

Fach: Experimentelle Physik

PrüferIn: Klute

BP NP SF EF NF LA Datum: 12. September 2023 Fachsemester: 6

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Ex 4,5,6

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Ex6

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: Davor einmal mit ihm getroffen, um zu fragen, wie die Prüfung bei ihm läuft, weil Stand damals noch keiner bei ihm war. Er meinte dazu nur, dass er die Eckpfeiler der modernen Experimentalphysik besprechen will. Also es kommt aus allen Bereichen was dran, grob 15 min Festkörperphysik, 15 min Atom- und 30 min Teilchenphysik. ABER: Man kann sich ein Einstiegsthema aussuchen und einen Bereich gut selber abdecken ;)

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: Er meinte, dass der Griffiths ganz gut sei, also nicht in Bezug auf die Prüfung sondern generell. Ist wirklich gut/witzig geschrieben, kann man sich mal für Zwischendurch gut geben!

Verwendete Literatur/Skripte: Ex4: Folien Hunger + Demtröder (aber da hab ich nur nochmal drüber geschaut)

Ex5: Hunklinger + Groß-Marx

Ex6: Folien Klute/Drexlin + Skript Husemann + POVH + Griffiths

Dauer der Vorbereitung: schon knapp 3 Monate, aber ich wollte es auch, hab jetzt auch wirklich ein Verständnis aufbauen können.

Art der Vorbereitung: Erstmal einlesen und alles verstehen, dann Lernen über Anki-Karten und in den letzten 2/3 Wochen gegenseitig abfragen. Es ist wichtig, dass ihr die Themen wirklich verstanden habt und sie gut erklären könnt. Ihr müsst über Worte klar machen, dass ihrs drauf habt. Das lernt man nur durchs Drüber-Sprechen!

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: siehe eins obendrüber. Sprecht über die Themen und versteht sie auch wirklich!

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Sau entspannte Atmosphäre. Man setzt sich und hat ein Gespräch über die Physik. Er will keine Formeln oder ähnliches, aber er erwartet ein grundlegendes Verständnis und es kann auch ruhig mal gelacht werden.

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Er ist überhaupt nicht böse. Meistens stellt er bewusst offene Fragen und freut sich dann was ihr daraus macht/über die Richtung, die ihr dann einschlagt. Ansonsten hakt er noch mal nach und macht dann durch mehr Tipps klar worauf er hinaus möchte.

Kommentar zur Prüfung: Schöne Sache, echt empfehlenswert. Einfach ein super Typ, weil jeder weiß, dass er krass ist, aber dennoch absolut bodenständig. Much Love!

Kommentar zur Benotung: Lief sehr gut, denke er wird immer wohlwollend an die Sache ran gehen und ist wirklich fair!

Die Schwierigkeit der Prüfung: Es gab keine wirklichen, wir haben uns gut unterhalten. Vielleicht wie die Kaskade im ECAL abbricht, er war aber zufrieden, als ich erklärte, dass die Energie immer weiter abnimmt, bis sie pro Teilchen so gering ist, dass keine Paarbildungseffekte u.a. mehr eintreten kann.

Die Fragen

S=Student, K=Klute -- Alles nurnoch aus dem Gedächtnis. Sätze sinngemäß. Rechtschreibfehler bitte entschuldigen kann kein Deutsch und erst recht nicht tippen.

Es ging so los, dass man sich in seinem Büro gemeinsam an einen Tisch setzt und er dich fragt, ob man sich ein Einstiegsthema überlegt hat:

S: Ja, ich dachte mir, dass ich mit einem Thema aus der Festkörperphysik beginne, das man gut mit der Teilchenphysik verbinden kann: Der Halbleiter, konkret der PN-Übergang. Habe dann, ohne große Zwischenfragen meinen davor überlegten Vortrag erzählen dürfen: Halbleiter im Bändermodell erklärt, dann jeweils auf die P und N Dotierung eingegangen und dann erklärt, was passiert, wenn man die beiden Bereiche in Kontakt bringt. Ich kann dazu nur wärmstens den Abschnitt im Groß-Marx empfehlen. Hab dazu immer auch die entsprechenden Bilder skizziert.

K: Alles klar, sehr schön und was passiert jetzt wenn man an den HL eine Spannung anlegt?

S: Dann kann man die Diffusionsspannung wahlweise vergrößern oder verkleinern und damit effektiv die Raumladungszone vergrößern oder verkleinern. Man spricht dann von der sogenannten Sperr- oder Durchlassrichtung.

