

Fach: Experimentelle Physik		
PrüferIn: Wolf		
☒ BP ☐ NP ☐ SF ☐ EF ☐ NF ☐ LA	Datum: 27. Juli 2020	Fachsemester: 6
Welche Vorlesungen wurden geprüft? Ex 4,5,6		
Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? keine		

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: Keine Absprache
Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: Keine Absprache
Verwendete Literatur/Skripte: Ex 4: Drexlin SS19 Ex 5: Wernsdorfer WS19/20 und Kittel Ex 6: Husemann/Valerius SS20 und Povh
Dauer der Vorbereitung: 5
Art der Vorbereitung: je eine Woche ein Semester wiederholt und dann mit Prüfungsprotokollen zwei Wochen gelernt und wiederholt, alleine gelernt
Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Da es nur wenige Protokolle von Dr. Wolf gibt, habe ich viele von Husemann gelesen, da er auch viel Teilchenphysik gemacht hat und mir das am schwersten fiel. Teilchenphysik braucht viel Zeit bis der Durchblick kommt, einfach immer wieder anschauen.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Sehr angenehm, Dr. Wolf hat Fragen vorbereitet und führt dann ein Gespräch, man muss nicht Monologe halten. Eine Beeinflussung ist kaum möglich. Durch viele Zwischenfragen merkt man, was er hören will und geht nicht verloren. Er will viele "Bilder" sehen, es lohnt sich die also zu merken.
Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Er gibt dir helfende Informationen und formuliert dann seine Frage etwas um, damit ist dann auch schon oft ein Gedanke gekommen. Ansonsten nach mehreren Zusatzinfos erklärt er es kurz und macht mit dem nächsten Thema weiter.
Kommentar zur Prüfung: Super fair und gute Atmosphäre
Kommentar zur Benotung: 1,0 nice
Die Schwierigkeit der Prüfung: Überblick, Zusammenhänge auch selber finden

Die Fragen

Wolf (W), Studi(S)

W: Wir machen ne Stunde Prüfung, ich hab Fragen vorbereitet, da ich die Prüfung nicht so oft mache, zu Beginn jetzt erstmal was erklären was ich nicht gut verstehe: Elektronen in Metallen!

S: Metall hat viele Elektronen, Ionenrümpfe im Gitter, dazwischen Elektronen, Drude- Modell als freies Fermionengas

W: Was heißt Fermionen?

S: Spin 1/2 - Teilchen, Fermi-Dirac-Stat. wegen Pauli-Prinzip in unterschiedlichen Energiezuständen bis Fermienergie. Fermikugel

W: Kugel über was (Achsenbeschriftung)?

