

Aufgabe 29: Gekrümmter Lichtstrahl

(schriftlich, 6 Punkte)

Beim Diffusionsversuch Glycerin-Wasser fällt ein Lichtstrahl auf ein schmales, planparalleles Glasgefäß, in dem Glycerin und Wasser übereinander geschichtet sind. Der Lichtstrahl verläuft in der Mischungsschicht näherungsweise senkrecht zum Brechzahlgradienten gemäß der Gleichung

$$K = \frac{1}{R} \approx \frac{1}{\bar{n}} \left. \frac{dn}{dx} \right|_{x=0},$$

wobei R der Krümmungsradius der Bahn ist und \bar{n} der Mittelwert der Brechzahlen von Glycerin (n_2) und Wasser (n_1) ist. Auf der Bahn $x(z)$ gilt näherungsweise

$$\frac{1}{R} = \frac{d^2 x}{dz^2}.$$

Die Brechzahl $n(x, t)$ hänge linear von der Konzentration $u(x, t)$ des Glycerins ab gemäß

$$n(x, t) = n_1 [1 - u(x, t)] + n_2 u(x, t).$$

$u = 1$ bedeutet reines Glycerin, $u = 0$ bedeutet reines Wasser. Die Zeitabhängigkeit des Konzentrationsgradienten

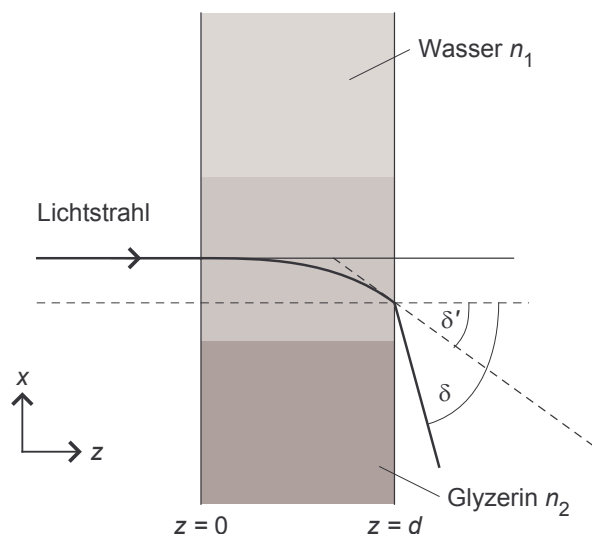
$$\frac{\partial u}{\partial x} \quad \text{für} \quad x = 0$$

ergibt sich aus der Diffusionsgleichung zu

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = -\frac{1}{2\sqrt{\pi Dt}},$$

vgl. Temperaturänderung bei Aufgabe 31, Physik 2, wobei D die Diffusionskonstante von Glycerin in Wasser ist.

Berechnen Sie die Zeitabhängigkeit des Ablenkwinkels δ' und dann den Ablenkwinkel δ (δ, δ' beide klein) unter Berücksichtigung der Brechung beim Austritt aus dem Gefäß. Dabei dürfen Sie annehmen, dass auch die Brechzahl an der Austrittsstelle gleich \bar{n} ist.



Aufgabe 30: Fresnel-Formeln**(mündlich, 9 Punkte)**

Eine Lichtwelle falle unter einem Winkel von $\varphi = 30^\circ$ auf eine Luft/Glas-Grenzfläche (Luft: $n = 1$, Glas: $n = 1,5$). Die Welle sei linear polarisiert, wobei die Schwingungsebene des elektrischen Feldes um einen Winkel γ gegen die Einfallsebene geneigt sei:

$$E_{0\perp} = E_0 \cdot \sin \gamma, \quad E_{0\parallel} = E_0 \cdot \cos \gamma.$$

- Berechnen Sie die Amplituden $\tilde{E}_{0\parallel}$, $\tilde{E}_{0\perp}$ der reflektierten und $E'_{0\parallel}$, $E'_{0\perp}$ der transmittierten Wellen.
- Geben Sie das Reflexions- und Transmissionsvermögen der parallelen und senkrechten Komponenten R_{\parallel} , R_{\perp} , T_{\parallel} und T_{\perp} für diese Grenzfläche an.
- Bestimmen Sie das gesamte Reflexions- und Transmissionsvermögen R bzw. T in Abhängigkeit von γ .

Aufgabe 31: Brewster-Winkel**(schriftlich, 5 Punkte)**

Eine parallel zur Einfallsebene polarisierte Lichtwelle durchlaufe eine planparallele Platte mit dem Brechungsindex $n = 1,5$. Wie ist der Einfallswinkel α zu wählen, damit an der Luft/Glas-Grenzfläche I keine Reflexion auftritt? Berechnen Sie für diesen Fall den Transmissionskoeffizienten t_{\parallel} und das Transmissionsvermögen T_{\parallel} an der Glas/Luft-Grenzfläche II.

