



Übung 8

(Ausgabe: 08.12.2015, Abgabe: 15.12.2015)

Übungsaufgaben (zulassungsrelevant)

Aufgabe 1: Kurzfragen (12 Punkte)

- Was versteht man unter den „magischen Zahlen“ und wie lauten diese? Nennen Sie experimentelle Ergebnisse, die die Existenz magischer Zahlen im Atomkern unterstützen. (2 Punkte)
- Warum wurde die Spin-Bahn-Wechselwirkung im Schalenmodell eingeführt? Nennen Sie die wesentlichen Auswirkungen für die vorhergesagten Energieniveaus! (2 Punkte)
- Was versteht man unter „Intruder“-Zuständen im Schalenmodell und was sind deren charakteristische Eigenschaften? (2 Punkte)
- Wie kann man mit Hilfe des Schalenmodells (siehe Abb. 4.12 der Vorlesung) Spin und Parität des Grundzustandes eines bestimmten Kernes bestimmen? Geben Sie Teilchenkonfigurationen, Spin und Parität des Grundzustandes der folgenden Kerne an:

$${}^{27}_{13}\text{Al}, {}^{28}_{14}\text{Si}, {}^{29}_{14}\text{Si}, {}^{31}_{15}\text{P}, {}^{32}_{16}\text{S}, {}^{33}_{16}\text{S}! \text{ (6 Punkte)}$$

Aufgabe 2: Ein-Teilchen-Schalenmodell und der Nukleonenspin (14 Punkte)

Im Ein-Teilchen-Schalenmodell ergibt sich bei uu-Kernen Spin und Parität des Grundzustandes aus der Kopplung der Zustände des ungepaarten Protons und Neutrons. Betrachten Sie nun die folgenden Kerne:

$$J_0^\pi({}^{16}\text{N}) = 2^-, J_0^\pi({}^{12}\text{B}) = 1^+, J_0^\pi({}^{34}\text{P}) = 1^+ \text{ und } J_0^\pi({}^{28}\text{Al}) = 3^+.$$

- Bestimmen Sie jeweils die Teilchenkonfigurationen für Neutronen und Protonen! (4 Punkte)
- Zeichnen Sie einfache Vektordiagramme, die die Kopplung der Spins von ungepaartem Neutron und Proton zum Spin des Grundzustandes illustrieren! (2 Punkte)
- Zeichnen Sie in Ihrem Diagramm nun die zu $\vec{j}_{p,n}$ führenden Vektorsummen $\vec{l}_{p,n} + \vec{s}_{p,n}$ ein! (2 Punkte)
- Leiten Sie aus den Diagrammen eine empirische Regel ab, wie $\vec{s}_n$ und $\vec{s}_p$ im Grundzustand der uu-Kerne orientiert sind! (2 Punkte)
- Bestimmen Sie mit Hilfe der gefundenen Regel Spin und Parität des Grundzustandes von ${}^{26}\text{Na}$ und ${}^{28}\text{Na}$! (4 Punkte)

(bitte wenden)

Aufgabe 3: Doppelt-magische Atomkerne (4 Punkte)

Finden Sie auf der Nuklidkarte alle doppelt-magischen, gebundenen Atomkerne. Geben Sie ihre Isotopenhäufigkeit, und Halbwertszeit an. Diskutieren Sie, inwieweit diese Eigenschaften den Erwartungen bzgl. doppelt-magischer Kerne entsprechen! Tipp: Die Angaben finden Sie unter anderem unter <http://www.nndc.bnl.gov/nudat2/>.

Aufgabe 4: Thermischer Neutroneneinfang und direkter γ -Zerfall (5 Bonuspunkte)

Bei thermischem Neutroneneinfang an dem Nuklid ^{113}Cd (Grundzustandsspin $J^\pi=1/2^+$) wird ein direkter γ -Zerfall in den Grundzustand des erzeugten Kerns ^{114}Cd beobachtet.

- a) Bestimmen Sie die Energie des γ -Überganges und die Energie des Rückstoßkerns! (2 Punkte)
- b) Nach dem Einfang des Neutrons befindet sich der erzeugte Kern ^{114}Cd zunächst in einem angeregten Zustand, dem sogenannten *Compound-Zustand*. Welchen Spin sollte dieser Zustand besitzen, damit ein Neutroneneinfang besonders wahrscheinlich ist? Bestimmen Sie auch die Multipolarität des γ -Zerfalls! (3 Punkte)