

# **Fragen zur Vorlesung Licht und Materie**

**SoSe 2019**

**Mögliche Prüfungsfragen, mit denen man das  
Verständnis des Vorlesungsstoffes abfragen  
könnte**

## **Vorlesung 1: Lorentz-Modell**

### **Themenkomplex „Lorentz-Modell“:**

- Auf welcher Annahme basiert das Lorentz-Modell?
- Erklären Sie die physikalischen Vorgänge, die hinter dem Lorentz-Modell stecken.
- Was kann mit dem Lorentz-Modell beschrieben werden?
- Wie ist der prinzipielle Verlauf der Frequenzabhängigkeiten im Lorentz-Modell?
- Wie verhält sich die Leitfähigkeit im Lorentz-Modell bzgl. der Frequenz?

## Vorlesung 2: Lorentz-Modell

### Themenkomplex „Lorentz-Modell“:

- Wann gilt das Lorentz-Modell nicht?
- Wieso lassen sich Halbleiter mit dem Lorentz-Modell beschreiben, obwohl nichts schwingt?

### Themenkomplex „Halbleiter“:

- Was ist die Fermi-Energie?
- Was sind direkte bzw. indirekte Halbleiter?
- Warum und wie können Elektronen eines Halbleiters in das Leitungsband gelangen?
- Wovon hängt die dc-Leitfähigkeit in Halbleitern/Isolatoren ab?
- Warum ist die elektrische Leitfähigkeit bei Isolatoren/Halbleitern temperaturabhängig?

### **Vorlesung 3: Optische Eigenschaften von Halbleitern; Drude-Modell**

#### **Themenkomplex „Halbleiter“:**

- Wie unterscheiden sich direkte und indirekte Halbleiter?
- Sind direkte oder indirekte Halbleiter für LEDs besser geeignet?
- Was ist mit einem „Drei-Fünf-Halbleiter“ (III-V) gemeint?
- Weshalb ist es unwahrscheinlich, dass ein optisch angeregtes Elektron in einem indirekten Halbleiter rekombiniert?
- Reicht der Photonenimpuls aus, um Elektron-Anregungen im indirekten Halbleiter zu induzieren?
- Wann rekombiniert ein Elektron strahlend und wann strahlungsfrei?

#### **Themenkomplex „Drude-Modell“:**

- Was wird mit dem Drude-Modell beschrieben?
- Welche Annahmen werden im Drude-Modell gemacht?
- Was sind die Annahmen des Drude-Modells und wie unterscheiden sie sich zu denen zum Lorentz-Modell?
- Weshalb wird im Drude-Modell das System durch die charakteristische (Stoß-)Zeit  $\tau$  beschrieben?

#### **Themenkomplex „Fortgeschritten“:**

- Warum sind gerade III-V-Halbleiter oft Halbleiter mit direkter Bandlücke? Warum IV-Halbleiter oft indirekte Halbleiter?

## Vorlesung 4: Optische Eigenschaften laut Drude-Modell

### Themenkomplex „Optische Eigenschaften laut Drude-Modell“:

- Welche Annahmen des Drude-Modells sind klassisch?
- Warum wird es das ballistische Regime genannt?
- Können Metalle transparent sein?
- Was bezeichnet man als Plasmakante? Was passiert?
- „ $\omega_p$  hängt von der Ladungsträgerdichte ab.“ Wie kann man sich das anschaulich erklären, wo doch alle Elektronen „separat“ mit dem E-Feld wechselwirken? Wieso ist der Gesamteffekt keine reine Superposition?
- In welchem Frequenzbereich liegt  $\omega_p$  von Gold/Kupfer und wie lässt sich damit die Farbe der Metalle erklären?

### Themenkomplex „Elektronen in Metallen“:

- Was sind Bloch-Zustände?
- Was ist ein Umklappprozess?

## **Vorlesung 5: Optische Eigenschaften laut Drude-Modell**

### **Themenkomplex „Drude-Modell, Streuprozesse und Relaxationsrate“:**

- Was beeinflusst die Leitfähigkeit eines Metalls?
- Womit können Elektronen stoßen?
- Elektronen streuen nicht an Atomen des Metallgitters. Warum stellt der interatomare Abstand eine untere Grenze für die freie Weglänge dar?

