

Fragen zur Vorlesung Licht und Materie

SoSe 2018

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

Vorlesung 1: Lorentz-Modell

Themenkomplex „Lorentz-Modell“:

- Beschreiben Sie die Idee des Lorentz-Modells.
- Was ist die Grundannahme des Lorentz-Modells? Also aus welchen Einheiten wird ein Festkörper in diesem Modell aufgebaut?
- Was ist der Lorentz-Oszillator und wie kann man ihn beschreiben?
- $\mathbf{p}(\omega) = \alpha(\omega) \mathbf{E}(\omega)$. Warum ist $\alpha(\omega)$ komplexwertig? (Bei mikroskopischem Zusammenhang zwischen Dipolmoment und E-Feld bei individuellem Oszillator)
- Warum muss $\alpha(\omega)$ komplexwertig sein?
- Wie sind die mikroskopischen und makroskopischen Eigenschaften von Materie über das Lorentz-Modell miteinander verknüpft?
- „Wie gut“ ist das Lorentzmodell zur Betrachtung von Materieeigenschaften? Was kann damit verstanden werden? Was nicht?

Themenkomplex „Plasmafrequenz“:

- Was beschreibt die Plasmafrequenz und welche Auswirkung hat sie in Wechselwirkung mit elektromagnetischen Wellen?

Themenkomplex „Antwortfunktionen, Funktionentheorie“:

- Nenne Beispiele für physikalische Größen, die komplexwertig sind.
- Gilt das Hauptwertintegral P bei der KK-Relation auch für achsensymmetrische Integranden da sich ja hier nicht der divergierende Teil „ausgleicht“?

Vorlesung 2: Optische Eigenschaften laut Lorentz-Modell; Halbleiter

Themenkomplex „Optische Eigenschaften des Lorentz-Modells“:

- Was gilt bzgl. der Plasmafrequenz ($\omega < \omega_p$, $\omega = \omega_p$, $\omega > \omega_p$) für σ , ϵ und R ?

Themenkomplex „Halbleiter“:

- Was ist der Unterschied zwischen Halbleiter und Isolator?
- Was ist der Unterschied zwischen Halbleiter und Isolatoren?
- Wie kann man die Leitfähigkeit von Halbleitern erhöhen?

Themenkomplex „Plasmafrequenz“:

- Was beschreibt die Plasmafrequenz eines Materials?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Wo liegt z.B. das Plasmonband?

Vorlesung 3: Optische Eigenschaften von Halbleitern, Drude-Modell

Themenkomplex „Optische Eigenschaften von Halbleitern“:

- Erklären Sie den Unterschied zwischen einem direkten und indirekten Übergang.
- Was ist der Unterschied zwischen Halbleitern mit direkter und indirekter Bandlücke?
- Wie muss die Bandlücke für LEDs beschaffen sein, damit diese Leuchten können?
- Wie sieht die Absorption eines Halbleiters mit indirekter Bandlücke aus? (bzgl. der Photonenenergie)

Themenkomplex „Drude-Modell“:

- Leiten Sie die Stromdichte aus dem Drude-Modell her.

Vorlesung 4: Drude-Modell, optische Eigenschaften

Themenkomplex „Drude-Modell“:

- Nennen Sie einige Vor- und Nachteile des Drude-Modells.
- Welche Beobachtungen beschreibt das Lorentz-Modell besser? Welche das Drude-Modell?

Themenkomplex „Optische Eigenschaften laut Drude-Modell“:

- Wie nennt man den Frequenzbereich zwischen $1/\tau$ und ω_p und warum?
- Warum sind Metalle, trotz hoher Brechzahl bei niedrigen Frequenzen, ungeeignet um Linsen zu bauen?
- Wie leitet sich die Reflektivität R aus dem Drude-Modell ab?

Vorlesung 5: Drude-Modell und reale Materialien, Streuprozesse

Themenkomplex „Drude-Modell und Quantenphysik“:

- Weshalb wird das Drude-Modell bis heute verwendet, obwohl die Herleitung auf klassischer Physik beruht und heute bekannt ist, dass Elektronen in Festkörpern quantenmechanisch beschrieben werden müssen?
- Was muss beim Drudemodell beachtet werden, wenn man es quantenmechanisch betrachten will? (in Bezug auf die Leitfähigkeit)
- Wie sieht das Drude-Sommerfeld-Modell aus?

