

Fach: Experimentelle Physik

PrüferIn: Wolf

BP  NP  SF  EF  NF  LA Datum: 19. Dezember 2019 Fachsemester: 7

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Ex 4 - 6

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Keine

## Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: Schwerpunkt: Teilchenphysik. Wenn ich möchte, kann ich mit Einstiegs/Vortragsthema anfangen (Kann ich nur empfehlen).

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: - Bogdan Povh "Teilchen Kerne"  
- Peter Schmüser "Eichtheorien für Experimentalphysiker"  
- Es gibt wohl noch ein gutes Detektorbuch von Wermes/Kollanowski  
Außerdem hat er auf die Themenliste im Modulhandbuch und auf die Nobelpreise verwiesen.

Verwendete Literatur/Skripte: Internet/Wikipedia, Povh, Zusammenfassungen von anderen (Sehr zu empfehlen: [https://github.com/umute97/oralexam\\_prep/releases](https://github.com/umute97/oralexam_prep/releases) ).

Dauer der Vorbereitung: 4 Wochen sehr wenig (z.B. alle Physik Nobelpreisträger durchgegangen.)

3 Wochen intensiv (neben Regulären Vorlesungen)

Art der Vorbereitung: überwiegend alleine, wöchentlich mal gegenseitige Abgefragt

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Geht die Themen des Modulhandbuches durch (dann habt ihr eine Struktur) - zu jedem Modul gibt es einen Punkt Inhalt, in dem die Wichtigsten begriffe, genannt werden. Vergesst dabei klassische Ex 1-3 nicht. Ich wusste am Ende zu jedem Thema was zu sagen. Ich denke, das ist Herrn Wolf gar nicht so wichtig.

## Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Anfangs der Vortrag (ging mit rückfragen Plötzlich 20 Minuten)

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Hilft. Vermittelt einem ein beruhigendes Gefühl und das es nicht so schlimm ist.  
Kam z.T. unauffällig später darauf zurück und gibt noch eine Chance.

Kommentar zur Prüfung: Ich denke, der Anfang lief gut. Gegen Ende kam dann aber kein so wirkliches Gespräch mehr zustande. Das hat er aber denke ich nicht bewertet.  
Ich kann Herrn Wolf auf jeden Fall weiterempfehlen.

Kommentar zur Benotung: 1.7 fair. Für "Neben Bei" sehr zufrieden.

Die Schwierigkeit der Prüfung: Allgemein der wechsel zwischen den Fragen/Gebieten (Roge war sehr um einen Roten Faden in seinen Fragen bemüht). Themen wurden z.T. Oberflächlich abgefragt, z.T. aber auch sehr speziell. Schaut euch Symmetriebrechung und die Zusammenhänge zur Masse an.

## Die Fragen

Vieles lässt sich nicht wirklich im Frage Antwort-Spiel verpacken. Das Protokoll darf keineswegs als wörtlicher Mitschrieb betrachtet werden.

W: Wolf

G: Gefragter

W: Macht am Anfang noch ein paar Witze. Führt einen Zaubertrick vor. Versucht eine entspannte Atmosphäre zu erzeugen. Liest dann grob die Inhalte der Prüfung, bzw. 3 Semester vor.

W: Ich habe mir ein paar Fragen ausgedacht: Zeichnen sie mir bitte den Photoelektrischen Effekt auf.  
G: Wirft ein er könnte als Anfangsthema die Grundlagen eines Halbleiterdetektors erklären.

W: Ja das passt auch.

G: Fängt mit Skizze eines freien Elektrons im eindimensionalen reziproken Raum (eine Parabel in der Brillouinzone von  $-\pi/a$  bis  $\pi/a$ ).

W: (unterbricht) Was soll dieses  $k$  sein

G: Die Fouriertransformation des Impulses. (wollte auf "Wellenzahl" hinaus).

Es folgt eine verwirrende Diskussion, ob die parabelförmige Dispersionsrelation wirklich für ein freies Elektron gilt. Am Ende springt der Beisitzer ein.

G: Zeichnet die Parabel der nächsten Brillouinzone (Ursprung bei  $2\pi/a$ ) ein. Aufgrund der Lauebedingungen muss am Rande der Brillouinzone die Dispersionsrelation abflachen/Null sein (Sidenotes: Anschaulich kommt es deshalb auch zu stehenden Wellen.

Aufgrund der Symmetrie kann man die Parabeln in eine Brillouinzone projizieren.)