- S: k , Wellenzahl, im reziproken Raum.
- W: Was ist das? wie kann Elektrom eine Wellenzahl zugeordnet werden.
- S: Elektron als Welle, Dispersionsrelation proportional zu k^2
- W: Wann ebene Welle?
- S: (ist total verwirrt, nach mehreren schlechten Ideen dann das Richtige) da ungebunden.
- W: Und die Elektronen im Metall?
- S: sind das nicht, da ja da noch Ionenrümpfe sind. malt Dispersionsrelation für Elektronen in Metall.
- W: Wo ist das Parabelförmig? Was heißt das?
- S: (rafft langsam auch) ja in der Nähe des Ursprungs, also dort ziemlich wenig Kopplung zu Ionen.
- Erklärt noch kurz Auchsnbeschriftung und Brillouin-Zone.
- W: Wo hat das Elektron also jetzt Zustände?
- S: Unterhalb der Linie, dann noch in den nächsten Brillouinonen, verringertes Brillouinonenmodell und Bändermodell erwähnt.
- W: Was heißt nun also Fermienegie,
- S: Wie gesagt, größter Energierzustand der im Gundzustand bei $T=0K$ besetzt ist.
- W: Wie groß sind die denn so?
- S: Metalle Größenordnung bei wenigen eV und Fermitemperatur bei $10^4 K$
- W: Warum verbrenne ich mich dann nicht an meinem Fahrradlenker wenn die so ne hohe Fermitemp. haben?
- S: (lacht, spätestens ab hier auch recht entspannt und nicht mehr so aufgeregt) Na ist ja ne Vergleiches nicht die Temperatur des Metalls, hilft das Verhalten von Metalle bei verschiedenen Temperaturen einzus.
- W: Genau, also was passiert wenn ich den Lenker auf 1000K erhitze?
- S: nicht so viel
- W: Ja und wenn es 7000K sind?
- S: immer noch nicht?
- W: doch jetzt schon, also denken sie mal an ein Hufeisen.
- S: Achso ja klar also das Metall hat natürlich ne Schwarzkörperstahlung.
- W: was noch? denken Sie an Wolfram eng gewickelt.
- S: Ja stimmt, es können natürlich noch Elektronen austreten aus dem Metall, passiert auch bei 7000K ganz ordentlich
- W: Wie viele Elektronen sind das dann?
- S: schon einige, aber nur Elektronen die Zustände "weit oben" nah an Fermie Energie haben könn ausgelös werden, also nur ein total kleiner Anteil der Gesamtelektronenzahl.
- W: So ok genug Zeit für Festkörperphysik, sonst wird mir langweilig. Wir machen einen Themenwechsel, bzw. bleiben bei Klühkathoden, erzählen sie was über den Photoeffekt.
- S: Erklärt Versuchsaufbau, Versuchgrößen
- W: Was passiert wenn die Intensität der Lampe erhöht wird?
- S: Na mehr Elektronen werden rausgeschlagen, der Strom steigt also.
- W: Was wenn Frequenz höher wird?
- S: E_{kin} der Elektronen nimmt zu, größerere Gegenspannung möglich, dann erklärt wie dadurch h und die Austrittsarbeit berechnet wird.
- W: Schön und wenn die Intensität immer noch weiter erhöht wird, wirklich paar Größenordnungen, steigt der Strom immer weiter?
- S: Denke nicht
- W: Warum?
- S: (hat keine Ahnung und dumme Ideen)
- W: Überlegen sie mal, dann sind da viele freie Elektronen und Photonen, was könnte da passieren?
- S: Hm ja jetzt wo sie es so sagen, Comptonstreuung! Funktioniert auch gut in diesen Enegiebereichen.
- W: Ja genau, und deshalb divergiert der Strom nicht. Schön jetzt mal wirklich zur Glühkathode.
- S: Hertzversuch, gemalt und erklärt, mit Strom-Spannungverlauf, Leuchtstreifen
- W: Warum Leuchtet?
- S: Fehlstelle durch Hüllenelektron aufgefüllt, Photon mit spezifischer Energie entsteht.
- W: Was kann noch passieren mit Elektronen, dass es leuchtet, so z.B Elektrom und Heliumkern. Malen sie mal.
- S: Bremsstrahlung durch impuls und Energiedifferenz, findet sowohl bei mittleren Energien als auch bei hohen E statt, wie bsp. Synchrotronstrahlung.
- W: Malen sie mal einen Synchrotronbeschleuniger.
- S: Malt einen kreis.
- W: Reicht schon, wo ist dann jetzt die Synchrotronstrahlung.
- S: tangential an Kreis striche
- W: Warum in die Richtung?
- S: Hm ist ja Dipolstahlung.
- W: Ja aber genau da ist ja da Problem, das müsste in die andere Richtung gehen
- S: Ja durch die hohe Geschwindigkeit wird die Richtung verändert und in Boostichtung verstärkt.
- W: genau dann was für Atommodelle gibte es denn?

S: Thomson-Modell also Rosinenkuchen, und Bohrsmodell kleiner fester Kern und Elektronen auf Kreisbahnen, Bohrsche Postulate

W: de Broglie Wellenlänge?

S: Wellenlänge die dem Elektron abhängig von seiner Geschwindigkeit zugeordnet wird.

W: Wie kommt man dann jetzt auf die Bohrschen Bahnen?

S: Vielfaches der Wellenlänge, damit es konstruktiv mit sich selber interferieren kann.

W: In vielen Büchern steht, dass dadurch das Energieschema erklärt werden kann, wie finden Sie das?

S: Schon sehr seltsam, da Elektronen nicht einfach kreisen können ohne Strahlung

W: Ja ist wirklich ein komisches und schlechtes Modell, wie geht es denn richtig?

S: QM! Also die Schrödingergleichung für ein radialsym. Pot. lösen. Lösungen sind Energiezustände mit radial und Winkelabhängigen Lösungsteilen, Legendrepolynome, Kugelflächenfunktion, liefern Quantenzahlen, die die Lösungen sortieren.

W: Welche und wie heißen die?

S: n, l, m kurz erklärt

W: Welche Zustände werden jetzt von den Elektronen eingenommen?

S: Nach Pauliprinzip nur zwei pro Zustand, da neben der Energie das Elektron nur noch durch sein Spin beschrieben, also zwei unterschiedliche Zustände

W: Machen wir das mal für Kohlenstoff, welche Hauptgruppe?

S: 12, nein 6, malt Besetzung hin, nach Hundscher Regel muss Spin minimiert sein also $m=0$ auch noch bei $l=1$.

W: Ja genau, Herr Hund war auch ein tolle Physiker hat sich viel mit der Geschichte der Physik beschäftigt. Wie sieht es mit Sauerstoff aus?

