

Übungen zur “Physik IV: Moderne Optik” (WS 04/05)
 11. Hausübung, Ausgabe: 13.01.05 Rückgabe: 20.01.05 in der Vorlesung

Aufgabe 35: Michelson-Interferometer und longitudinale Kohärenz

In einem Arm eines Michelson-Interferometers werde zur Abschwächung der Intensität eine Folie angebracht, die die Phase unverändert lässt, d.h. $E_2(t) = \alpha E_1(t)$ mit $\alpha < 1$. Die normierte Korrelationsfunktion ist definiert durch

$$\gamma_{12}(\tau) = \frac{\langle E_1^*(t)E_2(t + \tau) \rangle}{\sqrt{\langle |E_1(t)|^2 \rangle \langle |E_2(t)|^2 \rangle}}. \quad (1)$$

- (a) Zeigen Sie, dass für eine monochromatische Welle $\gamma_{12}(\tau) = e^{i\omega\tau}$ gilt.
- (b) Zeigen Sie für den allgemeinen Fall E , d.h. ohne spezielle Annahmen zur Wellenform, dass die Intensität auf der optischen Achse am Ort des Leuchtschirms, I , durch $I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \text{Re}\gamma_{12}(\tau)$ gegeben ist.
- (c) Zeigen Sie, dass für Sichtbarkeit $V = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \frac{2\sqrt{I_1 I_2}}{I_1 + I_2} |\gamma_{12}(\tau)|$ gilt. Somit gilt nur für $I_1 = I_2$ auch $V = |\gamma(\tau)|$.

5 Punkte

Aufgabe 36: Transversale Kohärenz und LEED

Bei einem LEED-Experiment mit einem Kristall–Leuchtschirm–Abstand von 70 mm und einer kinetischen Energie der Elektronen von $E_{kin} = 150 \text{ eV}$ haben die Beugungsreflexe eine Breite von 1 mm . Berechnen Sie die transversale Kohärenzlänge des benutzten Elektronenstrahls und vergleichen Sie den erhaltenen Wert mit dem typischen Atomabstand in einem Gitter.

3 Punkte

Aufgabe 37: Holographisches Beugungsgitter

- (a) Bestimmen Sie basierend auf der experimentellen Anordnung in Abb. 1 den Gitterabstand des entstehenden Gitters.
- (b) Bestimmen Sie die Transmission des Gitters als eine Funktion des Ortes, indem Sie annehmen, dass die Schwärzung der photographischen Platte proportional zur einfallenden Lichtintensität ist.
- (c) Berechnen Sie mit Hilfe der Gittergleichung und für eine Rekonstruktionswelle mit dem Einfallswinkel α die Beugungsordnungen 0 und ± 1 **Vorsicht:** Bei der Gittergleichung auf die Vorzeichen der Winkel achten.

(d) Setzen Sie $\alpha = 0$ und berechnen Sie das Beugungsbild des Gitters in Fraunhofer-Näherung.

(e) Bei einem realen holographischen Gitter findet man höhere Beugungsordnungen. Wie ist das zu erklären?

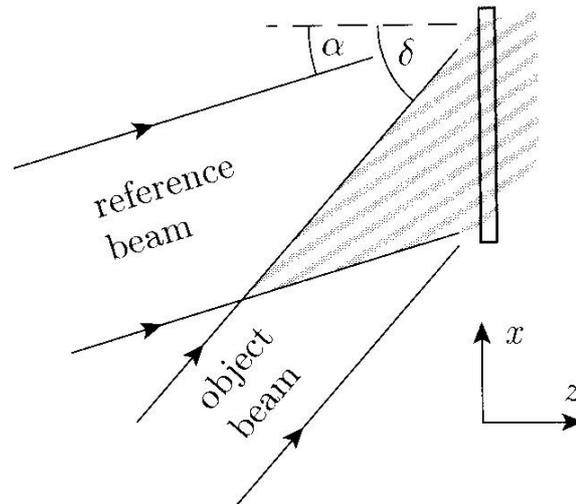


Abbildung 1: Zeichnung zur Definition der Winkel

8 Punkte