



Übungsblatt VII

Einfache Fragen

Frage 1:

Was versteht man unter dem kollektiven Modell und wodurch unterscheidet sich dieses vom Schalenmodell? Nennen Sie verschiedene Arten von kollektiven Anregungen und deren Eigenschaften?

Frage 2:

Im Valenznukleonenmodell werden die Kopplungen aller Nukleonen außerhalb einer voll besetzten Hauptschale berücksichtigt. Zu welchen Gesamtspins können zwei Protonen koppeln, die sich beide in der $1d_{3/2}$ -Schale befinden? Welche Gesamtspins wären möglich, wenn es sich um ein Proton und ein Neutron handeln würde?

Frage 3:

Wie unterscheiden sich das Schalenmodell und das Nilsson-Modell? Diskutieren Sie die Aufspaltung des $f_{7/2}$ -Niveaus aus dem Schalenmodell in einem deformierten Kern! Welche m -Quantenzahlen liegen in einem oblat bzw. prolat deformierten Kern energetisch am niedrigsten?

Frage 4:

Erklären Sie, was man unter der YRAST-Bande versteht.

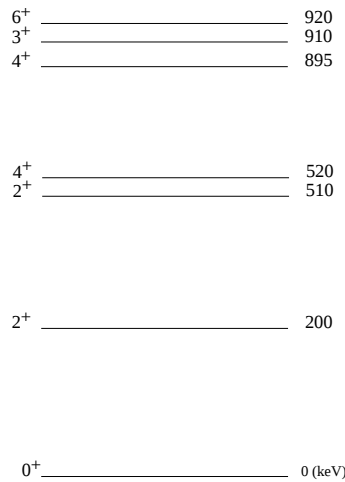
Frage 5:

Was sind Riesenresonanzen und wie kann man sie charakterisieren? In welchem Energiebereich findet man in der Regel die Dipolriesenresonanz (GDR) in Atomkernen? Welche Besonderheit ergibt sich für die GDR bei deformierten Kernen?

Präsenzübungen

Aufgabe I:

In einem Experiment wird das folgende Level-Schema gemessen:



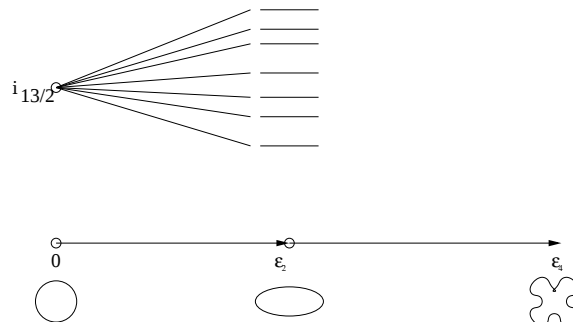
Um welche Art Kern handelt es sich? Geben Sie mindestens zwei Argumente.

Welche weiteren Zustände würden Sie in diesem Energiebereich zusätzlich zu den angegebenen noch erwarten? Geben Sie zu jedem Spin, Parität und ungefähre Energie an.

Was sind die erlaubten E2-Zerfälle des 3^+ Zustandes?

Aufgabe II:

Betrachten Sie einen Kern mit prolater Quadrupoldeformation, und addieren Sie zu dieser eine Hexadekupoldeformation. Wie spaltet der $i_{13/2}$ Orbit unter diesen Deformationen auf, wenn man die Aufspaltung schrittweise durchführt. Für Quadrupoldeformationen gilt



wobei horizontale Linien die Energien der Zustände unter der Deformation ϵ_2 darstellen. Vervollständigen Sie die Skizze für die Hexadekupoldeformation, wobei die Deformation ϵ_4 von dem Ausgangswert ϵ_2 langsam anwächst. Mit anderen Worten, zeichnen Sie ein Nilsson-Diagramm für festes ϵ_2 und variables ϵ_4 . Die skizzierten Formen geben an, wie der Kern unter der angegebenen Deformation aussieht. Welche Reihenfolge der m -Unterzustände würden Sie erwarten, wenn der Kern eine reine Hexadekupoldeformation besäße.

