

Übung zur Kern- Teilchen- und Astrophysik I
Prof. Dr. S. Schönert, Prof. Dr. W. Hollik
Wintersemester 2011/12

Blatt Nr. 13

25. Januar 2012

Aufgabe 1 Elektron-Positron-Annihilation

Betrachtet werde die Elektron-Positron-Vernichtung in Muonpaare, $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$.

- Bestimmen Sie das Matrixelement \mathcal{M} aus den Feynmanregeln der QED.
- Berechnen Sie den unpolarisierten Wirkungsquerschnitt $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ im CMS in der Näherung $m_{e,\mu} \approx 0$, d.h. im Limes $s \gg m_{e,\mu}^2$, als Funktion des Streuwinkels θ .

Formeln zum Umgang mit Dirac-Matrizen und Spinoren

$$(\bar{u}_1 \Gamma u_2)^* = \bar{u}_2 \bar{\Gamma} u_1$$

$$\sum_{\sigma} u_{\sigma}(p) \bar{u}_{\sigma}(p) = \not{p} + m, \quad \sum_{\sigma} v_{\sigma}(p) \bar{v}_{\sigma}(p) = \not{p} - m$$

$$\text{Tr}(\not{a} \gamma_{\mu} \not{b} \gamma_{\nu}) = 4(a_{\mu} b_{\nu} + a_{\nu} b_{\mu} - g_{\mu\nu} a \cdot b)$$

Aufgabe 2 : Schalenmodell: Spins und Paritäten

Experimentell findet man für Spin und Parität des Grundzustands (Index 0) und des ersten angeregten Zustands (Index 1) einiger Kerne folgende Werte:

	⁷ Li	²³ Na	³³ S	⁴¹ Sc	⁸³ Kr	⁹³ Nb
J_0^P	3/2 ⁻	3/2 ⁺	3/2 ⁺	7/2 ⁻	9/2 ⁺	9/2 ⁺
J_1^P	1/2 ⁻	5/2 ⁺	1/2 ⁺	3/2 ⁺	7/2 ⁺	1/2 ⁻

- Geben sie im Einteilchen-Schalenmodell die Konfiguration der Protonen und Neutronen in nicht abgeschlossenen Unterschalen für diese Kerne an, und vergleichen sie die sich daraus ergebenden Quantenzahlen mit den beobachteten Werten.
- Bei uu-Kernen koppeln die ungepaarten Nukleonen durch Vektoraddition ihrer Gesamtdrehimpulse. Welche möglichen Kernspins und Paritäten ergeben sich für ⁶Li und ⁴⁰K? Experimentell mißt man für diese Kerne die Quantenzahlen 1⁺ und 4⁻.

