

## Fragen zum Versuch "Hall-Effekt in Halbleitern"

- Welche Gleichung bildet der Ausgangspunkt für die Berechnung der Bandstruktur eines kristallinen Festkörpers bzw. Halbleiters?
- Welche Form besitzen die Eielektronen-Wellenfunktionen im Halbleiter?
- Worin liegt der Unterschied zwischen einem Metall und einem Halbleiter?
- Skizzieren Sie die Energiedispersion  $E(\vec{k})$  für einen direkten und einen indirekten Halbleiter im Energiebereich knapp unterhalb und oberhalb der Bandlücke!
- Nennen Sie einige Beispiele für direkte und indirekte Halbleiter! Wie groß sind jeweils die Bandlücken  $E_g$ ?
- Wieviele äquivalente Leitungsbandminima besitzt Silizium? Wie lauten die Energiedispersionen im Bereich der Minima? Welche Form haben die zugehörigen Flächen konstanter Energie?
- Was versteht man unter einer effektiven Masse?
- Was sind leichte und schwere Löcher. Was bedeutet hier "leicht" und "schwer"?
- Was versteht man unter einer Zustandsdichte  $D(E)$ ? Wie hängt die Zustandsdichte im Bereich des Leitungsbandminimums und des Valenzbandmaximums von der Energie und der effektiven Masse ab?
- Wie lautet die Fermi-Verteilung  $f(E, T)$  (Fermi-Dirac-Statistik)? Zeichnen Sie  $f(E, T)$  für  $T = 0$  und  $T > 0$ !
- Formulieren Sie den Ansatz zur Berechnung der Elektronendichte  $n$  und der Löcherdichte  $p$ !
- Was versteht man unter der Boltzmann-Näherung?
- Zeichnen Sie die Boltzmann-Verteilung im Vergleich zur Fermi-Verteilung!
- Was ist ein intrinsischer Halbleiter? Mit welchen Ansätzen kann man die Fermi-Energie und die Elektronendichte im intrinsischen Halbleiter berechnen?
- Was versteht man unter einem dotierten Halbleiter? Nennen Sie Beispiele für n- und p-Dotierung!
- Nennen Sie typische Werte für Ionisationsenergien von Donatoren und Akzeptoren!
- Wie lässt sich die Elektronendichte  $n$  in einem n-dotierten Halbleiter berechnen. Welche vereinfachenden Annahmen werden dabei häufig gemacht?
- Skizzieren Sie die Elektronendichte  $n$  als Funktion der Temperatur für einen n-dotierten Halbleiter in einer Arrhenius-Auftragung! Welche fundamental unterschiedlichen Bereiche lassen sich dabei unterscheiden?
- Angenommen, obige Temperaturabhängigkeit sei experimentell ermittelt worden. Welche wichtigen physikalischen Größen lassen sich dann aus der Auftragung entnehmen?
- Wie lautet im einfachen Drude-Modell die Bewegungsgleichung für ein Elektron im Halbleiter unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes?

- Wie ist die Beweglichkeit definiert?
- Was versteht man unter einer Streu- bzw. Relaxationszeit? Wie lässt sie sich mikroskopisch interpretieren?
- Wird ein Elektron in einem perfekten (zeitlich konstanten) gitterperiodischen Potential gestreut? Begründung!
- Woran werden Elektronen in einem realen Kristall vor allem gestreut? Wie lautet die Temperaturabhängigkeit der jeweiligen Beiträge zur Beweglichkeit?
- Wie sind die Leitfähigkeit und der spezifische Widerstand definiert?
- Wie lautet im einfachen Drude-Modell die Bewegungsgleichung für ein Elektron im Halbleiter unter dem Einfluss eines elektrischen und eines magnetischen Feldes?
- Welche Form besitzen nun die Leitfähigkeit und der spezifische Widerstand?
- Beschreiben Sie den Hall-Effekt!
- Wie ist der Hall-Koeffizient definiert? Wie ist er mit der Ladungsträgerdichte verknüpft?
- Wie lassen sich Ladungsträgerdichte und Beweglichkeit mit Hilfe einer "Hall-Bar" experimentell bestimmen?
- Leiten Sie für die Hall-Bar einen Ausdruck für die longitudinale und transversale Spannung mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes und des Widerstandstensors her!
- Wie lassen sich spezifischer Widerstand und Hall-Koeffizient mit Hilfe der Methode von van der Pauw experimentell bestimmen? Skizzieren Sie die zugehörigen Versuchsanordnungen!
- Welche Anforderungen muss eine Halbleiterprobe erfüllen, damit die Methode von van der Pauw angewendet werden kann?
- Skizzieren Sie die wesentlichsten Schritte bei der Herleitung der von van der Pauw entwickelten Methode!
- Bei der Messung zur Bestimmung des Hall-Koeffizienten tritt in der Regel eine magnetfeldunabhängige Offset-Spannung auf, die häufig sogar größer ist als die Hall-Spannung. Worin liegt die Ursache dieser störenden Offset-Spannung und wie lässt sie sich bei der Auswertung eliminieren?
- Im Praktikumsversuch wird gemäß dem Manual der Firma Keithley die Methode von van der Pauw deutlich erweitert. Worin besteht diese Erweiterung? Erläutern Sie im Detail die im Manual beschriebenen Messkonfigurationen zur Bestimmung des spezifischen Widerstandes und des Hall-Koeffizienten (sie kommen beim Versuch zur Anwendung)!