Aufgabe III:

Betrachten Sie einen gg-Atomkern, der sich zu harmonischen Oktupolvibrationen anregen lässt. Berechnen Sie die möglichen Spins und Paritäten des ersten und zweiten angeregten Vibrationszustandes!

Hausübungen (Abgabe am Donnerstag, dem 14.01.2010)

Aufgabe I:

4 Pkt

Welche Quantenzahlen J erwarten Sie für die Drei-Phononen-Zustände ($2^+ \otimes 2^+ \otimes 2^+$)?

Aufgabe II:

4 Pkt

Beim sphärischen Kern ^{142}Nd ($N=82$) findet man sowohl Quadrupol- als auch Oktupol-Schwingungen, die miteinander gekoppelt sein können.

a) Welche Quantenzahlen erwarten Sie für die Zwei-Phononen-Zustände ($2^+ \otimes 3^-$)?

1 Pkt

b) Bei Kernen mit ungerader Nukleonenzahl kann das ungepaarte Nukleon mit den Phononen einer kollektiven Anregung koppeln. Welche Quantenzahlen erwarten Sie demnach für die Zwei-Phononen-Zustände ($2^+ \otimes 3^-$) im Kern ^{143}Nd ? Koppeln Sie dazu das Nukleon in der $f_{7/2}$ -Schale mit den Zwei-Phononen-Zuständen aus Teilaufgabe a).

2 Pkt

c) Welche dieser Zustände im Kern ^{143}Nd können Sie durch $E1$ -Übergänge aus dem Grundzustand anregen?

1 Pkt

Aufgabe III:

8+3*

Pkt

Die Energieniveaus von ^{238}U liegen bei den folgenden Energien E_x : 0.0 keV (0^+), 44.9 keV (2^+), 148.4 keV (4^+), 307.2 keV (6^+), 518.3 keV (8^+), 775.7 keV (10^+), 1076.5 keV (12^+), 1415.3 keV (14^+), 1788.2 keV (16^+), 2190.7 keV (18^+), 2618.7 keV (20^+), 3067.2 keV (22^+), 3534.5 keV (24^+), 4017.3 keV (26^+), 4516.5 keV (28^+), 5034.3 keV (30^+).

a) Handelt es sich um einen Rotatorkern oder um einen Vibratorkern? Begründen Sie Ihre Antwort kurz!

1 Pkt

b) Stellen Sie die Abhängigkeit der Werte für E_x vom Drehimpuls $I(I+1)$ graphisch dar. Welche Abhängigkeit würden Sie erwarten? Warum kommt es zu Abweichungen?

2 Pkt

c) Berechnen Sie die Energiedifferenz $\Delta E_x(I) = E_x(I+2) - E_x(I) = E_\gamma(I)$ zwischen zwei aufeinanderfolgenden Niveaus mit Quantenzahlen I bzw. $I+2$ und die Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Übergangsenergien $\Delta E_\gamma(I) = E_\gamma(I+2) - E_\gamma(I)$. Wie würde demnach in einem Experiment das gemessene Spektrum der Übergangsenergien aussehen? Skizzieren Sie dazu das Spektrum.

2 Pkt

d) Mit welcher Energie muß man (i) ein α -Teilchen bzw. (ii) einen ^{208}Pb -Kern auf ein ^{238}U -Target schießen, um am Kernrand von ^{238}U einen Drehimpuls von $30 \hbar$ zu übertragen?

3 Pkt

e) Berechnen Sie das Trägheitsmoment θ von ^{238}U aus der Lage des ersten angeregten 2^+ -Zustands und aus der Lage des 30^+ -Zustands. Vergleichen Sie (i) mit einer starren Kugel mit Radius $R = R_0 \cdot A^{1/3}$ und $R_0 = 1.2 \text{ fm}$ und (ii) mit einem dünnen Zylinder mit Länge $L = 238 \cdot (2R_0)$ und vernachlässigbar kleinem Radius $R \approx 0$, der in Längsrichtung um den Mittelpunkt rotiert. Wie erklären Sie sich die experimentellen Trägheitsmomente im Uran?

3* Pkt