### **Themenkomplex „Reale Metalle und Nachweis von optischem Drude-Verhalten“:**

- Welche optischen Eigenschaften haben reale Metalle?
- Wie kann man die optische Leitfähigkeit von Metallen messen? Welche Einflüsse auf das Messergebnis gibt es?
- Durch welche Faktoren wird die Genauigkeit der Messung der Reflektion eines Metalls beeinflusst und warum ist die Umsetzung der Messung nahezu unmöglich?
- Warum ist die Leitfähigkeit von Edelstahl relativ schlecht?

## **Vorlesung 6: Optische Eigenschaften realer Metalle**

### **Themenkomplex „Reale Metalle und Nachweis von optischem Drude-Verhalten“:**

- Wie kann das Drude-Modell experimentell bestimmt werden? Und welche Probleme treten dabei auf?
  - Warum ist Kupfer rot?
  - Wie sieht die Plasmakante realer Materialien aus?
  - Wie sehen Plasmakanten in der Realität aus?
  - Wie lässt sich die Plasmakante zu größeren Frequenzen verschieben?
- 
- Wie wird die Leitfähigkeit von Silicium-Kristallen erhöht ohne die Anzahl der Stoßprozesse zu erhöhen?

## **Vorlesung 7: Erweiterte Drude-Auswertung, Fermi-Flüssigkeit, Quasiteilchen, Supraleiter**

### **Themenkomplex „Fermi-Flüssigkeit; Quasiteilchen“:**

- Was ist eine Fermi-Flüssigkeit?
- Was ist ein Quasiteilchen gemäß der Landau Theorie der Fermi-Flüssigkeiten?
- Was ist ein Quasiteilchen?

### **Themenkomplex „Supraleitung“:**

- Was ist ein Supraleiter?

### **Themenkomplex „Fortgeschritten oder nicht prüfungsrelevant“:**

- Was ist das wichtigste Modell der Festkörperphysik?



## **Vorlesung 8: Optische Eigenschaften von Supraleitern**

### **Themenkomplex „Supraleitung“:**

- Wie verhält sich die Leitfähigkeit in einem Supraleiter und warum?
- Wie sieht das Ersatzschaltbild eines Supraleiters aus?
- Das Ersatzschaltbild der supraleitenden Elektronen ist eine Spule. Fließt durch eine Spule Strom, entsteht ein Magnetfeld, wie kann dieses innerhalb des Supraleiters existieren, wenn doch das Magnetfeld vom Supraleiter verdrängt wird?
- Was bewirkt die Energielücke der Einteilchenzustandsdichte?

### **Themenkomplex „Fortgeschritten oder nicht prüfungsrelevant“:**

- Durch die Bildung von Cooper-Paaren ( $T < T_c$ ) wird Energie gewonnen. Wohin „geht“ diese Energie?

## **Vorlesung 9: Plasmonen**

### **Themenkomplex „Plasmonen“:**

- Was sind Plasmonen?
- Was ist die Voraussetzung für ein Volumen-Plasmon?
- Welche Plasmonen können mit transversalen em-Wellen angeregt werden?
- Was eignet sich, um Longitudinalwellen im Metall anzuregen?

## **Vorlesung 10: Oberflächen- und Nanopartikel-Plasmonen, Starke Kopplung, Polaritonen**

### **Themenkomplex „Oberflächen-Plasmonen“:**

- Wofür kann Plasmonik in der Quanten-Informationen-Verarbeitung verwendet werden?

### **Themenkomplex „Nanopartikel-Plasmonen“:**

- Warum sind manche Gläser rot?
- Wann sieht Rubinglas rot aus und warum?
- Was ist ein Vorteil bei der Anregung von Nanopartikel-Plasmonen?

### **Themenkomplex „Starke Kopplung“:**

- Was ist starke Kopplung?

## Vorlesung 11: Starke Kopplung, Polaritonen, Exzitonen

### Themenkomplex „Exzitonen“:

- Was ist ein Exziton?
- Was sind Exzitonen? Was sind die Löcher der Exzitonen?
- Was sind Exzitonen und wie können sie erzeugt werden?
- Coulomb-Wechselwirkung betrachten wir im statischen Fall  $\omega=0$ . Wieso gibt es Exzitonen für  $q \neq 0$ ?
- Zeichnen Sie ein ideales Absorptionsspektrum für einen Halbleiter mit exzitonischer Absorption.