

Ferienkurs Experimentalphysik 3

Wintersemester 2014/2015

Thomas Maier, Alexander Wolf

Übungsblatt 3

Beugung und Interferenz

Aufgabe 1: Seifenblasen

- a) Erklären Sie, warum Seifenblasen in bunten Farben schillern.
- b) Eine Seifenblase, die von Luft umgeben ist, hat einen Brechungsindex von $n = 1,34$. Ein Bereich erscheint im senkrecht reflektierten Licht rot ($\lambda_0 = 734\text{nm}$). Geben Sie zwei mögliche Schichtdicken der Seifenhaut an.
- c) Welche Wellenlängen aus dem sichtbaren Spektralbereich werden bei der Reflexion an einer 500nm dicken Seifenschicht mit dem Brechungsindex $n = 1,34$ bei senkrechtem Lichteinfall
 - (i) verstärkt bzw.
 - (ii) ausgelöscht?

Das für das menschliche Auge wahrnehmbare Lichtspektrum liegt bei Wellenlängen zwischen 380nm und 780nm .

Aufgabe 2: Vergütung

Eine Kameralinse aus Glas mit dem Brechungsindex $n_G = 1,6$ sei zur Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit mit einer Beschichtung mit Brechungsindex $n_B = 1,38$ vergütet und habe überall die gleiche Dicke. Betrachten Sie die Linsenoberfläche als eine ebene Platte.

- a) Welche Dicke d muss die Beschichtung aufweisen, damit in 1. Ordnung das Licht der Wellenlänge $\lambda_0 = 540\text{nm}$ nicht reflektiert wird?
- b) Gibt es destruktive Interferenzen für andere sichtbare Wellenlängen?
- c) Um welchen Faktor wird der Reflexionsgrad von Licht der Wellenlängen $\lambda_1 = 400\text{nm}$ und $\lambda_2 = 700\text{nm}$ durch diese Beschichtung verringert? Vernachlässigen Sie die Differenzen der Amplituden des an beiden Oberflächen reflektierten Lichtes.

Aufgabe 3: Michelson-Interferometer

Welche optischen Weglängendifferenzen in den beiden Armen eines Michelson-Interferometers sind höchstens zulässig, damit gerade noch Interferenzstreifen beobachtet werden können unter Verwendung von:

- a) Laserlicht ($\Delta\nu/\nu \approx 10^{-13}$, $\lambda \approx 550\text{nm}$; $\Delta\nu$ ist die spektrale Halbwertsbreite)
- b) Licht aus einem angeregten Atomstrahl ($\Delta\nu/\nu \approx 10^{-7}$, $\lambda \approx 550\text{nm}$)
- c) weißem Licht (Näherung)

Aufgabe 4: Röntgen- und Neutronendiffraktometrie

- a) In kristallinem Natrium sitzen die Atome auf den Eck- und Mittelpunkten eines Gitters (flächenzentriert kubisches Gitter), das aus würfelförmigen Einheitszellen der Kantenlänge $a = 4,29\text{\AA}$ aufgebaut ist. Sie reflektieren monochromatische Röntgenstrahlung der Wellenlänge $\lambda = 1,54\text{\AA}$ an den zu den Würfelseiten parallelen Netzebenen. Bei welchen Winkeln tritt Bragg-Reflexion auf?
- b) Ein Neutronenstrahl fällt auf polykristallines Wismut (Gitterebenenabstand $d = 4\text{\AA}$). Ab welcher Neutronenenergie ist keine Streuung mehr möglich? Für die Energie gilt $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$, mit dem Wellenvektor k . Die Neutronenmasse beträgt $m_N = 1,674 \cdot 10^{-27}\text{kg}$.

Aufgabe 5: Doppelspalt

Ein Doppelspalt-Experiment wird mit einem Helium-Neon-Laser der Wellenlänge $\lambda = 633\text{nm}$ durchgeführt. Stellt man einen transparenten Kunststoffstreifen vor einen der Spalte, so beobachtet man eine Verschiebung des Interferenzmusters um 5,5 Streifen. Wird das gleiche Experiment jedoch unter Wasser durchgeführt, dann verschiebt sich das Interferenzmuster lediglich um 3,5 Streifen. Der Brechungsindex von Wasser beträgt $n_w = 1,33$. Berechnen Sie die Dicke und den Brechungsindex des Kunststoffstreifens.

Aufgabe 6: Beugungsgitter

Ein Gitter mit 1000 Spalten, dessen Spaltabstand $d = 8 \mu\text{m}$ und Spaltbreite $b = 3 \mu\text{m}$ ist, werde von einer kohärenten Lichtquelle mit einer Wellenlänge von $\lambda = 635 \text{ nm}$ bestrahlt.

- a) Bis zu welcher Ordnung kann man die Interferenzmaxima sehen?
- b) Gibt es Interferenzmaxima, die man im Interferenzbild nicht als solche erkennt? Wenn ja, warum und treten sie hier auf?
- c) Welche Unterschiede im Interferenzbild würden Sie erhalten, wenn Sie statt eines Gitters einen Doppelspalt verwenden?