

Übungsblatt 7

Ausgabe: 09.12.2025

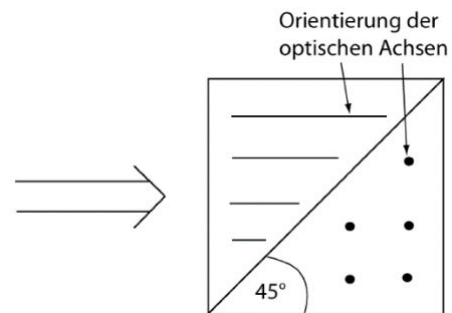
Abgabe: 16.12.2025, vor 10:00 Uhr (Ilias)

Besprechung: 18.12.2025 (Tutorien)

Aufgabe 1

3 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).



a) Licht, das in der Papierebene polarisiert ist, fällt von links senkrecht auf das Prisma. In welchen Richtungen bezüglich der Einfallrichtung verlässt das Licht das Prisma? **½ Punkt**

b) In welchen Richtungen verlässt Licht das Prisma, wenn das einfallende Licht senkrecht zur Papierebene polarisiert ist und senkrecht auf das Prisma trifft? **1½ Punkte**

c) 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. **1 Punkt**

Aufgabe 2

4 Punkte

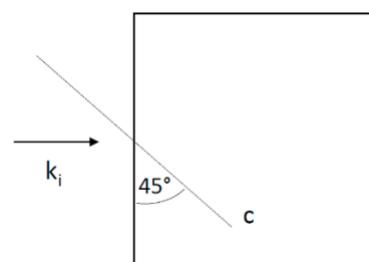
Unpolarisiertes Licht fällt senkrecht auf einen doppelbrechenden Kristall, dessen optische Achse \vec{c} um 45° gegenüber der Eintrittsfläche geneigt ist. Die Brechzahlen seien $n_p = 1,486$ für \vec{E} parallel zu \vec{c} und $n_s = 1,658$ für \vec{E} senkrecht zu \vec{c} .

a) Zeichnen Sie in einer Skizze die Felder \vec{D} und \vec{E} sowie die Vektoren \vec{k} und \vec{S} im Kristall ein.

2 Punkte

b) Welchen Winkel α schließen der ordentliche und der außerordentliche Lichtstrahl im Medium ein und in welche Richtung wird der außerordentliche Strahl abgelenkt? Zerlegen Sie zur Berechnung die Felder \vec{D} und \vec{E} im Kristall in Komponenten parallel und senkrecht zur optischen Achse \vec{c} .

2 Punkte



Aufgabe 3

4 Punkte

Eine Lichtwelle hat den Feldstärkevektor $\vec{E}(t, z) = E_0 \begin{pmatrix} \cos(\omega t - kz) \\ \cos(\omega t - kz) \\ 0 \end{pmatrix}$.

- Wie ist die Welle polarisiert? **½ Punkt**
- Die Welle durchläuft eine $\lambda/4$ – Platte, deren optische Achse parallel zur x-Achse orientiert ist. Für die Brechungsindizes senkrecht und parallel zur optischen Achse gilt $n_{\text{Senkrecht}} > n_{\text{Parallel}}$. Geben Sie den Feldstärkevektor \vec{E}_1 der Welle nach Durchgang durch die Platte an. Wie ist die transmittierte Welle polarisiert? **1 Punkt**
- Die Welle durchläuft nach der ersten eine zweite $\lambda/4$ – Platte, die identisch zur ersten und parallel zu dieser orientiert ist. Geben Sie den Feldstärkevektor \vec{E}_2 der Welle nach Durchgang durch die zweite Platte an. Wie ist die transmittierte Welle polarisiert? Vergleichen Sie mit der Eingangspolarisation in Aufgabe a)! **1 Punkt**
- Die zweite $\lambda/4$ – Platte wird so gedreht, dass ihre optische Achse parallel zur y-Achse orientiert ist. Geben Sie den Feldstärkevektor \vec{E}_2 der Welle nach Durchgang durch die zweite Platte an. Wie ist die transmittierte Welle polarisiert? (Vergleich mit a)!) **1 Punkt**
- Welche Eigenschaft muss das Material haben, aus dem die $\lambda/4$ – Platte besteht? Wie dick muss die Platte sein? **½ Punkt**

Aufgabe 4

6 Punkte

- Zeigen Sie, dass sich die allgemeine Gasgleichung auch in der folgenden Form schreiben lässt: $p = \rho R_S T$ (p : Druck, ρ : Massendichte, T : Temperatur, R_S : spezifische Gaskonstante). **½ Punkt**
- Erklären Sie die physikalische Bedeutung der Barometrischen Höhenformel (ein bis zwei Sätze). **½ Punkt**
- Ein Heißluftballon steigt aufgrund der Auftriebskraft, die durch den Dichteunterschied zwischen der warmen Luft im Balloninneren und der kälteren Luft außen entsteht. Ein Ballon mit starrer, nach unten offener Hülle (Masse 200 kg) soll für den Transport von vier durchschnittlich schweren Menschen (je 75 kg) in einer Flughöhe von 1500 m ausgelegt werden.
Welches Volumen muss der Ballon mindestens haben, wenn die Luft im Ballon eine Temperatur von 80°C hat und die Außentemperatur 10°C beträgt? **4 Punkte**

Hinweis: Verwenden Sie die allgemeine Gasgleichung in der Form aus Aufgabenteil a. Nehmen Sie für die Rechnung an, dass die Temperatur der Atmosphäre von der Meereshöhe bis zur Flughöhe konstant ist. Gehen Sie davon aus, dass auf Meereshöhe zwischen -10°C und +10°C der Normaldruck $p_0 = 1013$ hPa herrscht. Die Dichte der Luft auf Meereshöhe bei Normalbedingungen ($T_0 = 0^\circ\text{C}$, $p_0 = 1013$ hPa) beträgt $\rho_0 = 1,293$ kg/m³.
- Wie groß ist die Tragfähigkeit des Ballons mit dem in c) berechneten Volumen bei einer Außentemperatur von -10°C? **1 Punkt**