



## Übung 9

(Ausgabe: 08.01.2015 in der Vorlesung, Abgabe: 13.01.2015 in den Übungen)

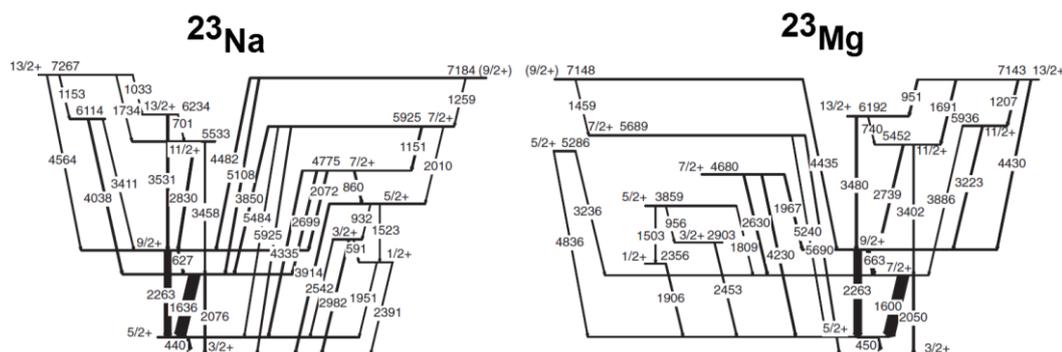
### Übungsaufgaben (werden korrigiert und bewertet, zulassungsrelevant.)

▪ **Aufgabe 1: Ein-Teilchen-Schalenmodell (5 Punkte)**

Der Grundzustandsspin von  $^{17}\text{F}$  ist  $J^\pi=5/2^+$  und jener des ersten angeregten Zustandes  $J^\pi=1/2^-$ . Nennen Sie die Grundzustandskonfiguration für Protonen und Neutronen, wie sie in der Vorlesung eingeführt wurde. Geben Sie weiterhin mindestens zwei mögliche Konfigurationen an, die den ersten angeregten Zustand erklären können!

▪ **Aufgabe 2: Isospinformalismus und Spiegelkerne (10 Punkte)**

In der Vorlesung haben Sie den Isospinformalismus und seine Anwendung auf Spiegelkerne, d.h. Kerne mit vertauschter Protonen-Neutronen-Anzahl, kennengelernt. In dieser Aufgabe behandeln wir das Beispiel von  $^{23}\text{Na}$  und  $^{23}\text{Mg}$ . Betrachten Sie hierzu Abbildung 1!



**Abb. 1:** Anregungsspektren der Spiegelkerne  $^{23}\text{Na}$  und  $^{23}\text{Mg}$ . Gezeigt sind die Spins der Zustände, sowie die Übergangsenergien zwischen angeregten Zuständen. Die Dicke der gezeigten Pfeile ist ein Maß für die Stärke des jeweiligen Übergangs zwischen zwei Zuständen. Entnommen aus D.G. Jenkins *et al.*, Phys. Rev. C 87, 064301 (2013).

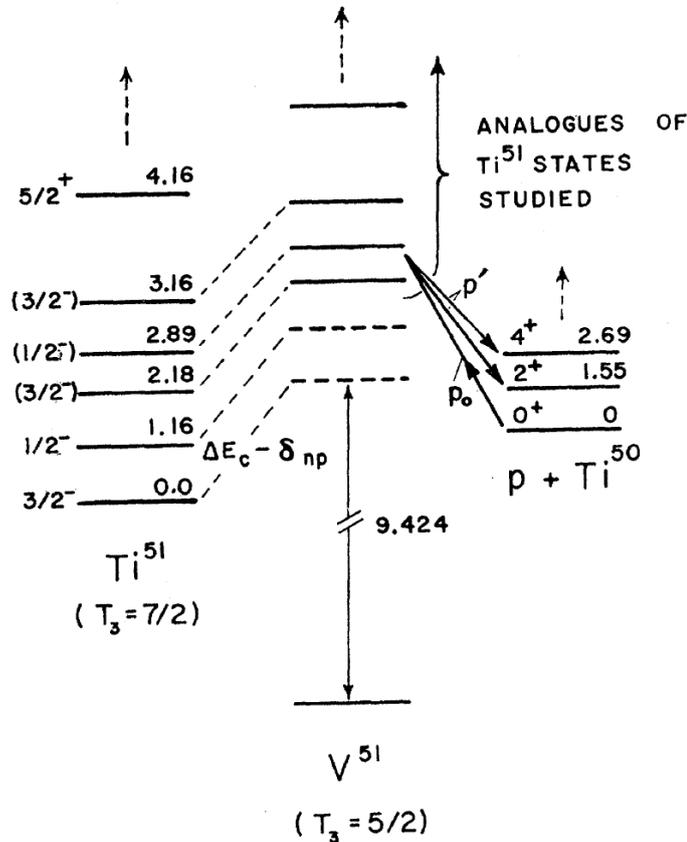
- a) Berechnen Sie die möglichen Werte des Isospins  $T$  für Zustände in beiden Kernen! Welchen Isospin haben die jeweiligen Grundzustände? (4 Punkte)
- b) Erklären Sie die Ähnlichkeiten und Unterschiede der beiden Anregungsspektren anhand einfacher Grundannahmen des Isospinformalismus! (6 Punkte)

