

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:

	${}^7_3\text{Li}$	${}^{23}_{11}\text{Na}$	${}^{33}_{16}\text{S}$	${}^{41}_{21}\text{Sc}$	${}^{83}_{36}\text{Kr}$	${}^{93}_{41}\text{Nb}$
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 ${}^6_3\text{Li}$ und ${}^{40}_{19}\text{K}$? Experimentell mißt man für diese Kerne die Quantenzahlen 1^+ und 4^- .

