Universität Stuttgart

Prof. Dr. Sebastian Loth
Institut für Funktionelle Materie und Quantentechnologien

Dr. Andreas Volkmer
3. Physikalisches Institut

Grundlagen der Experimentalphysik 3 (Optik)
WS 2017 / 18

ILIAS Link: https://ilias3.uni-stuttgart.de/goto_Uni_Stuttgart_crs_1344289.html
Webseite: https://www.fmq.uni-stuttgart.de/en/teaching

Übungsblatt 3

Aufgabe 7: Polarisation (6 Punkte)

a) Homogene Polarisatoren für rechts bzw. links zirkular polarisiertes Licht lassen sich ausdrücken als

$$P_{RCP} = \frac{1}{2}\begin{bmatrix} 1 & -i \\ i & 1 \end{bmatrix}, P_{LCP} = \frac{1}{2}\begin{bmatrix} 1 & i \\ -i & 1 \end{bmatrix}$$

In der Vorlesung wurden Linearpolarisatoren und Verzögerungsplatten behandelt. Zeigen Sie, dass man diese homogenen Zirkularpolarisatoren durch geschickte Kombination von Linearpolarisatoren und $\lambda/4$ Plättchen aufbauen kann.

b) Betrachten Sie den Laseraufbau aus der Vorlesung. Eine Lichtquelle strahlt durch drei hintereinander aufgestellte Polarisationsfilter. Nehmen Sie an, dass es sich um Linearpolarisatoren handelt. Wie viele Einstellmöglichkeiten gibt es, bei denen kein Licht transmittiert wird? Was ist die einfachste Einstellung, bei der die transmittierte Intensität genau 1/8 der von der Lichtquelle ausgesendeten Intensität ist? Bedenken Sie, dass die Lichtquelle nicht polarisiert ist, d.h. e.m.-Wellen mit allen möglichen Polarisationsrichtungen aussendet.

c) Betrachten Sie nun den allgemeineren Fall, bei dem N Polarisatoren hintereinander gereiht sind, welche jeweils um den Winkel 90°/(N-1) gegeneinander verdreht sind. Welche transmittierte Intensität ergibt sich im Grenzfall $N \to \infty$?

Aufgabe 8: Gruppengeschwindigkeit (6 Punkte)

Gegeben ist ein Wellenpaket der Form

$$\Psi(z,t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \phi(k) e^{i(kz-\omega t)} dk$$

Nehmen Sie an, dass $\phi(k)$ um k_0 zentriert ist, und nur eine geringe Breite hat, d.h. $\Delta k \ll k_0$. Zeigen Sie, dass $\frac{\partial \omega}{\partial k} = v_g$ wirklich den Sinn einer Gruppengeschwindigkeit erfüllt. Das bedeutet, dass gilt

$$\Psi(z,t_2) \sim \Psi(z - v_g(t_2 - t_1), t_1)$$

Betrachten Sie dazu die Terme im Integral für zwei verschiedene Zeiten t_1 und t_2. Nutzen Sie die in der Vorlesung gezeigte Taylornäherung für $\omega(k)$ am Punkt k_0 und die Verschiebung der Integration $k' = k - k_0$.

Universität Stuttgart

Prof. Dr. Sebastian Loth
Institut für Funktionelle Materie und Quantentechnologien

Dr. Andreas Volkmer
3. Physikalisches Institut

Aufgabe 9: de Broglie Wellenlänge (6 Punkte)

a) Ist es denkbar, dass Radfahrer mit sich selbst interferiert? Berechnen Sie dazu die de Broglie Wellenlänge eines 80kg schweren Menschen, der sich mit 30km/h bewegt. Diekutieren Sie das Ergebnis.

b) Welcher Energiebereich ist sinnvoll, wenn man mit Elektronen ein Beugungsexperiment an einem Kristall aus Nickel machen möchte? Schlagen Sie dazu den Atomabstand in Nickel und die Kristallstruktur einer (111) Oberfläche (dichtest gepackte Oberfläche) nach. Berechnen Sie die de Broglie Wellenlänge von Elektronen mit einer Energie von 100 eV, 1 keV, 10 keV, 100 keV und ermitteln Sie die zu erwartenden Beugungswinkel.