

Prüfungsprotokoll

Experimentalphysik (Diplom)

Prof. Kanngießer

Beisitzer: Name vergessen

Note: 1,7

Vorbereitungszeit: 10 Tage, davon 5 intensiver
(lief parallel zur Diplomarbeit)

Inhalte:

- Rutherford Streuexperiment

(warum Goldfolie und z.B. kein Gas?)

- Kernradius, -masse wie bestimmt?

- Hofstadter: Wie zeigt sich der Einfluss der Protonen und Neutronen im Spektrum?

Sie wollte die kleine Anhebung wissen bevor die Masse abfällt.

- Massenspektrometer. Allgemeines zur Auflösung. De-Broglie-Wellenlänge, absolute und relative Werte

- Was ist das Problem in der Kernphysik? Ich erwähnte das unbekannte Kernpotential und dass man Testpotential benutzen muss, um herauszufinden welches am besten zu den Messergebnissen passt. War richtig!

- zum Schluss durfte ich erzählen, was mir an der Kernphysik am besten gefällt und das waren die ganzen Modelle die entwickelt wurden, um die Kerne zu erklären

Zusammenfassung:

Die Prüfungsatmosphäre ist sehr angenehm. Sie lässt einen erst mal erzählen, damit die Nervosität etwas abfällt. Es war meine letzte Prüfung, da ich mich

umgeleert habe. Das Protokoll ist etwas unvollständig, weil ich zu
lange mit dem Aufschreiben gewartet habe.
Zu Detektoren etc. kamen wir nicht mehr. Das hatte Frau-
Kannigießer auch zur Note gesagt. Wenn sie auf eine 1 prüft,
dann muss man auch wissen welche Detektoren wann, wo und
warum zum Einsatz kommen. Als Theoriker war mir das ein-
 bisschen egal. Deshalb ist es "nur" eine 1,7 geworden.
Sie ist sehr fair und auf jedenfall zu empfehlen.



Prüfungsprotokoll

Fach: **Höhere Experimentalphysik (Kernphysik)**

Studiengang: **Physik**

Prüfer: **Dr. Birgit Kanngießer**

Datum: **04.08.2008**

Prüfungsdauer: **65 Minuten**

Beisitzer: **Lars Lühl**

Note: **1,7**

Kandidaten: **1**

Vorbereitungszeit: 5 Wochen

Literatur: Skript von Peter Zimmermann als Inhaltsverzeichnis, Bergmann-Schäfer Teilchen
2.Kapitel, Mayer Kuckuck (Kerne), Haken-Wolf, Demtröder (Band 4)

Prüfungsfragen:

Äußere Eigenschaften eines Kerns -> Kernradius, Masse, Dichte (Größenordnungen)

Wie misst man Radius -> Streuexperimente (Rutherford erklärt)

Was ist der differentielle Wirkungsquerschnitt?

Was ist das für eine Größe? -> statistisch

Abschätzung des Kernradius über kritischen Winkel, bei dem Abweichung vom
Rutherfordstreuquerschnitt vorliegt.

Was für eine Streuung liegt vor? -> elastische Streuung

Was verändert sich bei inelastischer Streuung? -> Energieübertrag an Target.

Was ändert sich bei Hofstädter Experiment?

-> Wellenmechanische Beschreibung des Streuproblems.

Was wird gemessen? -> Ladungsverteilung.

Wie sehen Ladungsverteilungen (Protonverteilung) aus? Wie sieht Neutronverteilung
aus?

-> Wood-Saxon Form aufmalen. Bei Protonen mit Anstieg beim Rand des Kerns.

Was ergibt sich für den Wirkungsquerschnitt für ein Bild -> Bild mit Beugungsminima

Warum? -> Analogie zur Beugung am Hindernis/Beugung am Einzelspalt.

Welche Energie haben die Elektronen? -> 200 MeV

Warum? -> Damit Wellenlänge im fm-Bereich ist.

Wie berechnet man die Wellenlänge? -> de Broglie: $\lambda = h / p$

Was für ein Beugungsbild bekommt man? -> Fraunhoferbeugung (Bild aufgemalt)

Wie bekommt man aus Streuwirkungsquerschnitt die Ladungsverteilung?

-> Streuwirkungsquerschnitt = Rutherfordquerschnitt mal Formfaktor (Fouriertrafo der
Ladungsverteilung)

Warum Formfaktor?

-> bei Rutherford wurde von Punktladung ausgegangen, hier ausgedehnte
Ladungsverteilung.

-> Vorgehen Potential (Wood-Saxon-Form) raten und anpassen bis ermittelter



Streuquerschnitt über Fouriertrafo der Ladungsverteilung und Rutherfordquerschnitt mit den Messwerten übereinstimmt.