S: Hauptgruppe 7? (Kopfschütteln) 8? (Nicken) na dann zwei Elektronen mehr.

W: Warum ist CO_2 so stabil?

S: Doppelbindung (kovalent) Schalen sollen voll werden. Oktettregel

W: ja so in der Chemie in der Physik kann man auch so sehen: C gibt je zwei Elektronen an die Sauerstoff ab und ist dann auch glücklich weil seine $n=1$ Schale abgeschlossen ist. wie groß sind die Atome so?

S: so 10^{-10} m

W: ja genau und der Atomkern?

S: nochmal deutlich kleiner so 10^{-15}

W: ja passt ungefähr, wer hat das entdeckt?

S: Rutherford, Experiment erklärt

W: Wirkungsquerschnittsabhängigkeit von Winkel?

S: $1/\sin^4(\theta/2)$

W: ja genau, jetzt mal noch andere Streuungen, Elektron Elektron Streuung. Wissen Sie was ein Feynman-Diagramm ist?

S: Malt das (leider falsch)

W: fragt nach ob das stimmt

S: Malt eins mit Propagator

W: ja das funktioniert, ist das ein t- oder s-Kanal Diagramm.

S: (rät) t- Kanal

W: geraten?

S: leider ja

W: wie sähe das s- Kanal diagramm aus,

S: (erinnert sich langsam wieder) malt es auf

W: Funktioniert das ?

S: Ne das geht nicht von den Ladungen her

W: Richtig, sonst würden sich zwei Elektronen vernichten. Was muss geändert werden damit es geht?

S: macht aus Elektron Positron

W: Genau, jetzt geht es wieder. Okay zeigen Sie auf Propagator.

S: Zeigt auf Propagator

W: zu was ist der Proportional?

S: $1/Q^2$,

W: ja und das ist cool, weil das ist ja proportional zu $\sin^2(\theta)$. Wie kommen Sie nun auf den Wirkungsquerschnitt?

S: Betragsquadrat.

W: Genau und schon haben wir die Proportionalität des Rutherfordwirkungsquerschnitts. Schön dann jetzt noch bisschen Teilchenphysik. Was gibt es da im Standardmodell.

S: erklärt fundamentale Teilchen, Leptonen, Quarks, Eichbosonen Higgsboson

W: Sie sagen fundamental sind Sie sich da sicher?

S: Ja stand jetzt fundamental, Vlt lässt sich das aber mit höheren Energien in Beschleunigern ändern

W: Gibt da bestimmt einiges was da noch gefunden wird. Bis auf welche Größe ist das Elektron denn Punkt?

S: Definitiv nochmal einige Größenordnungen, genau weiß ich es nicht

W: 10^{-19} , warum kann es nicht ein Punktteilchen sein. Argumentieren Sie klassisch!

S: da es keine Ladungsdivergenz geben darf, wäre ja eine Singularität.

W: Richtig. Wie macht man das in der QM?

S: Hm

W: Ich sage schnell, es gibt keine Lösungen für r gegen 0, das Argument kommt von Werner..

S: Heißenberg, ja damit ist man dann fein raus.

W: Ja, zurück zu den Teilchen, was sind hier Fermionen und Bosonen und wodurch werden sie unterschieden

S: die Bosonen sind Austauschteilchen

W: für welche Kräfte

S: erklärt die Zuordnung grob

W: okay bei der elektroschwachen Vereinheitlichung, hat man dann zwei neutrale Austauschteilchen, wie unterscheiden sie sich und warum braucht man beide.

S: (stammelt erst mal rum, kommt dann aber drauf) Z-Boson hat Masse, Photon koppelt nur an geladene Teilchen, Z auch an den schwachen Isospin, also Neutrinos.

W: Richtig, die brauchen wir für Neutrino-Neutrino WW. Okay Zeit ist durch, will der Protokollant noch eine böse Frage stellen

Protokollant: Uh darauf bin ich nicht vorbereitet. habe keine Frage.

W: Sie hätten nach dem Pionen-Zerfall fragen können, dafür hatt ich jetzt keine Zeit mehr.

S: (hat das noch extra gelernt und will loswerden) Pionen zerfallen nur in Myonen und nicht in Elektronen gegen Erwartung. Elektronen und Antineutrino müssen aus Kinematik gleiche Helizität haben, also ist der Zerfall unterdrückt, da das Myon schwerer ist wird durch den Boostfaktor mehr Linksdrehung (Chiralität) in die Rechtsdrehung (Helizität) reingemischt.

W: Schön! Ja dann sind wir fertig und sie dürfen kurz raus gehen.