Insgesamt kommt man dann zu Energieniveaus auf der Parabel (Valenzband) und einer Bandlücke und darüber dann wieder zum Leitungsband.

Fermienergie erklärt.

Unterschied von Leiter (Fermienergie liegt innerhalb der des Leitungsbandes, Oszillation wenn Spannung anliegt.), Halbleiter (Bandlücke kleiner als 4eV), Isolator (Bandlücke größer 4eV).

Auf P(Bohr) und N(Phosphor) Dotierung eingegangen.

W: Warum dotiert Bohr?

G: 5tes Element -> Dritte Hauptgruppe. Nach Madelungsschema wird erst die 1s Schale und die 2s Schale aufgefüllt und dann wird die 2p Schale mit einem Elektron angebrochen. Hier fehlen noch 5 weitere (4 kommen aus der kovalenten Bindung des Si Atoms) -> deshalb haben wir hier quasi ein "Loch".

(W: Was passiert bei der Dotierung?)

G: Bei der p-Dotierung werden zusätzliche "Andockstellen" in die Bandlücke eingebracht. Dabei wird das Fermienergie-Niveau (innerhalb der Bandlücke) nach unten verschoben. Am Ende liegt aber die Fermienergie innerhalb des gesamten Festkörpers auf einem Niveau, weshalb sich effektiv das Valenz- und das Leitungsband nach oben verschiebt (Achtung die Größe der Bandlücke bleibt immer gleich).

Bei der n-Dotierung werden anschaulich Elektronen in die Bandlücke gebracht und das Fermienergie-Niveau wird nun zum Valenzband hin verschoben. Insgesamt wird Valenz und Leitungsband nach unten verschoben.

G: Erklärt weiter wie eine Diode mit einer N und einer P dotierten Seite und der Verarmungszone funktioniert. (Sperrrichtung: Mit P-Schicht am Minus-Pol <-> hier musste ich kurz überlegen und W. meinte er würde hier auch leicht durcheinander kommen..)

(W: Wie kann man jetzt mit der Diode Photonen detektieren?)

G: Ein Photon kann aus dem Valenzband ein Elektron heraus anregen und ins Leiterband schlagen. Dort fließt es dann aufgrund der Dotierung in ?N? Richtung ab. Dieser Strom kann dann gemessen werden. Anschaulich kommt das eher noch einer Solarzelle gleich, da das Elektron z.B. auch andere Elektronen mit ausschlagen kann.

Legt man eine Spannung in Sperrrichtung an kann man so die Verarmungszone über das gesamte Gitter ausbreiten und bekommt analog eine kontrolliertere Detektion.

(W: Was hat das mit dem Photoelektrischen Effekt zu tun.)

G: Hat das ganze dann noch mit dem Photoelektrischen Effekt und erklärt diesen noch relativ detailliert. Skizziert die materialspezifischen Gerade(n) (Energie über Anzahl herausgeschlagener Elektronen mal Gegenspannung # Energie).

W: Ist das wirklich eine Gerade?

G: Ja, mit Steigung  $h$ .

W: Was bedeutet eine höhere (Photonen)Energie?

G: Bei gleichbleibender Frequenz: das mehr Photonen auf die Platte auftreffen. Bei gleichbleibender Anzahl an Photonen eine höhere Frequenz. Die höhere Photonenfrequenz bedeutet: die einzelnen Photonen haben mehr Energie und können die Elektronen auf eine höhere Schale schlagen.

W: Schreiben sie die Gleichung für eine ebene Welle hin.

G: (Hier habe ich mich ziemlich verrannt)  $A \cdot \exp(k_{\text{vec}} \cdot x_{\text{vec}} - \omega \cdot t)$ .

W: Was bedeutet das, wie kann man sich das vorstellen?

G: (bin mir nicht ganz sicher worauf er hinaus wollte) Wenn man sich an einem Ort befindet (also  $x$ , bzw.  $k \cdot x$  konstant hält) so wird man ein Auf und Ab mit der Frequenz  $\omega$  sehen. Betrachtet man die Welle zu einer festen Zeit, sieht man wie diese mit  $k_{\text{vec}}$  im Ort oszilliert.

W: Eine Abwandlung ist der Frank Herzversuch. Wie funktioniert der?