Warum keine „Vorwärtsrechnung“ möglich? (Vergleich mit Atomphysik) -> Hier komplizierter, da kein Zentralpotential und Überlagerung verschiedener Kräfte (Coulomb, starke, schwache WW).

Was ist das besondere der starken und schwachen WW?

-> sehr kurze Reichweite

Übergang zur Weizsäcker-Massenformel:

Erklärung der verschiedenen Terme. Wieso proportional zu V ?

Oberflächenterm: -> weniger Bindungspartner

Coulombterm: -> Protonenabstoßung (Vergleich mit Ladungsverteilung aus Streuexperimenten)

Asymmetrieterm: -> Fermiegaserleitung angesprochen

Paarungsterm: -> Isobarenregel

Woher kommt das Geraffel am Anfang der Bindungsenergiekurve? -> Schalenabschlüsse
Schalenmodell: erst nur harmonischer Oszillator dann Spinbahnterm zur Erklärung der magischen Zahlen.

Magnetische Momente und Spin des Kerns.

Rabi-Experiment zur Messung des gyromagnetischen Verhältnisses (ausführlich erklärt).

was ist die Lamorfrequenz, warum präzidiert Drehimpuls -> Heisenbergsche

Unschärferelation, keine gleichzeitige scharfe Messung von I_z , I_x und I_y .

Wie kann man Kernspins messen? -> Laserspektroskopie der HFS

Welche Größenordnung hat HFS? -> MHz- GHz

Wie noch? -> Kernspinresonanzmethode -> Bestimmung der Lamorfrequenz

Wie kommt man da auf den Spin? -> Differenzmessung der Lamorfrequenzen, dadurch fallen konstante Faktoren raus. (Wusste ich nicht)

Fazit:

Die Atmosphäre in der Prüfung ist sehr angenehm. Ich habe mich etwas zu theoretisch auf die Prüfung vorbereitet. Frau Kanngießer legt viel Wert auf qualitatives Verständnis und weniger auf formale Herleitungen. Man kann sich ein Lieblingsexperiment aussuchen, welches sie dann am Ende der Prüfung abfragt (Bei mir Rabi-Experiment).



Prüfungsprotokoll: Experimentalphysik

Prüfer: Frau Dr. Kanngießer
Beisitzer: ??(habe den Namen vergessen)
Dauer: ca. 70min
Note: 1,0

Datum: 9.3.2007

Literatur:

- Mayer-Kuckuk: Kernphysik
- Bergmann-Schaefer Teilchen
- <http://timms.uni-tuebingen.de> (Vorlesungen online als Stream vorhanden, Physik IV und Experimentalphysik VII sind zu empfehlen)

Themen:

- „äußere“ Eigenschaften von Kernen (Masse, Dichte, Größe, Randschärfe (vgl. Mit Atomhülle))
- Kernradienmessung
 - Rutherford -> Hofstädter (Formfaktor nur mit Leptonenstreuung, Mottstreuung erwähnt)
 - Myonisches Atom (nur erwähnt)
- Wie misst man die Neutronenverteilung, da ja vorherige Beispiele nur die Ladungsverteilung liefern? -> Streuung mit Hadronen wegen schwerer WW (z.B. α -Teilchen)
- Massenspektrometer (hier etwas genauer, mit Skizze und Funktionsweise. Was ist der Hauptanteil der relativ kleinen Fehler? -> Inhomogenitäten an den Rändern der Felder)
- Fermigasmodell (nicht detailliert, Gibt Aufschluss über Asymmetrieenergie)
- Tröpfchenmodell (B/A Graph, Weizsäckerformel)
- Spaltung/Fusion wo möglich?
- Warum keine spontane Fusion/Spaltung? (Bei Fusion wegen Coulombwall, bei Spaltung wegen Oberflächenenergieterm aus Tröpfchenmodell (Potential als Funktion der Deformation aufmalen))
- α -Zerfall (Gamow-Faktor mit Abhängigkeiten)
- Schalenmodell (Wood-Saxon-Potential, Spin-Bahn-Kopplung (Goeppert Mayer, vgl. Atomhülle), Magische Zahlen bis 28 aufmalen können)
 - Grenzen des Modells (Valenznukleonen, uu-Kerne werden schlecht beschrieben)
 - Kollektive Anregungen
 - Deformationen des Kernels -> Quadrupolterme (Energieaufspaltung messbar mit dE/dx)
 - Nielssonmodell (Aufhebung der m-Entartung, ansonsten nichts genaueres)
- Heutige Experimente und Theorien der Kerne (hier wollte sie, glaube ich, die Verbindung zwischen Streuexperimenten und theoretischen Modellentwicklungen wissen)
- Analogie QCD -> π , QED -> γ (Quarks als Grundbaustein der Hadronen mit Gluonen als Austauschteilchen und Pionen als Austauschteilchen der Hadronen im Atomkern (Yukawa Potential), nur erwähnt, Quarks und Leptonen (speziell Elektronen) sind Punkteilchen)
- Neutrinoexperimente (habe alle relevanten Experimente aus dem Mayer-Kuckuk aufgezählt)
- Experiment von Reines und Cowan näher erklären (Reaktionen aufmalen, Warum Zeitdifferenz? -> Abbremszeit der Neutronen; Warum NaJ als γ -Detektor? -> wegen benötigter Detektorgröße (wusste ich nicht))

