

Übungen Ferienkurs Experimentalphysik III

Blatt 3

A# 1:

$$a) t_k = l_k/c = \frac{4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 1,5 \cdot 10^{-15} \text{ s}$$

b) Der Weglängenunterschied darf maximal die Kohärenzlänge betragen:

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= m\lambda/g & \Delta x_{max} &= l_k & \Delta x &= g \sin \alpha \\ m_{max} &= g \sin \alpha_{max}/\lambda = l_k/\lambda = 4,5 \mu\text{m}/.54 \mu\text{m} = 8.3 \end{aligned}$$

Bis 8 Ordnungen könnten beobachtet werden. Zu dieser Ordnung tragen jeweils zwei Gitteröffnungen bei. Da dann aber $\sin \alpha > 1$, wird $m_{max} = g/\lambda = 4,6$, also 4. Die Anzahl der Gitteröffnungen ist dann $N_1 - 1 = l_k/(g \sin \alpha) = l_k/(m_{max}\lambda) = 4,5/4/.54 = 2,08$, es tragen also 3 Gitteröffnungen bei.

c)

$$\Delta x = m\lambda \quad \Delta x_1 = \lambda \quad \Rightarrow N_2 = l_k/\delta x = 8.3$$

8 Gitteröffnungen tragen bei.

A# 2: Der optische Weg verlängert sich um $s \cdot \lambda$. Es ist also $d \cdot \Delta n = s\lambda$. Aufgelöst nach der Dicke und für die beiden Medien gleichgesetzt ergibt

$$\begin{aligned} \frac{s_k \lambda}{n_k - n_v} &= \frac{s_w \lambda}{n_k - n_w} \\ n_k &= \frac{s_k/s_w n_w - n_v}{s_k/s_w - 1} = 1.908 \\ d &= \frac{s_k \lambda}{n_k - n_v} = 3.83 \mu\text{m} \end{aligned}$$

A# 3:

a) Destruktive Interferenz für refl. Welle: $2nd/\lambda_o = m + \frac{1}{2}$

$$\begin{aligned} 1. \text{ Ordnung } (m=0) \quad 2nd/\lambda_o &= \frac{1}{2}; \quad \rightarrow 4nd = \lambda_o \\ \rightarrow d &= \lambda/(4n) = 97,8 \text{ nm} \end{aligned}$$

b) Destruktive Interferenz nächsthöherer Ordnung: $\lambda = 2nd/(3/2) = 180 \text{ nm}$

nicht sichtbar (UV); also nur destruktive Interferenz für $\lambda_o = 540 \text{ nm}$

c) Für andere Wellenlängen als $\lambda_o = 540 \text{ nm}$ tritt teilweise destruktive Interferenz auf:

$I = 4I_o \cos^2(\delta/2)$ mit δ als Phasendifferenz. Um das zu sehen errechnen wir die Intensität:

$$\begin{aligned} I &= \Psi\Psi^* = a^2 e^{i\omega t} e^{-i\omega t} = I_o && \text{Intensität einer Welle} \\ I/I_o &= (e^{i\omega t} + e^{i\omega t + i\delta})(e^{-i\omega t} + e^{-i\omega t - i\delta}) = 2 + 2 \cos \delta && \text{Interferenz zweier Wellen} \\ I_{\text{inter}}/I_{\text{nointer}} &= 2 + 2 \cos \delta = 4 \cos^2(\delta/2) \end{aligned}$$

Hier: $\delta = 2\pi(2nd/\lambda)$.

$$c1) \lambda_1 = 400 \text{ nm}: \delta/2\pi = 270/400 = 0,675; \quad I = 4I_o \cdot 0,273$$

$$c2) \lambda_2 = 700 \text{ nm}: \delta/2\pi = 270/700 = 0,386; \quad I = 4I_o \cdot 0,123$$

