

Fragenkatalog – Metallische und halbleitende Funktionswerkstoffe

Sommersemester 2026

Block: Thermische Eigenschaften von Festkörpern.

- Erkläre die Harmonische Näherung. Wie entstehen die Schwingungsmodi und Eigenfrequenzen?
- Klassische und "Quanten mechanische" Schwingungen. Wie wird der Phonon definiert?
- Beschreibe das Verhalten von akustischen und optischen Phononen wenn die k Werte in der Nähe von 0 liegen. Erkläre die Dispersionsrelation für akustische Phononen.
- Was sind die Vorbedingungen für die Entstehung von optischen Phononen? Was ist die Beziehung zwischen Schallgeschwindigkeit und Frequenz?
- Welche Modelle der Wärmekapazität wurden im Kurs diskutiert? Erkläre die Unterschiede.

Block: Elektrischer Transport in Metallen und Halbleitern

- Erklären Sie das Drude-Modell. Welche grundlegenden Annahmen werden hier gemacht? Welche generellen physikalischen Beobachtungen können mit dem Drude-Modell beschrieben werden? Wie wird die Ladungsträgerkonzentration abgeschätzt und welche Vorhersagen werden zur Wärmekapazität eines elektrisch leitfähigen Werkstoffes gemacht?
- Beschäftigen Sie sich mit den Schwächen des Drude-Modell. Wo treten große Abweichungen zu experimentellen Beobachtungen auf?
- Erklären Sie das quantenmechanische Modell zum elektrischen Transport im Festkörper und die Begriffe Zustandsdichte, Bandstruktur, Fermi-Dirac-Statistik. Wie wird die Ladungsträgerkonzentration im quantenmechanischen Modell berechnet?
- Skizziere die Bandstrukturen für ein metallischen und halbleitenden Werkstoffen. Welche Unterschiede bestehen für einen Halbleiter und einem Isolator. Erläutere auch die Unterschiede zwischen direkten und indirekten Halbleiter.
- Welche Faktoren verursachen den elektrischen Widerstand.
- Stellen Sie den Zusammenhang her zwischen Zustandsdichten, Bandstrukturen und Absorptionsspektren.
- Erklären Sie das Modell eines endlich und eines unendlich tiefen Potentialtopfes. Wo findet das Quantentopfmodell seine Anwendung.
- Erkläre die technologische Relevanz für dotierte Halbleiter und den pn-Übergang. Welche Ladungsträgerkonzentrationen haben undotierte Halbleiter bei Raumtemperatur. Erläutere die Ladungsträgerkonzentration von dotierten Halbleitern als Funktion der Temperatur.

Block: Thermoelektrischer Transport in Metallen und Halbleitern

- Erklären Sie kurz die Experimente zur Bestimmung von Peltier, Seebeck und Thomson Koeffizient.
- Formel der Güte Zahl ZT und des Power Factors.
- Erläutern Sie mindestens vier Materialmerkmale, die zu niedrigen oder zur Erniedrigung der Wärmeleitfähigkeit führen.

- Typische Abhängigkeit des Seebeck Koeffizients mit der elektronischen Zustandsdichte. Vergleichen Sie dabei Isolatoren, Halbleiter und Metalle.
- Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit und des Seebeck Koeffizients in Abhängigkeit der Ladungsträgerdichte.
- Richtwerte für elektrische Leitfähigkeit, Seebeck Koeffizient und Wärmeleitfähigkeit jeweils in p- und n-Bi₂Te₃.

Block: Magnetismus und magnetische Materialien

- Berechnen Sie für die 3-wertigen Ionen von Ce und Gd den Gesamteigendrehimpuls (S), den Gesamtbahndrehimpuls (L), den Landé-Faktor (g) und das magnetische Gesamtmoment ($m_{\text{ges.}}$). Welche Regeln müssen beachtet werden und warum ähnelt das berechnete $m_{\text{ges.}}$ für einzelne Ionen dem Wert im Festkörper? Die elektronische Struktur von Ce ist [Xe] 4f¹ 5d¹ 6s² und vom Gd ist [Xe] 4f⁷ 5d¹ 6s².
- Skizzieren Sie die Bethe-Slater-Kurve. Erläutern Sie die Aussagen dieser Kurve und beschreiben Sie die quantenmechanische Kraft, die zu ihr beiträgt.
- Beschreiben Sie das ideale Gefüge für einen Weichmagneten und erklären Sie die Mechanismen die zu dieses Gefüge führen.
- Erklären Sie was ein Pinning-Magnet und ein Keimbildungsmagnet sind und geben Sie jeweils ein Beispiel.

Block: Supraleitung und Dielektrika

- Was kennzeichnet den supraleitenden Zustand und welche grundlegenden Effekte können Sie dabei beobachten?
- Wie können supraleitende Materialien hinsichtlich ihrer Eigenschaften im Magnetfeld klassifiziert werden und was sind dabei die charakteristischen Kenngrößen?
- Welche Materialien kommen als konventionelle Supraleiter zum Einsatz und wo werden sie schwerpunktmäßig verwendet?
- Welche zentralen Herausforderungen müssen sie für die Anwendung von Hochtemperatursupraleitern lösen und welche Ansätze gibt es dafür?
- Welche mikroskopischen Polarisationsmechanismen gibt es und welche Temperaturabhängigkeit weisen sie auf?
- Beschreiben Sie qualitativ die Frequenzabhängigkeit der Polarisationsmechanismen bei der Wechselwirkung mit elektromagnetischer Strahlung.
- Welche zusätzlichen funktionalen Effekte können Sie in dielektrischen Materialien beobachten, welche externen Größen beeinflussen dabei die Polarisation?
- Mit welchen Kenngrößen werden ferroelektrische Materialien beschrieben und woraus resultiert die dabei beobachtete Hysterese?