

Fach: Experimentelle Physik

PrüferIn: Wolf

BP NP SF EF NF LA

Datum: 05. April 2024

Fachsemester: 5

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Ex 4 & 5

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? keine

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: keine

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: keine

Verwendete Literatur/Skripte: Vorlesungsmitschriebe:

Ex 4 - Wulfhüchel

Ex 5 - Ustinov (KM) und Klute (TP)

Internet, Gerthsen Physik, ehemalige Vorlesungen von Wolf

Dauer der Vorbereitung: 1 Monat mehr oder weniger produktiv; Ex 4 Zusammenfassung bereits nach 4. Semester

Art der Vorbereitung: zunächst alleine zusammengefasst, dann gemeinsame Abfrage (ca. 1x jedes Protokoll)

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Insbesondere seine Standardthemen gut lernen. Das gibt Sicherheit in der Prüfung und gibt einfache Pluspunkte. Auch wenn in der VL nicht tief behandelt die Theorie hinter Feynman-Diagrammen verstehen. Altprotokolle helfen immens.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Angenehmes Gespräch mit dem Prüfer. Wechselt gerne auch schnell das Thema wenn er merkt, dass es gut sitzt. Wenn er sich auch nicht leicht in eine Richtung leiten lässt, kann durch dezentes Hinweissetzen sich ein späteres Thema "gewünscht" werden.

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Versucht die Frage neu zu stellen und hilft gerne aus. Allgemein versucht er, dass keine Unklarheit besteht und weißt auch daraufhin welches Thema man sich nochmals anschauen sollte generell. Wenn man eine Denkpause will: Direkt ansprechen und Gedankengang erläutern. Auch falsche Antworten werden dann wohlwollend angenommen.

Kommentar zur Prüfung: Sehr angenehme Atmosphäre, Benotung.

Kommentar zur Benotung: Sehr fair: 1,0 trotz Unsicherheiten und Denkpausen

Die Schwierigkeit der Prüfung: Die Vorlesungsfolien reichen nicht aus: Weitere Themen aus P1-P3, Übergang zur Chemie

Die Fragen

Wolf (W), Ich (I)

Alle Antworten sind gekürzt. Meist ausführlicher gesprochen aber Stichworte sollten zum Verständnis ausreichen.

W: Was sind die grundlegenden Dinge, welche die moderne von der klassischen Physik abgrenzen

- I: Welle-Teilchen-Dualismus, diskrete Energien, probabilistische Betrachtung des Aufenthalts
W: Wo zeigt sich dies denn?
I: Franck-Hertz, Photoeffekt, Doppelspalt
W: Dann erkläre doch mal den Doppelspalt-Versuch.
I: Skizze gezeichnet mit einfallendem Licht, Gangunterschied, Interferenzbedingung
W: Und warum kommt es zur Interferenz beim Einzelspalt?
I: Skizze und Erklärung mit Interferenzbedingung
W: Wie sieht der Intensitätsverlauf auf dem Schirm aus?
I: $\sin x/x \dots$
W: Aber wie hängt das jetzt mit unserer Spaltbreite zusammen? Die haben wir ja nirgends verwendet.
I: Naja Definition von x : Kleinwinkelnäherung, Verhältnis der Wellenlänge usw
W: Genau. Wie können wir den funktionalen Zusammenhang herleiten
I: (Erinnere mich noch grob an Ex vor vielen Jahren) Fouriertransformation?
W: Richtig. Aber welche Funktion wird transformiert?
I: Die Spaltfunktion. Rechtecksfunktion skizziert. Beginne zu überlegen und äußere meine Zweifel. In meinem Kopf passt das einfach nicht, dass da $\sin x/x$ rauskommen soll.
W: Lässt mich 10s weiter überlegen. Sie haben tatsächlich recht mit der Funktion. Das können Sie ja gerne sich heute Abend nochmals anschauen in Ruhe. Wir hatten ja vorhin einen Doppelspalt behandelt. Wie sieht das Interferenzbild in der Praxis aus?
I: Naja. Überlagerung von Einzelspalt und Doppelspalt mit $\sin x/x$ als Einhüllende.
W: Und wie verhalten sich die Minima zueinander.
I: Verhältnis zwischen Spaltbreite und -abstand.
W: Richtig. Wie hat dieses ganze Verhalten nun zur Begründung der modernen Physik beigetragen? Das ganze können wir ja durch eine Welleninterpretation des Lichts erklären.
I: Durch den Photoeffekt wussten wir, dass Licht irgendwie quantisiert sein muss.
W: Denken Sie einfacher.
I: ...
W: Müssen wir Licht verwenden?
I: Nein natürlich nicht. Elektronen bis Fullerene. All das sind klassische Teilchen aber Wellencharaktere im Bereich der de-Broglie-Wellenlänge und somit Widerspruch
W: Richtig. Sie haben den Photoeffekt erwähnt erklären Sie diesen.
I: (Nichts neues: Skizze, beide Kennlinien, unterschiedliche Intensitäten in I-U-Diagramm, warum Begrenzung des maximalen Stroms bei umgekehrter Polung -> Raumladungsgesetz)
W: Sie haben als Achsenbeschriftung bei der Energie eV genannt. Wie ist die Umrechnung in Joule?
I: Elementarladung.
W: Und als Zahlenwert?
I: $1,6e-19$
W: Richtig. Und weil Coulomb = $A \cdot s$ und das Volt ist usw, geht das alles auf. Wenn man die Größe als Physiker kennt ist man schonmal gut aufgestellt. Dann sollte man nur noch die Avogadro-Konstante wissen
I: $6e23$
W: Richtig. Dann gehen wir doch über zum Franck-Hertz-Versuch. Was haben wir da beobachtet?
I: (Auch bereits bekannt: Quantisierung der Energieniveaus usw. Skizze vom Aufbau, Beobachtungen, Erklärung usw)
W: Alle kennen immer die Energie von 4.9 eV. Wahrscheinlich wissen sie auch den Übergang?
I: $6S \rightarrow 6P$
W: Ja. Aber warum gibt es denn keine anderen Übergänge?
I: Elektronenenergie herabgesetzt nach Stoß; freie Weglänge zu gering für mehr Energie
W: Wie könnten wir trotzdem die höheren Anregungen erzielen?
I: Mehr Spannung
W: Und wie sonst?
I: Weniger Teilchenzahl durch weniger Temperatur
W: Wovon hängt die mittlere freie Weglänge noch ab? Teilchenzahl hatten wir bereits.
I: Wirkungsquerschnitt
W: Was bedeutet dieser?
I: Erklärung über Querschnittsfläche mit etwas Hilfe
W: Und was sind die Einheiten des Wirkungsquerschnitts?
I: (Stehe komplett auf dem Schlauch) Ich kann es mir herleiten weil multipliziert mit Luminosität kommen die Ereignisse pro Sekunde raus. Und Luminosität steigt mit sinkender Fläche des Strahls und Teilchen pro Sekunde blablabla. cm^2
W: Richtig. Wie kann man diesen Querschnitt theoretisch herleiten?
I: Über die zugehörigen Feynman-Diagramme
W: Und wie genau?
I: (Innerlich setzt die Verzweiflung ein) Repräsentieren ja immer ein Integral und Vertices sind Terme die proportional hinzugefügt werden.

