

Sommersemester Wintersemester 2008/09	Zahl der Blätter: 3 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

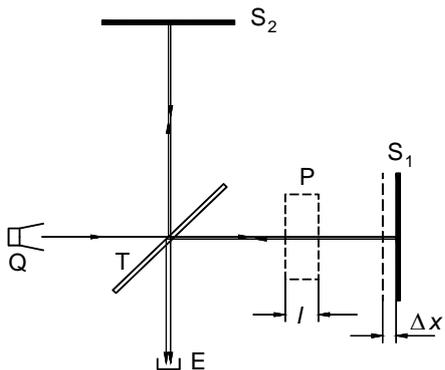
Aufgabe 1:

Eine Si-Diode mit abruptem p-n-Übergang ist auf der p-Seite mit $n_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ Akzeptoren dotiert und auf der n-Seite mit $n_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ Donatoren. Der Sperrsättigungsstrom der Diode beträgt $I_S = 2 \text{ nA}$.

- Berechnen Sie die Konzentrationen der Minoritäten in großem Abstand vom p-n-Übergang, d.h. die Elektronendichte im p-Gebiet und die Löcherdichte im n-Gebiet.
- Wie groß ist die Diffusionsspannung in dieser Diode?
- Welcher Strom fließt durch die Diode, wenn man eine Spannung von 0,5 V in Flussrichtung anlegt?
- Bestimmen Sie den differentiellen Widerstand $r = (dU / dI)$ der Diode zunächst in allgemeiner Form und berechnen Sie ihn dann für die Spannungen $U_1 = 0$ und $U_2 = 0,5 \text{ V}$.
- In welcher ungefähren Entfernung vom p-n-Übergang haben sich die in a) berechneten Gleichgewichtskonzentrationen eingestellt, wenn die Lebensdauer der Minoritäten $\tau \approx 2 \mu\text{s}$ betragen, Die Diffusionskonstante der Elektronen ist $D_n = 35 \text{ cm}^2/\text{s}$, die der Löcher $D_p = 12 \text{ cm}^2/\text{s}$.

Semester: WS 2008 /09	Blatt Nr. : 2
Fachbereich: Informationstechnik	Semester: KT 2, SW 2, TI 2
Prüfungsfach: Physik 2 (KTB, SWB, TIB)	Fachnummer: 2031

Aufgabe 2:



Q: Quelle
T: Strahlteiler
S: Spiegel
E: Empfänger
P: Probe der Dicke l

Mithilfe eines Interferometers nach Michelson können in dielektrischen Proben die Phasengeschwindigkeiten von Mikrowellen verschiedener Frequenz experimentell bestimmt werden.

Ohne Probe erhält man durch Verschieben des Spiegels S_2 um $\Delta s = 1,58$ cm jeweils benachbarte Signalmaxima im Empfänger E.

a) Wie groß ist die Frequenz der Welle?

Bringt man eine Platte P der Dicke $l = 8$ mm in den rechten Arm des Spektrometers ein, dann verstimmt sich der Abgleich auf das Maximum. Durch Nachschieben des Spiegels S_1 um die Strecke $\Delta x = 0,53$ cm erhält man jedoch wieder das Maximum.

b) Berechnen Sie die Wellenlänge λ und die Phasengeschwindigkeit c in diesem Material. Sie dürfen davon ausgehen, dass die Phasenänderung bei diesem Versuch kleiner als π ist.

c) Wie groß ist die relative Permittivitätszahl ϵ_r dieses unmagnetischen Werkstoffs?

Auf dieselbe Weise wurden bei einem anderen Material bei den benachbarten Frequenzen $f_1 = 5,5$ GHz und $f_2 = 5,9$ GHz die zugehörigen Wellenlängen $\lambda_1 = 4,17$ cm und $\lambda_2 = 3,85$ cm bestimmt.

d) Berechnen Sie die mittlere Phasengeschwindigkeit und die Gruppengeschwindigkeit für diesen Frequenzbereich.

e) Liegt in diesem Material normale oder anomale Dispersion vor?

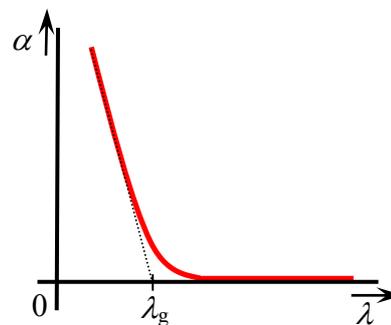
Semester: WS 2008 /09	Blatt Nr. : 3
Fachbereich: Informationstechnik	Semester: KT 2, SW 2, TI 2
Prüfungsfach: Physik 2 (KTB, SWB, TIB)	Fachnummer: 2031

Aufgabe 3:

Die Abhängigkeit der Absorptionskonstante $\alpha(\lambda)$ eines Halbleiters von der Wellenlänge λ wird mehrmals gemessen. Es ergibt sich qualitativ der unten stehende Verlauf.

Für die Wellenlänge λ_g werden die folgenden Werte gemessen:

Messung i	λ_i / nm
1	849,7
2	848,3
3	850,0
4	849,9
5	851,2



- Wie groß ist der arithmetische Mittelwert der Wellenlänge $\bar{\lambda}_g$?
- Wie groß ist die Standardabweichung s des Messverfahrens und die Standardabweichung $\Delta\bar{\lambda}_g$ des Mittelwertes?
- Berechnen Sie die Energielücke \bar{E}_g des Halbleiters sowie ihren relativen Fehler $\frac{\Delta\bar{E}_g}{\bar{E}_g}$. Geben Sie die Energielücke in der Form $\bar{E}_g \pm \Delta\bar{E}_g$ an.
- Wie wirkt sich der Fehler des Bandgaps auf die Berechnung der Eigenleitungsdichte n_i des Halbleiters aus? Berechnen Sie $\frac{\Delta n_i}{n_i}$ für $T = 300 \text{ K}$.

Hinweise: Berechnen Sie zunächst $\left| \frac{dn_i}{dE_g} \right| \approx \frac{\Delta n_i}{\Delta E_g}$ und bilden Sie daraus $\frac{\Delta n_i}{n_i}$.

Für alle Teilfragen muss der Rechenweg ersichtlich sein!