

Übungsblatt 7

Ausgabe: 27.11.2018

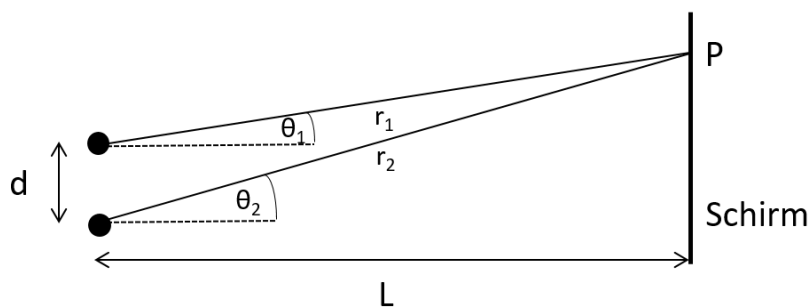
Abgabe: 04.12.2018, vor 10:00 Uhr

Besprechung: 06.12.2018 (Übungen)

Aufgabe 1**5 Punkte**

Zwei Punktlichtquellen beleuchten einen Schirm mit gleich intensivem, monochromatischem, kohärentem Licht. Der Abstand L der beiden Quellen vom Schirm ist größer als ihr Abstand d voneinander ($L \gg d$).

- a) Betrachten Sie zunächst zwei Kugelwellen, die von den Punktquellen emittiert werden. Wie groß ist die elektrische Feldstärke jeder Kugelwelle an einem Punkt P auf dem Schirm? Drücken Sie r_2 im Argument der Exponentialfunktion der Feldstärke von Welle 2 in Abhängigkeit von r_1 und dem Gangunterschied zu Welle 1 aus. Nähern Sie für Welle 2 sodann die Amplitude der Feldstärke durch die Annahme $r_1 \approx r_2$ und die Phase durch $\theta_1 \approx \theta_2$. **3 Punkte**
- b) Die gesamte elektrische Feldstärke E am Punkt P erhalten Sie durch Summation der Feldstärken der beiden Kugelwellen. Berechnen Sie aus E die Intensität $I \sim E \cdot E^*$ (*: komplex konjugiert). **2 Punkte**



Aufgabe 2

6 Punkte

In der Vorlesung wurde gezeigt, dass sich das Fraunhofer-Beugungsbild einer Beugungsanordnung im Wesentlichen aus der Fourier-Transformierten der entsprechenden Transmissionsfunktion ergibt.

- a) Eine ausgedehnte ebene Lichtwelle falle senkrecht auf einen Doppelspalt. Die Spalte haben die Positionen $x = d/2$ und $x = -d/2$. Die Breite der einzelnen Spalte können gegen ihren Abstand d und die Wellenlänge λ des einfallenden Lichts vernachlässigt werden. Wie lautet die Transmissionsfunktion $T(x)$ der Anordnung? Verwenden Sie zur Darstellung die Deltafunktion.

1 Punkt

- b) Führen Sie eine Fourier-Transformation $\int_{-\infty}^{\infty} T(x)e^{ik_x x} dx$ der Transmissionsfunktion $T(x)$ durch. Bilden Sie anschließend das Betragsquadrat ihres Ergebnisses. Als Resultat erhalten Sie bis auf einen Vorfaktor die Intensitätsverteilung des Beugungsbildes. Vergleichen Sie die Intensitätsverteilung mit dem Ergebnis von Aufgabe 1b.

2 Punkte

- c) Vor einen der beiden Spalte wird ein Glasplättchen gesetzt, das eine Phasenverschiebung von $\pi/2$ relativ zum anderen Spalt einführt. Bauen Sie diese Modifikation durch eine passende Exponentialfunktion in Ihre Transmissionsfunktion ein und berechnen Sie noch einmal die Intensitätsverteilung. Vergleichen Sie mit Aufgabenteil b.

1,5 Punkte

- d) Betrachten Sie einen Vierfachspalt mit Spalten an den Positionen $x = 3a/2, a, -a, -3a/2$. Berechnen Sie wiederum die Intensitätsverteilung.

1,5 Punkte

Aufgabe 3

6 Punkte

Der thermodynamische Vergleichsprozess für einen idealen Ottomotor besteht aus vier reversiblen Prozessschritten: 1) Verdichten der angesaugten Luft (adiabatische Kompression); 2) Isochore Wärmezufuhr beim Volumen $V = V_a$ durch Einspritzen und Zünden des Kraftstoffs; 3) Arbeitsleistung durch adiabatische Expansion; 4) Isochore Wärmeabgabe bei $V = V_b$ durch Ausblasen des Abgases und Ansaugen von Frischluft.

- a) Stellen Sie den Kreisprozess im P - V - und im T - S -Diagramm dar. **2 Punkte**
- b) Bestimmen Sie für jeden Prozessschritt 1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 4, 4 \rightarrow 1 die dem Gas zugeführte Wärme Q und die am Gas geleistete Arbeit W . Das Arbeitsgas soll dazu als ideales Gas mit dem Adiabatenexponenten κ betrachtet werden. **2 Punkte**
- c) Zeigen Sie, dass für den maximalen Wirkungsgrad gilt: **2 Punkte**

$$\eta = \frac{|W_{\text{nutz}}|}{Q_{\text{zu}}} = 1 - \left(\frac{V_a}{V_b}\right)^{\kappa-1}$$

mit der Nutzarbeit W_{nutz} und der zugeführten Wärme Q_{zu} .