G: Elektronen treten an einer Glühkathode beschleunigt aus. Werden durch ein Gas geleitet, mit dem sie wechselwirken. Wenn die Elektronen noch genug Energie haben, überwinden sie nach dem Gas noch eine Gegenspannung und werden an Detektor\_hinten oder am Detektor\_mitte (ohne Gegenfeld). Trägt man Anzahl der Elektronen die die Gegenspannung überwinden über die Beschleunigungsspannung auf, so sieht man mehrer Dipps. diese Dipps entsprechen gerade den Absorptionsniveaus der Gases. -> Absorptionsenergie ist quantisiert.

W: Wann wurde ungefähr dafür der Nobelpreis verliehen.

G: glaube so 1920

W: Fast, 1914. Was schleifen wir den daraus? Bzw. Was war den die Vorstellung vor Frank Herz

G: Rosinenkuchenmodell.

W: Genau das ist das Thompsonmodell welche Welche Modelle kennen sie noch und durch was wurde das Thomp: abgelegt?

G: Bohrsches Atommodell

W: Sehr gut und was hat das Atommodell damit zu tun.

G: Beim Bohrschen Atommodell ist die Energie quantisiert.

W: Kann man das im Bohrschen Atommodell erklären?

G: Diskussion -> Nein, ist ein Postulat.

W: Wie würden sie das Wasserstoffatom beschreiben

G: Schrödingergleichung, Separationsansatz(Radial und Winkelanteil), Randbedingung.

W: Woher genau kommt die Diskretisierung der Energie?

G: Randbedingung Potentialtopf. (freies Elektron hat keine Energieniveaus).

W: Was beschreibt denn die Wellenfunktion?

G: Wahrscheinlichkeitsdichte. Also erst das Betragsquadrat ist die Wahrscheinlichkeit.

W: Letzter Teil: Welche Elementarteilchen kennen sie?

G: Teilchenzoo aufgezählt, Quarks, Leptonen, Bosonen.

W: Was haben Leptonen und Quarks gemeinsam?

G: Beides Fermionen (halbzahliger spin)

W: Welche fundamentalen WW kennen Sie?

G: Starke, Schwache, Elektromagnetische. (Gravitativ, Higgs WW)

W: Was hat die Gravitativ WW im Standardmodell mit dem Higgsboson zu tun?

G: nichts.

W: Warum gibt es im Standardmodell doch Masse?

G: ...

W: Wer behauptet denn dass bewegte Teilchen eine Masse haben?

W: Niemand behauptet das.

W: Nennen sie mir 2 Beispiele für Kraftvereinheitlichung?

G: Schwache und Elektromagnetische Vereinheitlichung.

W: Gibt es noch eine?

G: die elektromagnetische Kraft.

W: Wenn wir ein WW feld haben, Wie viel Austauscheteilchen haben wir da?

G: Elektron, Myon, Tauon,...

W: Austauscheteilchen

G: Virtuelle Pion im Kern.

W: Nicht unbedingt falsch.

G: Gluonen

W: Wieviele Gluonen gibt es?

G: Es sind acht (Eigentlich neun, aber der neutrale Mischzustand hat keine Bedeutung)

W: Welche Masse hat das Gluon?

G: .. 0

W: Wie ist die Masse des Photons

G: auch 0

W: Wie kommt es dass Bosonen nicht die Masse 0 haben.

G: (hat es erst versucht mit der Neutrinooszillation zu vergleichen und zu begründen.

W: Ist einfach eine mathematische Notwendigkeit. Symmetriebrechung, ...(hier hat er noch einiges erklär

1. The first part of the paper is devoted to a discussion of the general principles of the theory of the structure of the atom. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.

2. In the second part of the paper, the structure of the atom is discussed in more detail. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.

3. In the third part of the paper, the structure of the atom is discussed in more detail. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.

4. In the fourth part of the paper, the structure of the atom is discussed in more detail. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.

5. In the fifth part of the paper, the structure of the atom is discussed in more detail. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.

6. In the sixth part of the paper, the structure of the atom is discussed in more detail. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.

7. In the seventh part of the paper, the structure of the atom is discussed in more detail. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.

8. In the eighth part of the paper, the structure of the atom is discussed in more detail. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.

9. In the ninth part of the paper, the structure of the atom is discussed in more detail. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.

10. In the tenth part of the paper, the structure of the atom is discussed in more detail. It is shown that the structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics. The structure of the atom is determined by the laws of quantum mechanics and the laws of electrodynamics.