

# Übungen zur Experimentalphysik II

## SS 2022, Prof. A. Melzer

### Zettel 11

#### 1. Doppelspalt (2 P)

Bei einem Doppelspaltexperiment wird mit Licht der Wellenlänge 700 nm ein Interferenz- und Beugungsmuster beobachtet. Die Spalte haben eine Breite von 0,01 mm und den Abstand 0,2 mm. Wie viele helle Streifen treten im zentralen Beugungsmaximum auf?

#### 2. Auflösungsvermögen Auge (2P)

Die Bilder des Malers George Seurat bestehen häufig aus vielen kleinen, nahe beieinander liegenden Punkten, die jeweils mit einer reinen Farbe gemalt sind und einen Durchmesser von rund 2 mm haben ("Pointillismus"). Die Vermischung der Farben geschieht im Auge des Betrachters durch Beugungseffekte. Bestimmen Sie den minimalen Betrachtungsabstand, bei dem dieser Effekt gerade eintritt (nehmen Sie dafür die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes, die den größten Betrachtungsabstand erfordert). Nehmen Sie an, dass der Pupillendurchmesser 3,0 mm ist.

#### 3. Polarisation (2 P)

Zwischen zwei gekreuzte Polarisatoren wird ein dritter gestellt und gemessen, wieviel Licht am Ende herauskommt. Berechnen Sie die Intensität hinter dem dritten Polarisator als Funktion des Drehwinkels des mittleren Polarisators. Wann wird die Intensität maximal?

#### 4. Polarisation/Reflexion (3P)

Die Reflexions- und Transmissionskoeffizienten  $r$  bzw.  $t$  für Licht, das an der Grenze zwischen zwei Materialien teils reflektiert und teils gebrochen wird, sind gegeben durch

$$\begin{aligned}r_{\parallel} &= \left( \frac{E'_r}{E_i} \right)_{\parallel} = \frac{n_2 \cos \theta_i - n_1 \cos \theta_r}{n_1 \cos \theta_r + n_2 \cos \theta_i} \\r_{\perp} &= \left( \frac{E'_r}{E_i} \right)_{\perp} = \frac{n_1 \cos \theta_i - n_2 \cos \theta_r}{n_1 \cos \theta_i + n_2 \cos \theta_r} \\t_{\parallel} &= \left( \frac{E_r}{E_i} \right)_{\parallel} = \frac{2n_1 \cos \theta_i}{n_1 \cos \theta_r + n_2 \cos \theta_i} \\t_{\perp} &= \left( \frac{E_r}{E_i} \right)_{\perp} = \frac{2n_1 \cos \theta_i}{n_1 \cos \theta_i + n_2 \cos \theta_r}\end{aligned}$$

mit den in der Zeichnung angegebenen elektrischen Feldkomponenten  $E_i$ ,  $E_r$  und  $E'_r$  parallel und senkrecht zur Einfallsebene.

Unter Verwendung des Brechungsgesetzes lassen sich die Reflexionskoeffizienten schreiben als (wer will, kann das gerne nachrechnen):

$$r_{\parallel} = \frac{\tan(\theta_i - \theta_r)}{\tan(\theta_i + \theta_r)}$$

$$r_{\perp} = -\frac{\sin(\theta_i - \theta_r)}{\sin(\theta_i + \theta_r)}$$

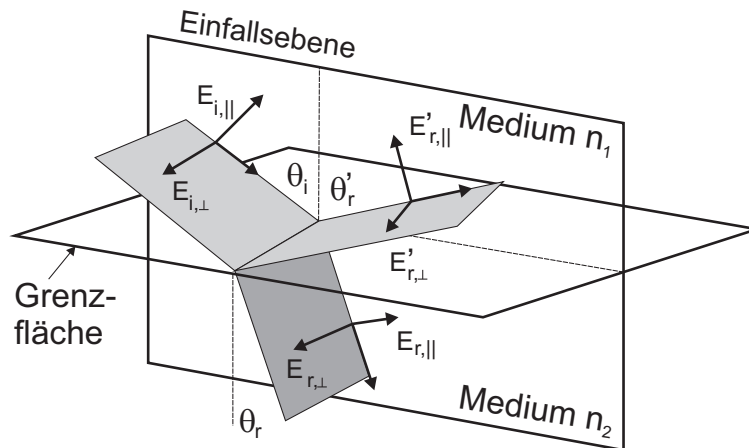


Abbildung 1: zu Aufgabe 4

- (a) Wenn Licht unter dem Brewsterwinkel  $\theta_i = \theta_B$  einfällt, gilt  $\theta_r + \theta_r' = 90^\circ$ . Zeigen Sie, dass dann das reflektierte Licht vollständig polarisiert ist. In welcher Richtung ist das Licht polarisiert?
- (b) Eine Glasplatte mit Brechzahl  $n_G$  ist mit einem dünnen Film (Brechzahl  $n_F$ ) beschichtet. Darüber befindet sich Luft mit der Brechzahl  $n_L$ . Zeigen Sie, dass für senkrechten Einfall die Reflexionskoeffizienten an der Grenzfläche Luft–Film und an der Grenzfläche Film–Glas gleich sind, wenn  $n_F = \sqrt{n_L n_G}$  (und für  $n_L = 1$  damit  $n_F = \sqrt{n_G}$ )!
- (c) Zeigen Sie, dass bei dem oben genannten Film für Licht der Wellenlänge  $\lambda$  eine vollständige destruktive Interferenz stattfindet, wenn die Schichtdicke gerade  $d = \lambda/4n_F$  beträgt (dann haben wir eine Antireflex-Beschichtung).