- W: Und sonst?
- I: Wenn es mehrere Diagramme für den gleichen Prozess gibt müssen diese summiert werden.
- W: Richtig. Und auf den kompletten Ausdruck kommt man indem man das Ergebnis summiert. Schreiben Sie mal auf: Sie haben zwei Amplituden A_1 und A_2 . Was passiert nun?
- I: $A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2$
- W: Genau und das spannende ist nun wenn A_2 beispielsweise negativ ist. Dann kommt da was raus
- I: $- 2 A_1 A_2$
- W: Richtig. Die Gesamtamplitude wird verringert. Und wie interpretieren sie das?
- I: Wir haben Interferenzen zwischen den beiden Zweigen.
- W: Erzählt was gelten muss, dass es zur Interferenz kommt. Sie hatten ja Feynman Diagramme erwähnt. Zeichnen Sie doch das Diagramm für die e-e-Streuung.
- I: Zeichne Diagramm mit vertikalem Photon
- W: Können Sie das Photon auch ersetzen?
- I: Ja klar. Durch ein Z.
- W: Und warum geht kein Gluon?
- I: Weil sie Leptonen sind und keine Farbladung tragen und Gluonen das nicht mögen.
- W: Genau. Dann zeichnen Sie doch mal das Diagramm für die Neutrino-Elektron-Streuung
- I: Zeichne Feynman mit horizontalem W und e + Antineutrino
- W: Geht das auch noch anders? Ich will kein Antineutrino?
- I: Ich kann auch ein Positron an einem Neutrino streuen.
- W: Nein. Kleiner Tipp das machen viele falsch. Schauen Sie mal auf ihr Blatt.
- I: Na klar ich kann auch das erste Diagramm nutzen, wir haben ja einen neutralen Strom.
- W: Richtig. Wenn wir uns Elektronen in einem Collider anschauen. Ab welchem Stoßparameter kommt es zur Kollision?
- I: Wir haben ein abstoßendes Coulomb-Potential weil beide negativ. Das müssen wir überwinden. (Mund ist schneller als der Kopf) Wenn wir ausreichend Energie haben um das Potential zu überwinden.
- W: Das wird jetzt ne spannende Diskussion
- I: Nein, stopp. Wir haben ne Divergenz im Potential. Unendliche Energie ist immer schwer :)
- W: Richtig. Dann gehen wir doch mal zum Beta-Zerfall über. Wie sieht das Feynman-Diagramm aus?
- I: Ich gehe mal von Beta-Minus aus. Zeichne Diagramm.
- W: Richtig. Wo viele Studenten immer verzweifeln: Wie sieht die Impulsverteilung des Elektrons aus.
- I: Durch das Neutrino haben wir folgenden Kurvenverlauf. Ende der Kurve durch Ruhemasse Neutrino. Was KATRIN macht.
- W: Und wie würde es ohne Neutrino aussehen?
- I: Delta-Funktion weil Energie-Impuls-Erhaltung und dann nur drei beteiligte Teilchen. Bei einem Zerfall immer die gleiche Energie und dann gleicher Impuls
- W: Das Neutron könnte doch aber einen Impuls besitzen vor dem Zerfall
- I: Inertialsystem in das Ruhesystem des Neutrons
- W: Richtig. Wir haben ein ausgezeichnetes System. Das ist immer praktisch zu verwenden. Und mit der Erhaltung würde sonst
- I: ...die Welt und Physik sich selbst zerstören
- W: Könnte man so sagen. Lacht. Vorhin bei der Interferenz hatte ich kohärenz genannt. Was ist kohärentes Licht?
- I: (Zeitliche und räumliche Kohärenz genannt und erklärt)
- W: Ja. Phasengleichheit. Und wie nennt man kohärentes Licht noch?
- I: Keine Idee: Kommt halt aus Lasern meistens und. Ähh
- W: Laserlicht. Für den Doppelspalt ist sowas sehr praktisch. Aber das hatten wir bereits. Gehen wir zur Festkörperphysik. Wie können Sie damit Kristalluntersuchungen machen?
- I: Bragg-Streuung. Skizze. Röntgenstrahlung weil Wellenlänge.
- W: Und wie kommt man jetzt auf die Kristallstruktur?
- I: Durch eine Fouriertransformation.
- W: Ja durch eine mehrdimensionale Transformation. Oder wenn man faul ist in Mathe simuliert man sich einfach viele Gitter und macht es in die andere Richtung.
- Beisitzer: Es geht auch noch anders.
- W: Fragender Blick. Echt?
- I: (halte mich raus. Ich hab keinen Plan. Die dürfen das gerne ohne mich diskutieren :))
- B: Durch die Symmetrie des Interferenzbildes kann man rückschließen auf die Symmetrie des Gitters
- W: Ja. Wenn man Erfahrung hat geht das bestimmt. Da kennen Sie (Besitzer) sich bestimmt besser aus. Egal machen wir weiter. In der Festkörperphysik sind Schwingungen ja wichtig. Was wissen sie dazu.
- I: Phononen. Äquivalent zu Photonen mit diskreter Energie usw.
- W: Und Dispersionsrelation. Was ist das und wie sieht sie aus?
- I: Verlauf von Wellenzahl und Kreisfrequenz. Proportional zu $|\sin(ka/2)|$ bis zur Zonengrenze der Brioullinzone. Herleitung über lineare Kette.
- W: Welche Annahmen treffen wir bei der linearen Kette?

