



Übung 12

(Ausgabe: 29.01.2015 in der Vorlesung)

Übungsaufgaben (unbewertet)

▪ **Aufgabe 1: Revue der Vorlesung**

• **Kapitel 1 und Kapitel 2:**

- a) Welchen Verlauf hat der Formfaktor eines up-Quarks, welchen hat ^{208}Pb ?
- b) Wie können Sie die Ladungsverteilung im Kern messen? Welche Sonden nutzen Sie am besten, um die Massenverteilung zu messen? Warum?
- c) Wie lautet die Weizsäcker'sche Massenformel? Motivieren Sie die einzelnen Terme! Was repräsentieren diese Beiträge?
- d) Bis zu welchem Element können Sie Energie aus Fusion gewinnen? Können Sie dies mit Hilfe der Massenformel verstehen?
- e) Aus welchen Beiträgen setzt sich der Kernspin zusammen? Wie berechnet sich der Betrag des Kernspins?
- f) Nennen Sie die typische Größenordnung für Anregungsenergien im Atom! Wie groß ist der Energieunterschied durch Spin-Bahn-Kopplung im Atom? Vergleichen Sie mit den entsprechenden Größen im Kern!
- g) Das magnetische Moment des Deuterons wurde experimentell zu $0.857 \mu_N$ bestimmt. Vergleichen Sie diesen Wert mit dem von Ihnen berechneten Wert!

• **Kapitel 3:**

- h) Wann sind spontane Zerfälle energetisch möglich? Welche Arten von Zerfällen kennen Sie?
- i) Können Sie grob abschätzen, wann Spontanspaltung energetisch günstig wird? Warum spalten dann nicht alle Kerne oberhalb dieser Masse in kürzester Zeit?
- j) Welche Arten von β -Zerfällen kennen Sie? Wie werden die erlaubten Zerfälle kategorisiert?
- k) Können Sie einen $2^+ \rightarrow 2^+ \gamma$ -Zerfall experimentell beobachten? Welche Multipolaritäten erwarten Sie für den jeweiligen Übergangscharakter?

• **Kapitel 4 und Kapitel 5:**

- l) Wie lauten die magischen Zahlen? Nennen Sie mindestens zwei experimentelle Evidenzen!
- m) Wie wird das effektive Potential im Kern hervorgerufen?
- n) Welche Beiträge benötigen Sie, um die magischen Zahlen innerhalb des Schalenmodells erklären zu können?
- o) Geben Sie die Grundzustandskonfiguration von ^{41}Ca , ^{94}Mo und ^{114}Sn an!
- p) Wie können Sie die Ein-Teilchen-Strukturen experimentell testen? Nennen Sie Beispiele!
- q) Zu welchen Zuständen können jeweils ein Valenznukleon aus der $p_{1/2}$ - und $d_{5/2}$ -Schale miteinander koppeln? Welche Zustände erwarten Sie für die Kopplung zweier Nukleonen aus der $p_{3/2}$ -Schale?
- r) Betrachten Sie die $d_{5/2}$ -Schale! Welche m-Unterstufen sind in prolaten bzw. oblaten Kernen energetisch am günstigsten?

- s) Welche Quantenzahlen werden im Nilsson-Modell genutzt, um die Niveaus zu charakterisieren? Vergleichen Sie mit den Quantenzahlen im sphärischen Fall!
- t) In welcher Massenregion finden Sie typischerweise Rotationskerne? Können Sie Vibrationsanregungen in Rotationskernen beobachten?
- u) Wie lassen sich Rotations- bzw. Vibrationskerne anhand ihrer Spektren experimentell erkennen?

- **Kapitel 6 und Kapitel 7:**

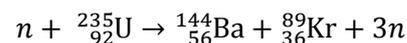
- v) Schätzen Sie die Masse der Pionen aus der typischen Reichweite der starken Wechselwirkung ab! Können Sie den Austausch eines π^+ -Mesons zwischen Proton und Neutron auf Quarkebene verstehen? Gibt es andere Austauschbosonen der starken Wechselwirkung als die Pionen auf dieser Größenskala?
- w) Klassifizieren Sie die Quarks nach Familie, Ladung und Isospin!
- x) Aus wie vielen Quarks bestehen Baryonen und Mesonen? Stellen Sie das $I=0$ Mesonen-Nonett zusammen!
- y) Ist die Farb-Wellenfunktion von Baryonen antisymmetrisch oder symmetrisch?

- **Kapitel 8:**

- z) Welche Arten von Beschleunigern kennen Sie? Nennen Sie Vorteile, Einschränkungen und typische Anwendungsgebiete!

- **Aufgabe 2: Spaltung von ^{235}U**

- a) Erklären Sie, warum die Neutroneninduzierte-Spaltung von ^{235}U energetisch günstiger ist als jene von ^{238}U ! Betrachten Sie hierzu die Weizsäcker'sche Massenformel! Welche Verteilung der Spaltprodukte erwarten Sie?
- b) Berechnen Sie die freiwerdende Energie für folgende Spaltung!



- c) Erklären Sie, wie verhindert wird, dass ein Kernreaktor kritisch wird bzw. regelbar bleibt!