▪ **Aufgabe 3: Isospinformalismus und Isobare-Analogresonanzen (10 Punkte)**

In der Vorlesung haben Sie anhand des Beispiels  $^{14}\text{C}/^{14}\text{N}/^{14}\text{O}$  das Konzept isobarer Analogzustände kennengelernt, d.h. gleicher Isospin und sehr ähnliche Wellenfunktion. Das  $T=1$ -Isospin-Triplett war ein Beispiel. Experimentell kann dieses Konzept genutzt werden, um selektiver eine bestimmte Klasse von angeregten Zuständen zu messen und auch um die experimentelle Ausbeute zu vergrößern.

In dieser Aufgabe betrachten wir die inelastische Protonenstreuung an  $^{50}\text{Ti}$ , d.h. die folgende Reaktion  $^{50}\text{Ti}(p,p')$ . Das schematische Konzept ist in Abbildung 2 gezeigt. Während  $^{51}\text{V}$  einen

Grundzustandsisospin von  $T=5/2$  hat, so haben die Analogzustände einen Isospin von  $T=7/2$ , wie der Grundzustand von  $^{51}\text{Ti}$ . Im Vergleich zu  $^{50}\text{Ti}$  handelt es sich bei den ersten angeregten Zuständen in  $^{51}\text{Ti}$  hauptsächlich um Ein-Teilchen-Anregungen, die auf der Grundzustandskonfiguration von  $^{50}\text{Ti}$  aufbauen. Deswegen haben diese einen großen Überlapp mit Zuständen in  $^{50}\text{Ti}$ . Dieses gilt auch für die Analogzustände in  $^{51}\text{V}$ !



**Abb. 2:** Das Prinzip der Isobaren-Analogresonanz. Mit der  $(p,p')$ -Reaktion werden in  $^{51}\text{V}$  isobare Analogzustände von  $^{51}\text{Ti}$  bevölkert. In der Abbildung sind diese mit gestrichelten Linien verbunden. Entnommen E.R. Cosman *et al.*, Phys. Rev. 182, 1131 (1969).

- Welchen Isospin  $T$  hat der Grundzustand von  $^{50}\text{Ti}$  und welche Isospinkomponenten können Sie somit in  $^{51}\text{V}$  mit einem Proton anregen? (3 Punkte)
- Nehmen Sie an, Sie haben den  $J^\pi=1/2^-$  Analogzustand in  $^{51}\text{V}$  bevölkert ( $E_x=2.89$  MeV in  $^{51}\text{Ti}$ , s. Abb. 2) und dieser könnte nun durch die Aussendung eines Protons stark in den ersten  $2^+$ -Zustand von  $^{50}\text{Ti}$  zerfallen. Nennen Sie anhand dieser Information eine mögliche Struktur dieses Zustandes in  $^{51}\text{V}$  und  $^{51}\text{Ti}$ ! Erwarten Sie Ihrer Interpretation folgend andere Zustände ähnlicher Struktur in  $^{51}\text{V}$  und  $^{51}\text{Ti}$ ? (7 Punkte)

▪ **Aufgabe 4: Das Deuteron und die Kernkraft (5 Punkte)**

Argumentieren Sie mit Hilfe des Isospinformalismus, warum das Deuteron im gebundenen Zustand einen Spin von  $S=1$  besitzt! Welche Rückschlüsse können Sie hierdurch auf die Spinabhängigkeit der Kernkraft ziehen?

Bitte beachten Sie die Informationen zum zweiten Femtoprojekt auf der Vorlesungswebseite und dem Informationsblatt!