

# Ferienkurs Experimentalphysik 3

Wintersemester 2014/2015

Thomas Maier, Alexander Wolf

## Übungsblatt 1

### Wellengleichung und Polarisation

#### Aufgabe 1: Wellengleichung

Eine transversale elektromagnetische Welle im Vakuum sei zirkular polarisiert und breite sich in z-Richtung aus:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = E_0 \begin{pmatrix} \cos(kz - wt) \\ \sin(kz - wt) \\ 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Berechnen Sie für diese Welle:

- das B-Feld  $\vec{B}(\vec{r}, t)$
- den Poynting-Vektor  $\vec{S}(\vec{r}, t)$
- den Strahlungsdruck auf eine um den Winkel  $\alpha$  gegen die Ausbreitungsrichtung geneigte, total absorbierende Ebene.

#### Aufgabe 2: Prisma

Ein gleichseitiges Prisma wird mit dem Licht einer Lampe bestrahlt. Das einfallende Licht treffe senkrecht auf eine Seite des Prismas.

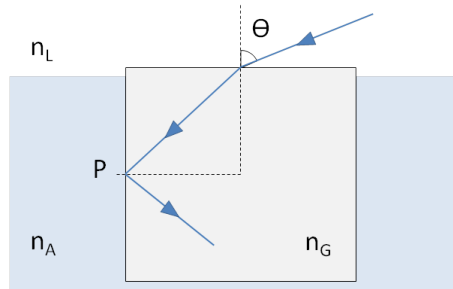
- Zeichnen Sie den Strahlengang.
- Um welchem Winkel sieht man rotes ( $n_r = 1,54$ ) und violettes ( $n_v = 1,56$ ) Licht im Bezug zur ursprünglichen Strahlrichtung abgelenkt?

#### Aufgabe 3: Quader in Alkohol

Ein Lichtstrahl trete aus Luft ( $n_L = 1$ ) auf einen Plexiglasquader ( $n_G = 1,50$ ), der fast komplett in Alkohol ( $n_A = 1,36$ ) eingetaucht ist.

- Berechnen Sie den Winkel  $\Theta$ , für den sich am Punkt P Totalreflexion ergibt.

- b) Wenn der Quader aus dem Alkohol gehoben wird, ergibt sich dann auch mit dem in a) berechneten Einstrahlwinkel am Punkt P Totalreflexion? Warum?



#### Aufgabe 4: Polarisationsgrad

Unpolarisiertes Licht der Intensität  $I = I_{\perp} + I_{\parallel}$  fällt unter dem Brewster-Winkel auf eine Grenzfläche. Das Reflexionsvermögen für senkrechte Polarisation  $R_{\perp}$  (Anteil der reflektierten und senkrecht zur Einfallsebene polarisierten Intensität) betrage 0,2. Wie groß sind die Polarisationsgrade des reflektierten ( $P_r$ ) und des transmittierten Lichts ( $P_t$ ) in Abhängigkeit des Polarisationsgrads des eingestrahnten Lichts  $P_0$ ?

*Hinweis:*

$$P_i := \frac{I_{\perp,i} - I_{\parallel,i}}{I_{\perp,i} + I_{\parallel,i}} \quad (2)$$

#### Aufgabe 5: Fourier-Transformation

Berechnen Sie die Fouriertransformierte der folgenden Amplitudenverteilungen im Frequenzraum:

- a)  $E(w) = E_0 \delta(w - w_0)$   
 b)  $E(w) = E_0 \exp(-a|w|)$ ,  $a \geq 0$

#### Aufgabe 6: Doppelbrechung

Ein Plättchen der Dicke  $d$  hat für die  $\hat{x}$ -polarisierte Strahlung den Brechungsindex  $n_x(w) = 1 - \frac{\alpha}{w - w_0 + \Delta}$  und für die  $\hat{y}$ -polarisierte Strahlung den Brechungsindex  $n_y(w) = 1 - \frac{\alpha}{w - w_0 - \Delta}$ . Linear polarisierte Strahlung mit der Frequenz  $w_0 + \delta$ , welches in einem Winkel von  $45^\circ$  zu den x- und y-Achsen linear polarisiert ist, verlässt das Plättchen nach senkrechtem Einfall rechts-/linkszirkular polarisiert. Bestimmen Sie die möglichen Werte von  $\delta$ .

#### Aufgabe 7: Kleine Beweise

Für Motivierte ein paar kleine Beweise zur Thematik:

- a) Zeigen Sie, dass aus den Maxwell-Gleichungen eine Wellengleichung für das magnetische Feld  $\vec{B}$  folgt.

- b) Zeigen Sie, dass jede lineare polarisierte Welle als Linearkombination aus zwei zirkular polarisierten Wellen beschrieben werden kann.