

Übung Nr. 8

Diskussionsthemen:

- Vorhersagen des Schalenmodells des Atomkerns (Spin, Parität, elektrische Dipol- und Quadrupolmomente)
- Fassen Sie die jeweiligen Stärken und Mängel der drei in der Vorlesung eingeführten Kernmodelle zusammen.

Aufgabe 27. Magnetisches Dipolmoment und Larmor-Frequenz

Berechnen Sie Spin, Parität und magnetisches Moment der $^{13}_6\text{C}$ und $^{19}_9\text{F}$ Kerne im Grundzustand. Was ist die Larmor-Frequenz (vgl. Aufgabe 26) des $^{13}_6\text{C}$ -Kerns in einem Magnetfeld von 1,5 Tesla?

Aufgabe 28. Elektrisches Quadrupolmoment

- i. Zeigen Sie, dass eine kugelsymmetrische Ladungsverteilung kein elektrisches Quadrupolmoment hat.
- ii. Wir wollen im Folgenden das elektrische Quadrupolmoment eines deformierten Kerns ausrechnen. Hierbei sei die Oberfläche eines prolatsen Ellipsoids beschrieben durch die Funktion

$$r(\theta, \varphi) = R [1 + \beta_{20} Y_{20}(\theta, \varphi)],$$

wobei R der mittlere Radius und β_{20} der Deformationsparameter sind und

$$Y_{20}(\theta, \varphi) = \sqrt{\frac{5}{16\pi}} (3 \cos^2 \theta - 1).$$

(Symmetrieachse ist die z -Achse). Berechnen Sie das Quadrupolmoment $Q_{zz} = \int \rho(\vec{r}) (3z^2 - r^2) d^3\vec{r}$ des deformierten Kerns unter der Annahme, dass die Ladung homogen über das Volumen des Ellipsoids verteilt ist. Sie sollten hierbei eine Entwicklung in β_{20} bis einschließlich zur Ordnung $\mathcal{O}(\beta_{20}^2)$ vornehmen.

Aufgabe 29. Angeregte Zustände im Schalenmodell

In der folgenden Tabelle sind für einige Kerne die experimentell bestimmten Spins und Paritäten des Grundzustands und des ersten angeregten Zustands gegeben:

	^7_3Li	$^{23}_{11}\text{Na}$	$^{33}_{16}\text{S}$	$^{41}_{21}\text{Sc}$	$^{83}_{36}\text{Kr}$	$^{93}_{41}\text{Nb}$
J_0^P	$\frac{3}{2}^-$	$\frac{3}{2}^+$	$\frac{3}{2}^+$	$\frac{7}{2}^-$	$\frac{9}{2}^+$	$\frac{9}{2}^+$
J_1^P	$\frac{1}{2}^-$	$\frac{5}{2}^+$	$\frac{1}{2}^+$	$\frac{3}{2}^+$	$\frac{7}{2}^+$	$\frac{1}{2}^-$

Geben Sie nach dem Einteilchen-Schalenmodell die Konfiguration der Protonen und Neutronen in nicht abgeschlossenen Unterschalen für diese Kerne an, und machen Sie Voraussagen über die Quantenzahlen der Grundzustände und ersten angeregten Zustände. Vergleichen Sie Ihr Resultat mit den angegebenen Werten.