

1. Aufgabe – Licht als EM Welle – Beugungserscheinungen (50P)

In verschiedenen historischen Experimenten wird (zunächst als monochromatisch angenommenes) Licht aus einer Lichtquelle zur Beobachtung von Interferenzererscheinungen und damit zur Bestätigung der Wellennatur des Lichtes verwendet, indem man den Lichtstrahl mittels (halbdurchlässiger) Spiegel aufteilt und die Teilbündel unterschiedliche optische Weglängen bis zu einem Schirm o.ä. zurücklegen lässt. Dort können dann die Interferenzererscheinungen beobachtet werden.

1. Definiere die Begriffe Interferenz, Beugung und Kohärenz. Ist bei obiger Anordnung Kohärenz gewährleistet? (12P)
2. Erläutere den Begriff Kohärenzlänge anhand einer Skizze zu obiger Anordnung und seine Bedeutung für das Auftreten von Interferenzererscheinungen. (6P)
3. In manchen Bereichen des Schirms wird man – je nach Anordnung – dunkle Bereiche finden. Erläutere diese Beobachtung und führe sie auf die unterschiedlichen Weglängen zurück. (6P)
4. Beschreibe und begründe das erwartete Bild, wenn diese Experimente mit weißem Licht durchgeführt werden. (6P)
5. Vergütung von Linsen: Um die Reflektion an Linsenoberflächen zu verringern und dadurch die Transmission zu erhöhen, werden Objektivlinsen mit einer sogenannten $\lambda/4$ – Schicht überzogen. Begründe dies und erkläre, warum Licht dieser Wellenlänge nicht reflektiert wird.
Zur Erinnerung: Bei der Reflektion an einem optisch dichteren Medium tritt ein Phasensprung von π auf, sonst nicht. Die optische Weglänge in einem Medium mit der Brechzahl n beträgt: $\Delta_{\text{opt}} = n \cdot \Delta_{\text{geom}}$. Das resultiert daraus, dass die Wellenlänge im Medium der Brechzahl n nur noch λ/n beträgt, wenn λ die Vakuumwellenlänge ist. (12P)
6. Um die Transmission im grünen Bereich bei $\lambda = 550\text{nm}$ zu erhöhen, wird die Oberfläche einer Linse ($n=1,55$) mit einer dünnen Schicht ($n=1,35$) bedampft. Berechne die erforderliche geometrische Schichtdicke. (8P)

2. Aufgabe – Gitterspektrometer (50 Punkte)

Während die altbekannten Prismenspektrometer die Dispersion $n(\lambda)$ zur Analyse der spektralen Zusammensetzung des Lichtes ausnutzen, arbeiten die „besseren“ Spektrometer – besonders in der Astrophysik – mit optischen Gittern. Diese erlauben eine sehr viel höhere Auflösung. Im folgenden soll von einem optischen Gitter (Gitterkonstante $g = 2,5\mu\text{m}$) ausgegangen werden, welches durch eine geeignete Anordnung von Lichtquelle, Linsen, Blenden usw. gleichmäßig mit hinreichend kohärentem Licht beleuchtet wird. Die erwarteten Beugungserscheinungen werden im Abstand von $d = 30\text{cm}$ auf einem Schirm vor dem Gitter beobachtet.

1. Obiges Gitter wird mit der roten He-Linie ($\lambda = 597\text{nm}$) ausgeleuchtet. Berechne die Lage a_i (relativ zur optischen Achse) sämtlicher Maxima auf dem Schirm. (16P)
2. In einem weiteren Experiment wird nun als Lichtquelle ein weit entfernter Stern mittels des beschriebenen Gitters spektral analysiert. Zeichne das erwartete Beugungsbild auf dem Schirm bis zur 2. Ordnung, wenn im Sternenlicht die Wellenlängen 697nm , 538nm und 418nm vorkommen. (16P)
3. Ein anderes Gitter wird wie in obigem Aufbau mit der He-Linie aus Teil 1. beleuchtet, man beobachtet folgendes Beugungsbild. Interpretiere es und bestimme daraus die Spaltbreite b und die Gitterkonstante g . (18P)

