

# Kern- und Elementarteilchenphysik

FSU Jena - SS 2010

- Klausur -

09. Juli, 2010

---

## Aufgabe 01

Ein Teilchen der Masse  $m_1$  und der Geschwindigkeit  $v_1$  (**nichtrelativistisch**) stößt mit einem ruhenden Teilchen der Masse  $m_2$ . Berechnen Sie die gesamte kinetische Energie im Schwerpunktsystem  $E_S$ . Wie groß ist das Verhältnis  $E_S/E$  mit  $E := m_1 v^2/2$  ?

## Aufgabe 02

Für das Coulombpotential ist der Zusammenhang zwischen dem Ablenkwinkel  $\vartheta$  im Schwerpunktsystem und dem Stoßparameter  $b$  gegeben durch  $\tan(\vartheta/2) = d/(2b)$  ( $d$  ist eine Konstante). Berechnen Sie damit den differentiellen Wirkungsquerschnitt  $d\sigma/d\Omega$  im Schwerpunktsystem als Funktion von  $\vartheta$  [es gilt:  $\sin \vartheta = 2 \sin(\vartheta/2) \cos(\vartheta/2)$ ].

## Aufgabe 03

Ein Teilchen der Ruhemasse  $m$  hat den Impuls  $p = \sqrt{8} m \cdot c$ . Berechnen Sie die kinetische Energie  $E_{\text{kin}}$  und die Geschwindigkeit  $v$  des Teilchens.

## Aufgabe 04

Die Elemente des Tensors des elektrischen Quadrupolmoments  $Q_{ij}$  sind gegeben durch

$$Q_{ij} = \int d^3\mathbf{r} \rho_p(x, y, z) \cdot [3x_i x_j - \delta_{ij} \mathbf{r}^2] \quad (x_1 = x, x_2 = y, x_3 = z)$$

wobei  $\rho_p$  die Zahl der Protonen pro Volumen ist. Berechnen Sie die beiden Elemente  $Q_{11}$  und  $Q_{12}$  für einen Quader mit den Kantenlängen  $a, b$  und  $c$  und mit der Protonendichte  $\rho_p(x, y, z)$  gegeben durch

$$\rho_p(x, y, z) = \begin{cases} \rho_0 & : |x| \leq \frac{a}{2}, |y| \leq \frac{b}{2}, |z| \leq \frac{c}{2} \\ 0 & : \text{sonst} \end{cases}$$

wobei  $\rho_0$  eine Konstante ist. Das Ergebnis soll außer  $a, b, c$  nur noch  $Z$  enthalten.  $Z$  ist die Zahl der Protonen im Quader.

## Aufgabe 05

Im Rahmen des Einnukleonen-Schalenmodells unter Berücksichtigung der Spin-Bahn-Wechselwirkung hängt die Energie eines Neutrons  $E_{nlj}$  von den Quantenzahlen  $n, l$  und  $j$  ab. Wie viele Neutronen können den energetischen Zustand  $E_{nlj}$  mit  $n = 0, l = 3$  und dem maximalen Wert von  $j$  besetzen? Wie groß ist die entsprechende Zahl für den minimalen Wert von  $j$ ?

## Aufgabe 06

Ein Kern mit der Ruhemasse  $m$  befindet sich im Grundzustand (Energie  $E_0$ ) und besitzt einen thermischen Impuls  $\mathbf{p}_{\text{th}}$  (**nichtrelativistisch**). Wie groß muss der Betrag des thermischen Impulses  $p_{\text{th}}$  sein, damit dieser Kern ein  $\gamma$ -Quant der Energie  $E_\gamma$  absorbieren kann, wenn der Winkel  $\alpha$  zwischen dem thermischen Impuls  $\mathbf{p}_{\text{th}}$  und dem Impuls des  $\gamma$ -Quants  $\mathbf{p}_\gamma$  vorgegeben ist? Die Energie des angeregten Kerns ist  $E^*$  ( $E_0, E^*, E_\gamma, m$  und  $\alpha$  sind gegeben).

## Aufgabe 07

Betazerfall unter Berücksichtigung einer **endlichen Ruhemasse des Neutrinos**  $m_\nu \neq 0$ !

- a) Gegeben ist die Bindungsenergie eines Kerns  $E_B(A, Z)$  als Funktion der Nukleonenzahl  $A$  und der Kernladungszahl  $Z$ . Berechnen Sie die insgesamt frei werdende kinetische Energie beim  $\beta^-$  (minus!)-Zerfall.
- b) Gegeben ist die Ruheenergie eines Atoms  $E_{\text{Atom}}(A, Z)$  als Funktion der Nukleonenzahl  $A$  und der Kernladungszahl  $Z$ . Berechnen Sie die insgesamt frei werdende kinetische Energie beim  $\beta^+$  (plus!)-Zerfall.