

# Ferienkurs Experimentalphysik 3

## Übungsblatt 1

### 1 Wellengleichung für das magnetische Feld

Zeigen Sie, dass aus den Maxwell-Gleichungen eine Wellengleichung für das magnetische Feld  $\mathbf{B}$  folgt (analog zur Wellengleichung für das elektrische Feld  $\mathbf{E}$  in der Vorlesung).

### 2 Wellengleichung für das magnetische Feld

Eine transversale elektromagnetische Welle im Vakuum sei zirkular polarisiert:

$$\mathbf{E} = E_0 \begin{pmatrix} \cos(kz - \omega t) \\ \sin(kz - \omega t) \\ 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

und breite sich in z-Richtung aus. Berechnen Sie für diese Welle:

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

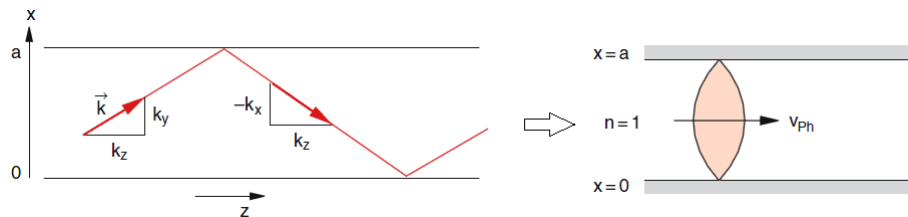
### 3 Fourier-Transformation

Berechne die Fouriertransformierte der folgenden Amplitudenverteilungen im Frequenzraum:

- $E(\omega) = E_0\delta(\omega - \omega_0)$
- $E(\omega) = E_0\exp(-a|\omega|)$

## 4 Wellenpaket

In einem rechteckigen Hohlleiter (2 parallele Metallplatten,  $a=3\text{cm}$ ) fällt eine EM-Welle ein, die eine zu den Platten senkrechte und eine parallele Komponente besitzt. An den Metallplatten wird das Licht reflektiert, und die verschiedenen E-Felder ergeben zusammen eine ebene Welle mit modulierter Amplitude, die in  $z$ -Richtung sich ausbreitet.



Als Randbedingung gilt, dass an den Platten selber das E-Feld verschwindet, dies ergibt für  $k_x$  folgende Bedingung:

$$k_x = n \cdot \frac{\pi}{a}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

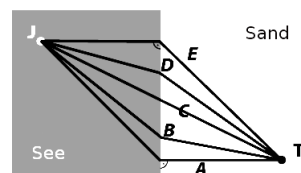
Diese modulierte ebene Welle soll sich mit der Geschwindigkeit  $v_{gr} = \frac{1}{3} \cdot c_0 = 10^8 \text{m/s}$  ausbreiten. Wie groß muss ihre Wellenlänge  $\lambda$  sein, und wie groß ist die Phasengeschwindigkeit  $v_{ph}$ ?

## 5 Polarisation

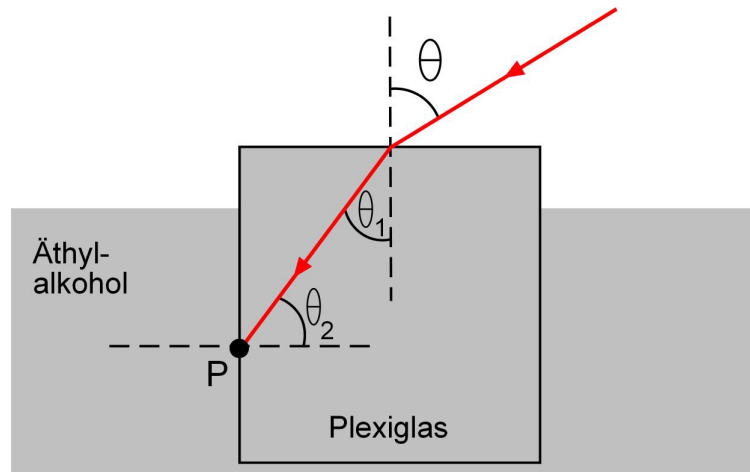
Zeigen Sie, dass jede lineare polarisierte Welle als Linearkombination aus zwei zirkular polarisierten Wellen mit entgegengesetztem Drehsinn beschrieben werden kann.

## 6 Schwimmen

Jane wird in einem See am Punkt J von einem Krokodil angegriffen. Tarzan, der sich an Land am Punkt T befindet, möchte ihr zu Hilfe eilen. Tarzan rennt mit  $12\text{m/s}$  und schwimmt mit  $3\text{m/s}$ . Auf welchen der eingezeichneten Wege hat Tarzan die größte Chance, Jane zu helfen? Wieso?



## 7 Plexiglas in Alkohol



Ein Lichtstrahl treffe aus Luft ( $n_L = 1$ ) auf einen Plexiglasquader ( $n_{pg} = 1,491$ ), der fast komplett in Alkohol ( $n_{alk} = 1,36$ ) eingetaucht ist.

- Berechne den Winkel  $\theta$ , für den sich am Punkt P Totalreflexion ergibt.
- Wenn der Quader aus dem Alkohol gehoben wird, ergibt sich dann auch mit dem in (a) berechneten Einfallswinkel am Punkt P Totalreflexion? Warum?

## 8 Glasfaserkabel

Ein Glasfaserkabel hat einen Kernradius von  $a$  mit einem Mantel. Die Brechzahl des Kerns sei  $n_k = 1,457$ , die des Mantels  $n_M = 1,448$ .  $r$  sei die Radialkoordinate. Ein Lichtstrahl treffe unter dem Einfallswinkel  $\alpha$  beim  $r = 0$  auf die Stirnfläche des Kabels. bis zu welchem Winkel  $\alpha_{max}$  wird er an der Grenzfläche Kern/Mantel der Glasfaser totalreflektiert?

## 9 Doppelbrechung

Ein Plättchen der Dicke  $d_z$  hat für die  $\hat{x}$ -polarisierte Strahlung den Brechungsindex  $n_x = 1 - \frac{\alpha}{\omega - \omega_0 + \Delta}$  und für  $\hat{y}$ -polarisierte Strahlung den Brechungsindex  $n_x = 1 - \frac{\alpha}{\omega - \omega_0 - \Delta}$ . Linear polarisierte Strahlung mit der Frequenz  $\omega_0 + \delta$ , welches mit einem Winkel von  $45^\circ$  zu den x- und y-Achsen polarisiert ist, verlässt das Plättchen nach senkrechtem Einfall rechts/linkszirkular polarisiert. Bestimme die möglichen Werte von  $\delta$