Kern- und Teilchenphysik
Universität zu Köln, Wintersemester 2012/2013
Prof. Dr. Andreas Zilges/ A. Sauerwein/ L. Netterdon/ M. Spieker

Übungsblatt VI

- **Abgabe der Hausübung: 04.12.2012 in der Übung**
- **Lerngruppen bis zu 3 Personen können gemeinsam abgeben**

Einfache Fragen

Frage 1:
Was versteht man unter dem Schalenmodell für Atomkerne? Diskutieren Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zum atomaren Schalenmodell.

Frage 2:
Was versteht man unter den "magischen Zahlen" und wie lauten diese? Nennen Sie experimentelle Ergebnisse, die die Existenz magischer Zahlen im Atomkern unterstützen.

Frage 3:
Warum wurde die Spin-Bahn-Wechselwirkung im Schalenmodell eingeführt? Nennen Sie die wesentlichen Auswirkungen für die vorhergesagten Energieniveaus!

Frage 4:
Was sind "Intruder"-Zustände und was sind deren charakteristische Eigenschaften?

Frage 5:
Wie kann man mit Hilfe des Schalenmodells Spin und Parität des Grundzustandes eines bestimmten Kerns bestimmen? Geben Sie Spin und Parität des Grundzustandes der folgenden Atomkerne an:

- $^{27}_{13}\mathrm{Al}$
- $^{28}_{14}\mathrm{Si}$
- $^{29}_{14}\mathrm{Si}$
- $^{31}_{15}\mathrm{P}$
- $^{32}_{16}\mathrm{S}$
- $^{33}_{16}\mathrm{S}$

Hausübungen (Zur Abgabe am 04.12.2012)

Aufgabe I: **3 Pkt**

In einem Experiment werden die Energieniveaus eines angeregten Atomkerns ^{17}O untersucht. Hierzu wird die γ-Strahlung vermessen, die beim Übergang der angeregten Zustände in den Grundzustand emittiert wird. Beim Übergang vom ersten angeregten Zustand in den Grundzustand wird nun γ-Strahlung mit Multipolcharakter E2 gemessen. Bestimmen Sie mit Hilfe des Schalenmodells die Grundzustandskonfiguration von ^{17}O und geben Sie unter Berücksichtigung des gemessenen Multipolcharakters die möglichen Spins und Paritäten des ersten angeregten Zustands an. Vergleichen Sie dieses Ergebnis mit einer Vorhersage für den ersten angeregten Zustand aus dem Schalenmodell!

Aufgabe II: **3 Pkt**

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

Aufgabe III: **6 Pkt**

Diskutieren Sie mit Hilfe des Schalenmodells Spin und Parität der drei energetisch niedrigsten Niveaus der Atomkerne ^{29}Si und ^{37}Cl! Welchen Multipolcharakter kann die Strahlung beim Übergang der angeregten Niveaus in den Grundzustand besitzen?

Aufgabe IV: **5+6* Pkt**

Im Ein-Teilchen-Schalenmodell ergibt sich bei uu-Kernen Spin und Parität des Grundzustands aus der Kopplung der Zustände des ungepaarten Protons und Neutrons.
Betrachten Sie nun die folgenden Kerne: $J_0^\pi(^{16}\mathrm{N}) = 2^-$, $J_0^\pi(^{12}\mathrm{B}) = 1^+$, $J_0^\pi(^{34}\mathrm{P}) = 1^+$ und $J_0^\pi(^{28}\mathrm{Al}) = 3^+$.

a) Bestimmen Sie jeweils die Teilchenkonfigurationen für die Neutronen und Protonen! *3 Pkt*

b) Zeichnen Sie einfache Vektordiagramme, die die Kopplung der Spins von ungepaartem Neutron und Proton zum Spin des Grundzustands illustrieren! *2 Pkt*

c) Zeichnen Sie in ihren Diagrammen nun die zu $\vec{J}_{\mathrm{p,n}}$ führenden Vektorsummen $\vec{l}_{\mathrm{p,n}} + \vec{s}_{\mathrm{p,n}}$ ein! *1* Pkt*

d) Leiten Sie aus den Diagrammen eine empirische Regel ab, wie $\vec{s}_{\mathrm{n}}$ und $\vec{s}_{\mathrm{p}}$ im Grundzustand der uu-Kerne orientiert sind! *1* Pkt*

e) Bestimmen Sie mit Hilfe der gefundenen Regel Spin und Parität des Grundzustands von ^{26}Na und ^{28}Na! *4* Pkt*

Gesamtpunktzahl: **17+6* Pkt**