I: Quadratisches Potential weil Minimum und Taylor.

W: Sonst?

I: Stammel irgendwas raus. Kein Plan mehr.

W: Joa. Aber wenn sie sich mal anschauen. Es gibt ja viele Atome in der Kette und das ist doof zu rechnen für das einzelne Atom.

I: Ja natürlich nur die nächsten Nachbarn.

W: Richtig. Machen wir weiter bei der Dispersionsrelation. Welche Geschwindigkeiten gibt es da.

I: Phasen- und Gruppengeschwindigkeit mit Bedeutung und Definition

W: Und was gilt an den Randbereichen und in der Mitte

I: $v_{gr} = 0$; $v_{gr} = v_{ph}$

W: Und dann gibt es doch aber noch einen Ast oder?

I: Biatomare Basis und dann optischer Ast usw

W: Wie sehen denn die Schwingungen vom akustischen Ast aus? Transversal oder Longitudinal?

I: Longitudinal

W: Ja. Mir fallen jetzt langsam keine Fragen mehr ein. Sie merken schon ich stelle einfach nur noch zufällige Fragen. Ich hab auch eigentlich keine Lust mehr. Wenn Sie nichts dagegen haben, können Sie kurz einmal vor die Tür gehen. Aber nicht weglaufen.

(ca. 45 Minuten Prüfung)

W: Sie können wieder rein kommen. Eigentlich frage ich immer nach einer Selbsteinschätzung.

I: Joa. Vielleicht so im Bereich einer 1.3

W: Und warum kein 2.0

I: Ich glaub dafür war es zu gut

W: Und warum keine 1.0

I: (Weil man überheblich wirkt - Sag ich aber nicht und) weil es paar Unsicherheiten gab und ich nicht alles so wirklich wusste

W: Dann zeigen Sie uns doch kurz mal auf ihrem Aufschrieb wo das war. Dann ändern wir die Note nochmal :)

I: ähhhh.... ne...soooo schlimm wars bestimmt nicht :)

W: Denken wir auch. Sie haben sich gut geschlagen. Noch Tipp für Theo gegeben und von Theo Prüfern abgeraten.