

Experimentalphysik III

Optik und Quantenphysik

Übungsblatt 6

Zur Abgabe über *moodle* bis 21.11.2023 24:00 Uhr!

● Aufgabe 1: (6 Punkte) Beugung am Einzelspalt

Das Licht von einem Diodenlaser mit einer Wellenlänge von 445 nm trifft auf einen vertikalen Spalt mit einer Breite $b = 10 \mu\text{m}$. In einem Abstand von $L = 20 \text{ cm}$ befindet sich hinter dem Spalt ein Schirm.

- a) Wie weit sind die Minima der ersten Ordnung auf dem Schirm auseinander?
- b) Wie weit sind die Maxima der zweiten Ordnung auf dem Schirm auseinander?
- c) Bei welcher Wellenlänge sind die Maxima der ersten Ordnung 3,192 cm auseinander?

● Aufgabe 2: (4 Punkte) Einstein-Teleskop

Das zukünftige Einstein-Teleskop ist vereinfacht gesagt ein Michelson-Interferometer mit mehreren Armen von jeweils 10 km Länge. Einer von zwei möglichen Lasern speist kohärentes Licht mit einer Wellenlänge von 1550 nm ein.

- a) Welcher absoluten Längenänderung entspricht eine Interferenzänderung zwischen zwei konsekutiven Minima/Maxima?
- b) Welcher relativen Längenänderung entspricht eine Interferenzänderung zwischen zwei konsekutiven Minima/Maxima?

Das Interferometer des Einstein-Teleskop's kann sehr kleine Helligkeitsänderungen wahrnehmen und ist dadurch sensitiv zu relativen Längenänderungen von bis zu $\sim \mathcal{O}(10^{-24})$.

●● Aufgabe 3: (10 Punkte) Interferenz von Ebenenwellen

Betrachten Sie zwei in x -Richtung linear polarisierte elektromagnetische Wellen gleicher Amplitude E_0 und Kreisfrequenz ω , die sich in der yz -Ebene unter einen Winkel θ schneiden. Zeigen Sie, dass in diesem Fall für das Interferenzmuster der Intensität I in der xy -Ebene gilt:

$$\langle I(y) \rangle = 4 \langle I_0 \rangle \cos^2 \left(y \frac{\pi}{\lambda} \sin(\theta) \right).$$

●●● Aufgabe 4: (10 Punkte) Reflektivität von beschichtetem Glas

Licht einer Ebenenwelle fällt senkrecht auf eine beschichtete Glasplatte ein. Die Beschichtung besteht aus einer dünnen Schicht Titanoxid (TiO_2) mit der Dicke $d = 40 \text{ nm}$ und einem Brechungsindex von $n = 2,35$ ($\approx \lambda/4$ für 400 nm). Der Brechungsindex der Glasplatte ist $n = 1,52$ (Kronglas).

Berechnen Sie die Intensität des reflektierten Lichtes indem Sie die Amplitude der reflektierten Welle bestimmen. Berücksichtigen Sie dazu alle Wellen die bis zu einer genügend großen Anzahl N -mal reflektiert wurden. Vervollständigen Sie dazu die in der JupyterLab Umgebung (JupyterLab, "ExPhy3") bereitgestellte Vorlage!

Wie später noch gezeigt wird, gilt für die reflektierte und transmittierte Amplitude an einer Grenzschicht von Medium 1 zu Medium 2:

$$r = \frac{E_{\text{ref}}}{E_0} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$$
$$t = \frac{E_{\text{trans}}}{E_0} = \frac{2n_1}{n_1 + n_2}$$

Ein negatives Vorzeichen bedeutet hier einen Phasensprung von 180° .

Ploten Sie die Reflektivität in einem Bereich von 200 nm bis 800 nm Wellenlänge!

Warum ist das Maximum bei circa 400 nm ?

Reichen Sie das *Jupyter Notebook* zusammen mit den anderen Aufgaben im moodle ein!