K: Wie kann man diese HL jetzt in der Teilchenphysik anwenden? Bzw was passiert wenn jetzt durch einen Solchen HL ein Myon fliegt?

S: Man spricht dann von einem Sogenannten Halbleiter-Detektor, der gerade die vergrößerte Raumladungszone in Sperrrichtung nutzt, denn bei Teilchendurchgang kommt es zur Erzeugung von Elektron-Loch-Paaren, die im E-Feld getrennt werden und dann zu einem messbaren Signal führen.

K: Und wie heißt ein solcher Prozess?

S: Ionisation

K: Wunderbar, und wenn wir uns jetzt ein Elektron anschauen, was durch meinen HL durch gegangen ist, dann tritt es dannach ja in einen Kristall (Kontext: ich hatte schon kurz vom CMS gesprochen), was passiert da?

S: Ja, das ist dann ein sogenanntes ECAL, was dazu da ist die Teilchenenergie zu messen. In ihm wird ein elektromagnetischer Schauer ausgelöst und die Teilchen vollständig gestoppt, sodass man aus den einzelnen Energien auf die Energie des einfallenden Teilchen schließen kann. Da werden Szintillatoren verwendet, die bei Anregung durch Teilchendurchgang Licht emittieren, welches dann über PMTs ausgewertet werden kann.

K: Ja genau, und was passiert jetzt, also welche Wechselwirkungen treten da auf?

S: -An dieser Stelle haben wir ein bisschen Hin-und Her geredet, letztlich habe ich alle Effekte: Bremsstrahlung und Ionisationsverluste sowie die Entstehung von elektromagnetischen Schauern und die WW von Strahlung: Photo, Compton und Paarbildung kurz erklärt, bis zu dem Schluss, dass die Teilchenzahl immer weiter steigt, bis die Energie nur noch so gering ist, dass keine Paarbildung mehr eintreten kann, also 1,02 MeV.

K: Wie kann ich den Impuls des Teilchens bestimmen?

S: Im CMS liegt ein starkes Magnetfeld an, dadurch werden geladene Teilchen auf eine Kreisbahn gezwungen, aus der kann man dann den Impuls/Impuls-Ladungs-Verhältnis bestimmen. Hier sollte ich auch die Formel Zentripetalkraft = Lorentzkraft hinschreiben und nach p umformen, ansonsten möchte er eigentlich keine Formel wissen, aber das Verständnis, was die Formel kann, und weshalb sie so aussieht, wie sie aussieht.

K: Alles klar, jetzt haben wir die WW von Strahlung und Teilchen mit Materie besprochen, jetzt würde ich gerne noch einmal in Richtung Atomphysik gehen. Was ist denn das einfachste Atom, was wir kennen und wie stellen wir uns das vor?

S: Das Wasserstoffatom, und die Vortsetzung ist gar nicht so einfach, denn es gibt dazu verschiedene Atommodelle. Ich stelle es mir immernoch gerne im Bohrschen Atommodell vor, obwohl das ja gewissermaßen falsch ist.

K: Ja, sehr schön, dann erklär doch mal was am Bohrschen Atommodell nicht passt, und wie wir das Wasserstoffatom aktuell vorstellen.

S: Bohrsches Atommodell erklärt und auch das H-Atom mal hingemalt [Apropos, habe immer mal wieder was hingemalt, z.B. wie so ein Schauer aussieht, oder den Verlauf des Energieverlusts], erklärt das geladene Teilchen bei beschleunigten Bewegungen Strahlung emittieren sollte und bin dann noch auf das Orbitalmodell eingegangen, mit Wellenfunktion und Aufenthaltswahrscheinlichkeit...

Sind dann irgendwie zum Photoeffekt gekommen, habe den dann erklärt und es war ihm wichtig, zu betonen, dass die Energie der Photonen nur von der Frequenz abhängt. Dann sollte ich in Worten noch was zum Franck-Hertz-Versuch sagen und abschließend noch kurz die verschiedenen Fälle beim Doppelspaltversuch durchgehen.

also was passiert, bei nur einem Elektron im Aufbau, was passiert wenn der Teilchendurchgang an einem Spalt gemessen wird. Da ging es ihm viel um Welle-Teilchen dualismus und wie sich das bei Photonen und Elektronen äußert. Kann das genaue Gespräch aber nicht mehr rekonstruieren.

K: Kommen wir zum Strandartmodell, wie sieht das aus?

S: Hingemalt und gesagt, dass ich mir nicht sicher bin über die Anzahl an Teilchen, bzw die Zählweise.

K: Ja, dann schauen wir uns das doch mal genauer an.

