

Übungsblatt 4

Ausgabe: Dienstag, 15.11.2022

Abgabe: Dienstag, 22.11.2022, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 24.11.2022 (Übungen)

Aufgabe 1

5 Punkte

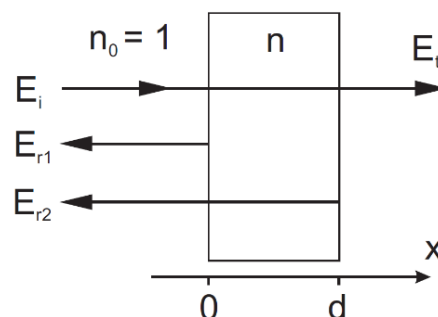
- a) Erklären Sie, was der Brewster-Winkel ist. Welche physikalischen Effekte sind mit ihm verbunden, und was ist die Ursache für sein Auftreten? Leiten Sie die Formel für den Winkel her. **2 Punkte**
- b) Zeigen Sie, dass beim Durchgang eines Lichtstrahls von Luft durch eine planparallele Glasplatte für die Reflexion an der zweiten Grenzfläche (Fensterglas/Luft) die Brewster-Bedingung automatisch erfüllt ist, wenn sie für die Reflexion an der ersten Grenzfläche (Luft/Fensterglas) erfüllt ist. Wie weit ist der durchgehende gegen den einfallenden Strahl parallel verschoben, wenn die Dicke der Glasplatte $d = 1 \text{ mm}$ und $n = 1,6$ ist? **1,5 Punkte**
- c) Der Polarisationsgrad von Licht wird als $P = \frac{I_{\parallel} - I_{\perp}}{I_{\parallel} + I_{\perp}}$ berechnet. Welche Anzahl N von Brewsterflächen mit $n = 1,6$ muss ein Lichtstrahl der Intensität I_0 passieren, um einen Polarisationsgrad $P = 0,99$ des transmittierten Lichtes zu erreichen? Das Licht sei zu Beginn unpolarisiert, d.h. $I_{\parallel} = I_{\perp} = 0,5 I_0$. **1,5 Punkte**

Aufgabe 2

4 Punkte

Ein Glasplättchen mit Dicke d und Brechungsindex $n = 1,5$ werde unter senkrechtem Einfall mit der Lichtwelle $E_i = E_0 e^{i(k_0 x - \omega t)}$ mit der Vakuumwellenlänge λ_0 bestrahlt.

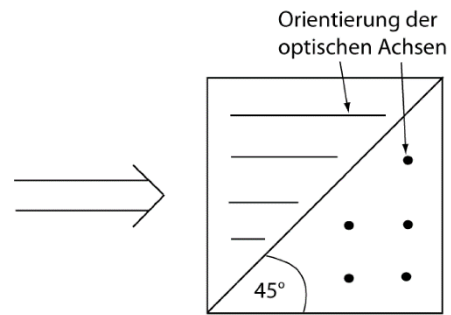
- a) Berechnen Sie die beiden reflektierten Wellen E_{r1} und E_{r2} . Wo tritt ein Phasensprung auf, und woran können Sie diesen erkennen? Hinweis: Benutzen Sie die Fresnel-Formeln. Die Transmissionskoeffizienten seien ungefähr 1 und müssen daher bei der Berechnung von E_{r2} nicht berücksichtigt werden.
- b) Die gesamte reflektierte Welle E_r ist die Summe von E_{r1} und E_{r2} (Mehrfachreflexionen werden vernachlässigt). Zeigen Sie, dass für diese Näherungen die Reflexionsintensität I_r proportional zu $\sin^2(2\pi nd/\lambda_0)$ ist.
- c) Wie groß sind I_r und der Phasensprung der reflektierten Welle für $d \ll \lambda$? Zur Bestimmung des Phasensprungs berechnen Sie das Verhältnis E_r/E_i . Tritt in diesem ein imaginärer Anteil $e^{i\Delta\varphi}$ auf, ist $\Delta\varphi$ der Phasensprung.



Aufgabe 3

4 Punkte

Das skizzierte Prisma ist aus zwei Kalzit-Prismen (Kalkspat-Prismen) zusammengesetzt. Die optischen Achsen der Kalzitprismen sind wie skizziert senkrecht bzw. parallel zur Papierebene angeordnet. Die Brechungsindizes betragen $n_o = 1,6584$ für den ordentlichen Strahl ($\vec{E}$ senkrecht zur optischen Achse) und $n_{ao} = 1,4864$ für den außerordentlichen Strahl ($\vec{E}$ parallel zur optischen Achse).



- Licht, das in der Papierebene polarisiert ist, fällt von links senkrecht auf das Prisma. In welchen Richtungen bezüglich der Einfallsrichtung verlässt das Licht das Prisma?
- In welchen Richtungen verlässt Licht das Prisma, wenn das einfallende Licht senkrecht zur Papierebene polarisiert ist und senkrecht auf das Prisma trifft?
- Unter welchen Bedingungen kann polarisiertes Licht die rechte Seite des Prismas verlassen, wenn unpolarisiertes Licht senkrecht von der linken Seite auf das Prisma trifft? Was müsste verändert werden? Hinweis: Diskussion, keine Rechnung.

Aufgabe 4

4 Punkte

Natürliches Licht fällt senkrecht auf einen doppelbrechenden Kristall, dessen optische Achse $\vec{c}$ um 45° gegenüber der Eintrittsfläche geneigt ist. Die Brechzahlen seien $n_p = 1,486$ für $\vec{E}$ parallel zu $\vec{c}$ und $n_s = 1,658$ für $\vec{E}$ senkrecht zu $\vec{c}$. Welchen Winkel α schließen der ordentliche und der außerordentliche Lichtstrahl im Medium ein und in welche Richtung wird der außerordentliche Strahl abgelenkt?

Hinweis: Zerlegen Sie die Felder $\vec{D}$ und $\vec{E}$ im Kristall in Komponenten parallel und senkrecht zur optischen Achse.

