

Sommersemester 2008 Wintersemester	Zahl der Blätter: 2 Blatt Nr. 1
Fachbereich: Informationstechnik	Semester: KT 2, SW 2, TI 2
Prüfungsfach: Physik 2 (KTB, SWB, TIB)	Fachnummer: KTB 2031 SWB 2031 TIB 2031
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 90 min

Aufgabe 1:

Ein Germaniumkristall ist mit Arsen (Ionisierungsenergie $E_D = 14 \text{ meV}$) dotiert. Die Störstellenkonzentration ist $n_D = 5 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$. Bei tiefen Temperaturen ist der ohmsche Widerstand stark von der Temperatur abhängig. Bei der Temperatur $T_1 = 20,4 \text{ K}$ wird ein Widerstand von $R_1 = 500 \Omega$ gemessen.

- Welchen Widerstand besitzt die Probe bei der Temperatur $T_2 = 4,2 \text{ K}$? Nehmen Sie für Ihre Rechnung an, dass sich die Beweglichkeit zwischen den Temperaturen T_1 und T_2 nicht wesentlich ändert.
- Wie groß ist der Temperaturkoeffizient $\frac{dR}{dT}$ des elektrischen Widerstands des Kristalls.
Konkret: Um wie viel Ω ändert sich der Widerstand pro K Temperaturänderung, jeweils bei den tiefen Temperaturen T_1 und T_2 ?
Berechnen sie auch den relativen Temperaturkoeffizienten $\frac{dR}{dT} \cdot \frac{1}{R}$ in $\%/K$.
- Welchen spezifischen Widerstand hat die Probe bei Raumtemperatur, wenn dort die Beweglichkeiten folgende Werte annehmen: $\mu_n = 3900 \text{ cm}^2/(Vs)$ und $\mu_p = 1900 \text{ cm}^2/(Vs)$. Die Eigenleitungsichte ist $n_i = 2,33 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$.
- Begründen Sie kurz, wieso der Widerstand von dotierten Halbleitern bei Raumtemperatur nur noch schwach von der Temperatur abhängt.
- Mit wie viel Gramm Arsen pro Kubikzentimeter wurde dieser Kristall dotiert? Die Molmasse von Arsen ist $M = 74,9 \text{ g/mol}$.

Aufgabe 2:

Durch eine dünne Silberfolie mit einer Länge und Breite von jeweils 10 mm fließt ein Gleichstrom von $I = 5 \text{ A}$. Die Dicke d der Folie wird mehrfach gemessen, man erhält 98, 99, 99, 100, 101 und 102 μm .

Die Ladungsträgerkonzentration in der Folie beträgt $n = 5,76 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. Senkrecht zur Folie herrscht ein Magnetfeld mit der magnetischen Induktion $B = 5 \text{ T}$.

- Bestimmen Sie den arithmetischen Mittelwert \bar{d} der Foliendicke.
- Wie ist die Standardabweichung s des Messwerts bzw. Messverfahrens sowie die Standardabweichung $\Delta\bar{d}$ des arithmetischen Mittelwertes definiert? Berechnen Sie diese beiden Werte.

Semester: SS 2008	Blatt Nr. : 2
Fachbereich: Informationstechnik	Semester: KT 2, SW 2, TI 2
Prüfungsfach: Physik 2 (KTB, SWB, TIB)	Fachnummer: 2031

Fortsetzung Aufgabe 2:

- c) Wie groß ist die mittlere Lorentzkraft \bar{F} auf ein einzelnes Elektron in der Folie?
- d) Welchen relativen Fehler $\frac{\Delta F}{F}$ hat die so bestimmte Kraft, wenn der relative Fehler der Längen- und Breitenmessung 2 % beträgt? Die Angabe des Stromes sei mit einem Messfehler $\Delta I = 0,05$ A behaftet; das Magnetfeld konnte auf 3 % genau bestimmt werden und die Trägerdichte auf $\pm 0,06 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$.

Aufgabe 3:

Nach dem Eintauchen einer Stufenindex-Glasfaser (Kernbrechzahl $n_1 = 1,5$) in Wasser ändert sich der Reflexionsgrad ρ für senkrechten Einfall an der Grenzfläche Glas-Wasser auf ein Zehntel seines ursprünglichen Wertes (Grenzfläche Glas-Luft).

- a) Berechnen Sie die Brechzahl n_W von Wasser aus diesen Angaben.
Hinweis: $n_W < n_1$.
- b) Die numerische Apertur A_N einer derartigen Glasfaser ist definiert als das Produkt aus Brechzahl des umgebenden Mediums und dem Sinus des Abstrahlwinkels δ (siehe Bild). Der Abstrahlwinkel im Wasser beträgt $\delta_W = 15^\circ$. Wie groß ist der Abstrahlwinkel δ_L an Luft, der sich einstellt, wenn man die Faser wieder aus dem Wasser zieht?
- c) Wie groß ist der Grenzwinkel der Totalreflexion ε_{gr} an der Grenzfläche Kern-Mantel?
- d) Berechnen Sie die Brechzahl n_2 im Fasermantel.
- e) Zeigen Sie, dass sich die numerische Apertur auch ausschließlich aus Kern- und Mantelbrechzahl berechnen lässt.

