

1 Aufgabe 9.3

Beweisen Sie unter Zuhilfenahme von Abbildung 1: Für zwei ebene elektromagnetische Wellen gleicher Amplitude E_θ , die miteinander einen Winkel θ bilden, entspricht das Interferenzmuster auf der xy -Ebene einer Bestrahlungsstärkenverteilung mit einem Kosinusquadrat-Term:

$$I(y) = 4E_0^2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{\lambda} y \sin \theta \right).$$

Wo wird die Bestrahlungsstärke null? Wie weit sind die einzelnen Streifen voneinander entfernt? Wie verändert sich dieser Abstand, wenn θ zunimmt? Vergleichen Sie Ihre Analyse mit der Herleitung von Gleichung

$$I = 2I_0(1 + \cos \delta) = 4I_0 \cos^2 \delta/2. \quad (1)$$

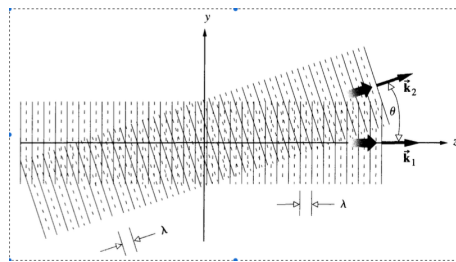


Figure 1: Überlagerung zwei ebene elektromagnetische Wellen

Hinweis: Gehen Sie von den in Abschnitt 2.7 gegebenen Wellenausdrücken aus, die bereits mit den geeigneten Phasen aufgeschrieben wurden, und formulieren Sie diese als Exponentialterme.

2 Aufgabe 9.7

Ein verbreitertes Strahlenbündel rotes Lichts aus einem He-Ne-Laser ($\lambda_0 = 632,8 \text{ nm}$) fällt auf einen Schirm, der zwei sehr schmale, $0,2 \text{ mm}$ voneinander entfernte horizontale Spalte aufweist. Auf einem weißen Schirm in 1 m Entfernung sieht man ein Interferenzmuster.

- Wie weit (in Radiant und Millimetern) nach oben und unten von der mittleren Achse entfernt befinden sich die ersten Nullstellen der Bestrahlungsstärke?
- Wie weit (in Millimetern) von der Achse entfernt befindet sich der fünfte helle Streifen?
- Vergleichen Sie die beiden Ergebnisse.

3 Aufgabe 9.26

Ein von Luft umgebener Seifenfilm hat einen Brechungsindex von $1,34$. Ein Bereich der Schicht erscheint im senkrecht reflektierten Licht hellrot ($\lambda_0 = 633 \text{ nm}$). Wie dick ist die Schicht dort mindestens?

4 Aufgabe 9.35

Ein Michelson-Interferometer wird mit monochromatischem Licht beleuchtet. Einer der Spiegel wird dann um $2,53 \times 10^{-5} \text{ m}$ verschoben, wobei 92 Paare heller und dunkler Streifen vorbeilaufen. Wie groß ist die Wellenlänge des einfallenden Lichts?

5 Aufgabe 9.41

Wir wollen die Herleitung des kleinsten Phaseninkrements, das zwei auflösbare Fabry-Perot-Interferenzstreifen trennt, nämlich

$$(\Delta\delta) \approx 4,2/\sqrt{F}, \quad (2)$$

um einige Einzelheiten ergänzen.
Überzeugen Sie sich, dass

$$[\mathfrak{A}(\theta)]_{\delta=\delta_\alpha \pm \Delta\delta/2} = [\mathfrak{A}(\theta)]_{\delta=\Delta\delta/2}$$

ist. Zeigen Sie, dass Gleichung (9.72) wie folgt umgeschrieben werden kann:

$$2 [\mathfrak{A}(\theta)]_{\delta=\Delta\delta/2} = 0,81 \{1 + [\mathfrak{A}(\theta)]_{\delta=\Delta\delta}\}.$$

Ist F groß, so wird γ klein, und $\sin(\Delta\delta) = \Delta\delta$. Beweisen Sie, dass dann Gleichung (2) folgt.
Quelle: E. Eicht, Optik, 5. Auflage (Oldenburg, München, 2009).