Beurteilung:

Ich war wirklich sehr nervös und habe viele Fragen falsch verstanden, daher habe ich mich in die meisten der komplizierteren Themen selber „reingeredet“. Trotzdem kann ich die Prüfung nur empfehlen, denn Frau Kanngießer ist eine sehr angenehme und freundliche Prüferin die auch den einen oder anderen Fehler nicht allzu sehr ins Gewicht nimmt.

Prüfer: Dr. Kanngießer
Datum: 19.09.06
Anzahl der Kandidaten: 1

Beisitzer: nett
Note: 1,0
Dauer (pro Person): 60 min

Vorbereitungszeit: ca. 2 Wo (mit Vorkenntnissen + spez. Interesse an Kernphysik)

Bücher: Theo Mayer-Kuckuk „Kernphysik“

Demtröder Bd. 4

Skripte von B. Kanngießer; P. Zimmermann; und

<http://www.ikf.physik.uni-frankfurt.de/IKF-HTML/Elze/kernphysik.pdf>

Fragen:

1. Äußere Eigenschaften von Kernen

Radien: Definition, Experimente zur Bestimmung -> Streuung von geladenen / ungeladenen Teilchen (Rutherford, Hofst.)

Massen, magnetische Momente (phänomenolog.), el. Ladung und Multipolmomente (erwähnt)

-> empirische Befunde -> Modell inkompressibler Kernmaterie

2. Worin liegen die wesentlichen Unterschiede zwischen Atom- und Kernphysik i.S. von Schwierigkeiten von Kernmodellen?

Atom: Zentralpotential, Elektronen "weit weg" -> läßt sich gut mit Schrödinger beschreiben + Störungstheorie für "kleinere" Effekte (FS+HFS usw.)

Kern: 2 WW: Coulomb + Kernkraft; Problem hier: Kernkraft nur phänomenologisches Potential (Yukawa); "saubere" Erklärung aus Rest-WW der Farbladung der Quarks bisher nicht möglich; kurze Reichweite der Kernkraft dennoch Ansatz Zentralfeld

3. Fermigasmodell -> grundlegende Idee + Notwendigkeit 2 getrennte Potentialtöpfe für n und p

4. Drehimpulse + magnet. Momente von Kernen; was ist das + wie misst man das
Modellvorstellung gg. g_u/g_d , uu Experiment: Rabi Anwendung -> MRI

5. β Übergänge: Prinzipielle Reaktionsgleichung + Bethe-Weizsäcker -> Massenparabeln -> 1 (beta) stabiles Isobar für A gerade bis zu 3 bei A ungerade -> eingezeichnet wo die liegen + mögliche doppelte β Zerfälle -> aktuelle Frage: neutrinolos möglich?

6. Neutrinos: Was ist das wozu braucht man die (beim β Zerfall)?

Problem Energie + Impulserhaltung + Spin -> Erklärung ex. ungeladenes Fermion

7. Nachweis?

Direkt: Ar->Cl Rückstoß messen (Mit Skizze + ausführlicher Erklärung)

Indirekt: induzierter Protonzerfall, e⁺e⁻-Annihilation; Koinzidenz verzögert Cd-Neutronnachweis

8. Was misst man jeweils Neutrino/Antineutrino; Wo bekommt man sie her Sonne/Kernreaktor warum? -> Neutronenüberschuß der Spaltprodukte

9. Besonderheit beim β Zerfall?

Paritätsverletzung -> postuliert von Lee+Yang -> Exp. von Wu erklärt; experimentelle Probleme: notwendige Ausrichtung der K.Spins; Magnetfeld + tiefe Temperatur -> adiabatische Entmagnetisierung im He-Kryostat

10. Übergangsraten aus Fermis goldener Regel ("grobe" Herleitung)

11. Fermi- und GT-Übergänge

12. Womit muß man den Zerfall des freien Neutrons beschreiben? -> Fermi und GT

Beurteilung der Prüfung und der Prüfer:

Die Prüfungsatmosphäre ist sehr angenehm. Im wesentlichen werden dieselben Themen wie in der Prüfung bei P. Zimmermann behandelt.

