

Lösungshinweise zur Prüfung Physik 2 für IT, WS 2009/2010

Aufg.1

a) Für die Frequenz des Lasers gilt: $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1300 \cdot 10^{-9} \text{m}} \approx 231 \text{ THz}$

Für die spektrale Breite erhält man:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta f}{f} \Rightarrow \Delta\lambda = \frac{\Delta f}{f} \lambda = \frac{100 \cdot 10^6 \text{ Hz}}{2,31 \cdot 10^{14} \text{ Hz}} \cdot 1300 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 0,562 \text{ pm}$$

b) Am Ausgang 1 gilt für den Strom:

$$i_1 = \frac{i_0}{2}(1 + \cos \Delta\varphi), \text{ dagegen gilt am Ausgang 2: } i_2 = \frac{i_0}{2}(1 - \cos \Delta\varphi).$$

Am Anfang gilt: $i_1 = i_{\max}$ und $i_2 = 0$,

nach dem Anlegen der Spannungsdifferenz ΔU dagegen: $i_1 = 2i_2$,

$$\Rightarrow i_1 = \frac{i_0}{2}(1 + \cos \Delta\varphi) = 2i_2 = 2 \frac{i_0}{2}(1 - \cos \Delta\varphi) \Rightarrow 1 + \cos \Delta\varphi = 2 - 2 \cos \Delta\varphi \Rightarrow 3 \cos \Delta\varphi = 1$$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = \arccos \frac{1}{3} \approx 70,5^\circ \Rightarrow \text{Phasendifferenz } \Delta\varphi \approx 1,23 \text{ rad}$$

$$\text{mit } \Delta g = \frac{\lambda}{2\pi} \Delta\varphi = \frac{1,3 \mu\text{m}}{2\pi} \cdot 1,23 \Rightarrow \text{Optische Wegdifferenz } \Delta g = 0,254 \mu\text{m}$$

c) Es gilt: $\Delta g = \Delta n \cdot L$, da $L = \text{const} \Rightarrow \Delta n = \frac{\Delta g}{L} = \frac{0,254 \mu\text{m}}{0,01 \text{ m}} = 2,54 \cdot 10^{-5}$

Die Spannungsänderung ergibt sich aus der Brechzahländerung:

$$\Delta n = \frac{\partial n}{\partial U} \cdot \Delta U \Rightarrow \Delta U = \Delta n \left(\frac{\partial n}{\partial U} \right)^{-1} = \frac{2,54 \cdot 10^{-5}}{17,6 \cdot 10^{-6} / \text{V}} \Rightarrow \Delta U = 1,44 \text{ V}$$

d) Es gilt: $\Delta g = \Delta n \cdot L \sim \Delta\varphi \sim \Delta U$ Für Auslöschung gilt: $\Delta\varphi = \pi$

Daraus ergibt sich die erforderliche Spannungsdifferenz:

$$\Delta U_d = \frac{\pi}{1,23} \cdot \Delta U_c = \frac{\pi}{1,23} \cdot 1,44 \text{ V} = 3,68 \text{ V}$$

e) In diesem Fall ist das Licht vollständig an Photodiode 2.

Aufg.2

a) Leitfähigkeit $\kappa = e(n\mu_n + p\mu_p) \approx ep\mu_p =$ Störstellenerschöpfung, $n_A \gg n_i \rightarrow p = n_A$;

$$\text{spezifischer Widerstand } \rho = \frac{1}{ep\mu_p} = 2,60 \Omega\text{cm.}$$

b) Löcherdichte $p = \sqrt{\frac{n_A N_V}{2}} \cdot e^{-\frac{E_A}{2kT}} \approx p_0 \cdot e^{-\frac{E_A}{2kT}}$;

$$\text{Widerstand } R \sim \frac{1}{p} = \frac{1}{p_0} e^{\frac{E_A}{2kT}}; \quad \frac{R_1}{R_2} = e^{\frac{E_A}{2k} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)},$$

$$\text{daraus folgt für die Ionisierungsenergie } E_A = \frac{2k}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \cdot \ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right) = 0,04 \text{ eV.}$$

Aufg. 3

Wahrscheinlichster Druck ist das arithmetische Mittel: $\bar{p} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 p_i = 1,21\bar{6} \text{ bar.}$

$$\text{b) } FS_{\min} = \sum p_i^2 - N \cdot \bar{p}^2 = 0,002\bar{3} \text{ bar}^2;$$

$$\text{Standardabweichung des Messverfahrens } s = \sqrt{\frac{FS_{\min}}{5}} = 0,0216 \text{ bar} = 0,0216 \text{ bar.}$$

$$\text{c) Standardabweichung des Mittelwerts } \Delta\bar{p} = \frac{s}{\sqrt{6}} = 0,00882 \text{ bar} = 8,82 \text{ mbar};$$

$$\text{relativer Fehler } \frac{\Delta\bar{p}}{\bar{p}} = 0,00725 = 0,725 \text{ \%}.$$

$$\text{d) Wahrscheinlichster Wert der Teilchenmenge (Stoffmenge): } \bar{v} = \frac{\bar{p}V}{R_m T} = 0,01463 \text{ mol};$$

$$\frac{\Delta\bar{v}}{\bar{v}} = \frac{\Delta\bar{p}}{\bar{p}} + \frac{\Delta\bar{T}}{\bar{T}} + \frac{\Delta\bar{V}}{\bar{V}} = 0,00725 + 0,013 + 0,01 = 3,025 \text{ \%}.$$

$$\text{e) Zahl der Gasatome } \bar{N} = \bar{v} \cdot N_A = 8,81 \cdot 10^{21};$$

$$\frac{\Delta\bar{N}}{\bar{N}} = \frac{\Delta\bar{v}}{\bar{v}}; \text{ damit wird } \Delta\bar{N} = \bar{N} \cdot \frac{\Delta\bar{v}}{\bar{v}} = 2,66 \cdot 10^{19}$$

$$\text{und } N = (8,81 \pm 0,26) \cdot 10^{19}.$$