

Elementarteilchenphysik

Priv.-Doz. Dr. M. Buballa
M. Schramm



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Wintersemester 2015/16

3. Übungsblatt

27.11.2015

Aufgabe 9

Skizzieren Sie die irreduziblen $SU(3)$ -Multipletts (p, q) , $0 \leq q \leq p \leq 2$ in der $T_3 - Y$ -Ebene und bestimmen Sie jeweils die Gesamtzahl der Zustände des Multipletts.

Aufgabe 10

Bestimmen Sie die Eigenwertrelationen des Casimir-Operators $\hat{C}_1 = \sum_{a=1}^8 F_a^2$ der $SU(3)$ bezüglich

- des fundamentalen Triplets und Antitriplets.
- des Singulett-Zustands

$$|\eta_1\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}} (|u\bar{u}\rangle + |d\bar{d}\rangle + |s\bar{s}\rangle).$$

- der Oktett-Zustände

$$|\pi^+\rangle = |u\bar{d}\rangle, \quad |K^-\rangle = |s\bar{u}\rangle, \quad |\eta_8\rangle = \frac{1}{\sqrt{6}} (|u\bar{u}\rangle + |d\bar{d}\rangle - 2|s\bar{s}\rangle).$$

Aufgabe 11

Eine allgemeine $SU(3)$ -Transformation ist durch

$$U(\theta_1, \dots, \theta_8) = e^{i \sum_{a=1}^8 \theta_a F_a}$$

gegeben.

In der Näherung kleiner Winkel θ_a und mit Hilfe der Leiteroperatoren kann man dies schreiben als

$$U \approx 1 + i \left(\theta_-^T T_+ + \theta_+^T T_- + \theta_3 T_3 + \theta_-^V V_+ + \theta_+^V V_- + \theta_-^U U_+ + \theta_+^U U_- + \frac{\sqrt{3}}{2} \theta_8 Y \right),$$

mit

$$\theta_{\pm}^T = \theta_1 \pm i\theta_2, \quad \theta_{\pm}^V = \theta_4 \pm i\theta_5, \quad \theta_{\pm}^U = \theta_6 \pm i\theta_7.$$

- Wie verhalten sich die Quarkzustände $|u\rangle$, $|d\rangle$ und $|s\rangle$, sowie die Antiquarkzustände $|\bar{u}\rangle$, $|\bar{d}\rangle$ und $|\bar{s}\rangle$ unter einer solchen Transformation?
- Leiten Sie mit Hilfe von b) ab wie sich die Flavour-neutralen Quark-Antiquark-Zustände $|u\bar{u}\rangle$, $|d\bar{d}\rangle$ und $|s\bar{s}\rangle$ unter der Transformation verhalten. Zeigen Sie, dass der Singulett-Zustand $|\eta_1\rangle$ $SU(3)$ -invariant ist, der isoskalare Oktett-Zustand $|\eta_8\rangle$ dagegen nur unter $SU(2)$ -Isospintransformationen.