UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

Fachbereich Physik
Prof. Dr. Michael Horn-von Hoegen
Prof. Dr. Lothar Schäfer

Übungen zu den Grundlagen der Physik II

SS 2009 Übungsblatt Nr. 10

Frage 10:

a) Warum ist Kohärenz für die Beobachtung von Interferenz wesentlich?
b) Von zwei nebeneinander stehenden Quellen werden harmonische und monochromatische Wellen gesendet. Kann man auf einem entfernten Schirm ein Interferenzmuster beobachten, wenn die beiden Quellen (1) verschiedene Frequenzen, (2) einen konstanten Phasenunterschied oder (3) einen willkürlich sich verändernden Phasenunterschied haben?
c) Wie hängt $|\vec{B}|$ für eine zirkular polarisierte ebene Welle von der Zeit ab?
d) Was ist die Fouriertransformierte der Funktion $f(x) = e^{ikx}$.

[4 Punkte]

Aufgabe 38:

Angeblich ist die Große Chinesische Mauer aus dem Weltraum mit dem bloßen Auge zu erkennen.
(a) Trifft dies für einen Astronauten auf der ISS Raumstation in einer Höhe von 380 km zu?
(b) Traf dies für einen Apollo Astronauten auf dem Mond zu?

[4 Punkte]

Aufgabe 39:

a) Die ebene, kohärente Welle eines He-Ne Lasers (λ=632,8 nm) falle senkrecht auf einen Spalt der Breite d=0,03 mm. Unter welchen Winkeln hinter dem Spalt erscheinen in Fraunhoferscher Betrachtung die ersten 3 Minima und (näherungsweise!) das erste Nebenmaximum des Lichtes?
b) Ein Spalt der Breite d=0,01 mm wird mit einem Laser der Wellenlänge λ=500 nm bestrahlt. Hinter dem Spalt wird das Beugungsmuster auf einen Schirm projiziert und so sichtbar gemacht. Wie groß muss der Abstand zwischen Spalt und Schirm eingestellt werden, damit die benachbarten Minima erster und zweiter Ordnung einen Zentimeter auseinander liegen?
c) Zwei 0,01 mm breite Spalte haben voneinander den Abstand 0,03 mm (Mittelpunkt zu Mittelpunkt). Bestimmen Sie die Entfernung zweier Interferenzstreifen für Licht der Wellenlänge λ=500 nm, wenn der Schirm 1 m entfernt ist und außerdem die Entfernung zwischen den Beugungsminima zu beiden Seiten des zentralen Maximums der Einhüllenden.
d) Entwerfen Sie eine Doppelspaltanordnung, deren zentraler Beugungspeak exakt 15 Streifen enthält.
e) Wie sieht es für fünf identische Spalte aus? Berechnen Sie den Ort der Intensitätsmaxima an einem optischen Gitter bestehend aus fünf identischen Spalten im gleichen Abstand d. Nehmen Sie eine senkrechte Einfallsrichtung an und skizzieren Sie den Intensitätsverteilung.
f) Mit einem Beugungsgitter, das 12000 Linien pro Zentimeter aufweist wird das Licht einer Natriumdampflampe untersucht. Man beobachtet Spektrallinien der 1. Ordnung unter einem Winkel von 44,98° und 45,03°. Welche beiden Wellenlängen hat das Licht, das diesen beiden Spektrallinien entspricht?

[12 Punkte]

Aufgabe 40

Ein in der $\vec{e}_2 - \vec{e}_3$ Ebene aufgestellter Schirm habe eine rechteckige Öffnung, beschrieben du die Durchlassfunktion

$$f_D(y,z) = \begin{cases} 1\,, & -\frac{a}{2} < y < \frac{a}{2}\,,\ -\frac{b}{2} < z < \frac{b}{2} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Aus dem Halbraum $x < 0$ fällt eine ebene Welle $\vec{E} = E_0\, e^{i\,(k_0\,x - \omega t)}$ auf den Schirm.

a) Berechnen Sie das Beugungsbild als Funktion von k_2, k_3.

b) Skizzieren Sie das Beugungsbild in der $k_2 - k_3$ Ebene, im Bereich $\left|\frac{k_2 a}{2\,\pi}\right| \leq 3$, $\left|\frac{k_3 b}{2\,\pi}\right| \leq 3$.

Wo liegen Nullstellen? Wo ist die Intensität deutlich von Null verschieden?

Geben Sie ungefähr die relative Stärke der Maxima an.

[6 PUNKTE]

Aufgabe 41

Gegeben die Funktion

$$f(x) = (2\,\pi\,\Gamma_x)^{-\frac{1}{4}}\ \frac{x}{\sqrt{\Gamma_x}}\ e^{-\frac{x^2}{4\,\Gamma_x}}\,.$$

a) Skizzieren Sie $\bar{f} = (2\,\pi\,\Gamma_x)^{\frac{1}{4}}\,\frac{1}{2}\,f(x)$ als Funktion von $\bar{x} = \frac{x}{2\sqrt{\Gamma_x}}$.
Zeichnen Sie auch die Funktion $e^{-\bar{x}^2}$ ein.

b) Berechnen Sie die Fouriertransformierte $\tilde{f}(k)$.

c) Berechnen Sie die Breiten $\Delta\, x^2$, $\Delta\, k^2$. Ist die Unschärferelation erfüllt?

Offensichtlich gilt

$$\int dx\, x^2\, e^{-x^2} = -\frac{d}{d\,\lambda}\Big|_{\lambda=1} \int dx\, e^{-\lambda\, x^2}\,.$$

Mit diesen und ähnlichen Tricks können Sie die Integrale auf solche zurückführen, die im Skript auftreten.

[10 PUNKTE]