S: Hab dann zu den Fermionen und Bosonen jeweils was sagen dürfen und erklärt, dass man im SM immer nur ein Gluon hinmalt, aber es in wirklichkeit ja 8 stk gibt...dann sollte ich noch alle Ladungen der Teilchen benennen. Sind dann beim Neutrino stecken geblieben.

K: Was für eine Ladung haben denn die Neutrinos?

S: Neutrinos sind el. ungeladen, tragen keine Farbladung, aber eine Masse.

K: Aha, und woher weiß man dass sie eine Masse tragen?

S: Neutrino-Oszillationen erklärt und aufgezeichnet, dann haben wir noch über das solare Neutrinoproblem gesprochen. Dadurch kann man aber nur ein Massenverhältnis angeben und noch keine konkrete Masse. Hat ihm soweit alles gefallen und dann sind wir nochmal darauf zurückgekommen, dass alle Fermionen noch schwache Ladung tragen, konkret schwachen Isospin für die W-Bosonen und die Zs koppeln an eine Mischung von Schwachen Isospin und elektrischer Ladung, obwohl man eigentlich in Bezug auf die Elektroschwache Vereinheitlichung noch die schwache Hyperladung hat, aber auf die ES-Vereinheitlichung ist er nicht weiter eingegangen.

K: Wie stellen wir uns denn aktuell ein Proton vor?

S: "Boahh" [Student macht komisches Geräusch, da die Frage so viel mit sich bringt, und alle lachen - ja, man darf bei ihm lachen] das ist eine komplizierte Frage, hab dann kurz Streuexperimente dazu abgerissen und bin dann bei der modernen Vorstellung vom Proton mit Valenz und Seequarks, sowie Gluonen gendert und gesagt, dass die Valenzquarks im Mittel nur die Hälfte des Impulses tragen.

K: Ein Proton hat je eine Masse von rund 1MeV, wie erhält es diese denn?

S: Wollte dann loslegen mit Higgs-Mechanismus, aber er wollte "nur" darauf hinaus, dass die Massen der Valenzquarks bei weitem nicht reicht, sondern, dass es in diesem Fall die Bindungsenergie ist, die für die Massen verantwortlich ist. Es sind die Gluonen und dieses Zusammenspiel der WW, was hier für die Masse verantwortlich ist. Haben uns dann noch über die Verschiedenen Größenordnungen in der Teilchenphysik unterhalten, also dass zwischen Neutrino und Top-Quark etwa 10^{11} Einheiten liegen.

K: Kann ein Proton denn zerfallen?

S: Bis jetzt nicht. Also im SM ist die Baryonenzahl erhalten, und das Proton ist ja das leichteste Baryon, also sollte es stabil sein. Aber zu Zeit wird daran geforscht, ob sie nicht doch zerfallen könnten. Habe dann dazu das Feynman-Diagramm hingemalt.

K: Sehr schön! Und wie zerfällt ein Neutron?

S: Beta-Minus zerfall, Feynman-Diagramm hingemalt, und kurz über Ladungserhaltung an jedem Vertize was gesagt, sodass es sich eindeutig um W- Bosen handelt.

K: Sehr schön, dann jetzt noch meine letzte Frage: Wie sieht denn das Zerfallsspektrum für das Elektron, beim Beta-Minus-Zerfall aus?

S: Hingemalt und gesagt, dass es ein Dreikörperzerfall ist, sodass ein kontinuierliches Spektrum entsteht.

K: Was wäre wenn das Neutrino jetzt Masselos wäre?

S: -Da hätte es mich jetzt noch fast auf die Schnautze gelegt, aber hab dann gesagt, dass sich nichts ändern würde, da das Neutrino immernoch Impuls aufnehmen könnte, dann noch zu KATRIN angesetzt und gesagt, dass da das Enspektrum untersucht wird. Und das wars dann aber auch, durfte kurz vor die Tür und dann nochmal rein und mir wurde die Note verkündet. Konnte mich dannach noch kurz mit ihm unterhalten, was er im Master empfiehlt...

Also unterm Strich einfach ein toller Prüfer und Mensch, weil er so menschlich und bodenständig ist, obwohl er zu den besten Physikern zählt. Die Prüfung entwickelt sich bei ihm immer individuell, heißt es ist ein Gespräch MIT ihm, ohne, dass er sich davor Gedanken zu gewissen Gebieten macht, die er dann unbedingt hören will. Bereitet euch gut vor, dann verfliegt die Zeit in der Prüfung, als wären es nur 10 min gewesen. Absolute Empfehlung!