzt sich aus den Spins der beiden Nukleonen und deren relativen Bahndrehimpuls L zusammen.

Welche Gesamtspins I sind möglich, wenn L die Werte 0, 1, 2, 3 und 4 annimmt?

Aufgabe 2: Parität

Ein *Paritätsoperator* P erfüllt die Gleichung

$$P^2 = E,$$

wobei E der Einheitsoperator ist. Es gibt je nach Anwendung viele verschiedene Darstellungen von P .

- Beweisen Sie, dass in der eindimensionalen Darstellung ($E = 1$) die Operatoren $P_1 = +1$ und $P_2 = -1$ beide Paritätsoperatoren sind.
- Zeigen Sie, dass in der zweidimensionalen Darstellung mit

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

die Operatoren

$$P_1 = E, \quad P_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad P_3 = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad P_4 = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

alle Paritätsoperatoren sind und beschreiben Sie deren geometrische Wirkung auf zweidimensionale Vektoren.

- Bestimmen Sie alle möglichen Darstellungen eines Paritätsoperators im dreidimensionalen Raum mit

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

- d) Sei f eine in 2π periodische Funktion, d. h. es gilt die Relation $f(x + 2\pi) = f(x)$. Zeigen Sie, dass der Operator P mit

$$P(f) = g, \quad g(x) = f(x + \pi)$$

formal ein Paritätsoperator ist.

Aufgabe 3: Parität und Vertauschung

- a) Bestimmen Sie die Parität des ρ -Mesons anhand des starken Zerfalls $\rho \rightarrow \pi^+ \pi^-$.
- b) Diskutieren Sie, warum der Zerfall $\rho \rightarrow \pi^0 \pi^0$ verboten ist.