Themenkomplex „Streuprozesse“:

- Warum stoßen bzw. streuen Elektronen nicht an Atomrümpfen?

Vorlesung 6: Drude-Verhalten in realen Materialien

Themenkomplex „Reale Metalle“:

- Wie kann man die Leitfähigkeit eines Metalls verringern?
- Wie kann man die Relaxationsrate beobachten bzw. messen?
- Beschreiben Sie das Farbverhalten von z.B. Cu, Ag, ...
- Warum glänzt Ag silbrig während Au golden und Cu rötlich glänzt?
- Wie kann man die Plasmakante verschieben?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Wie kann man ein 2DEG technisch realisieren?
- Wie können 2DEG realisiert werden? (Grenzschichten)
- Wieso bilden sich 2DEG an Grenzschichten aus? Welche Grenzschichten? (Und warum?)

Vorlesung 7: Erweiterte Drude-Auswertung, Fermi-Flüssigkeit, Supraleitung

Themenkomplex „Erweiterte Drude-Auswertung“:

- Wie ist beim erweiterten Drude-Modell der Renormierungsfaktor definiert und warum wird dieser eingeführt?

Themenkomplex „Fermi-Flüssigkeit“:

- Was ist eine Fermi-Flüssigkeit?
- Was ist eine Fermi-Flüssigkeit und wodurch unterscheidet sie sich vom Elektronengas?
- Wie äußert sich das Modell der Fermiflüssigkeiten in der mathematischen Beschreibung eines Metalls mit Hilfe des Drude-Modells?

Themenkomplex „Supraleitung“:

- Was ist ein Supraleiter?

Vorlesung 8: Supraleitung

Themenkomplex „Supraleitung“:

- Wie kann man sich die Supraleitung anschaulich vorstellen?
- Warum macht es Sinn einen Supraleiter bei der Übertragung von Wechselstrom ($\omega > 0$) nicht nur bei T_c oder knapp darunter zu betreiben, sondern ihn noch deutlich weiter abzukühlen?
- Wie weist man nach, dass ein quantenmechanisch makroskopisches Objekt vorliegt?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Woher kommt $2\Delta_0 = 3,53k_bT_c$?

Vorlesung 9: Volumen-Plasmonen

Themenkomplex „Volumen-Plasmonen“:

- Ab welcher Frequenz werden Metalle transparent?
- Was passiert in Metallen bei einer Anregung von ω_p ? Was für eine Art der Anregung muss es sein?
- Ist ω_p für alle Temperaturen konstant?
- Was sind die Vorzüge von Elektronenenergieverlustspektroskopie?

Vorlesung 10: Plasmonen

Themenkomplex „Plasmonen“:

- Warum kann man Volumenplasmonen nicht direkt mit Licht anregen?
- Warum können Plasmonen nicht direkt durch Licht angeregt werden? (Dispersionsrelation)
- Wie können Oberflächen-Plasmonen technisch genutzt werden?
- Wie kann man mehr Oberflächen-Plasmonen als Volumen-Plasmonen anregen?

Themenkomplex „Fortgeschritten“:

- Können Plasmonen durch Phononen angeregt werden?

Vorlesung 11: Starke Kopplung, (Phonon-)Polaritonen

Themenkomplex „Starke Kopplung“:

- Wie kann man die starke Kopplung aufheben?
- Wofür kann man anticrossings ausnutzen?

Themenkomplex „Phonon-Polaritonen“:

- Worum breitet sich in einem Kristall, in dem Phonon-Polaritonen sich gut ausbilden können, kein Licht zwischen den Frequenzen ω_{TO} und ω_{LO} aus?

Vorlesung 12: Exzitonen

Themenkomplex „Exzitonen“:

- Worin unterscheidet sich die starke / schwache Bindung von Elektron-Loch-Paar bei Exzitonen?
- Warum weicht das wurzelförmige Verhalten der Absorption vom idealen Fall ab, sobald Exzitonen auftreten?