Aufgabe 35: Maxwell-Gleichungen in Materie (mündlich, 7 Punkte)

a) Geben Sie die „makroskopischen“ Maxwell-Gleichungen an und diskutieren Sie die physikalische Bedeutung der auftretenden Ladungs- und Stromdichten.

b) Berechnen Sie analog zum Vorgehen in Kapitel 3.4 der Vorlesung aus

$$\frac{\partial w_{\mathrm{mech}}}{\partial t} = \vec{j} \cdot \vec{E}$$

die Feldenergiedichte und die Energiestromdichte (Poynting-Vektor) speziell für

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \, \varepsilon \, \vec{E} \qquad \text{und} \qquad \vec{B} = \mu_0 \, \mu \, \vec{H} \ ,$$

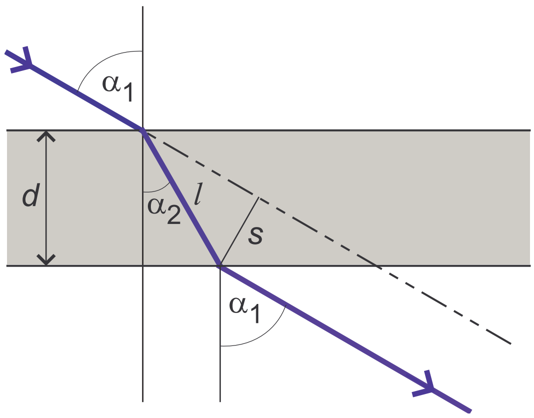
wobei ε und μ zeitunabhängig seien.

Aufgabe 36: Strahlengang bei planparalleler Platte und Prisma (schriftlich, 8 Punkte)

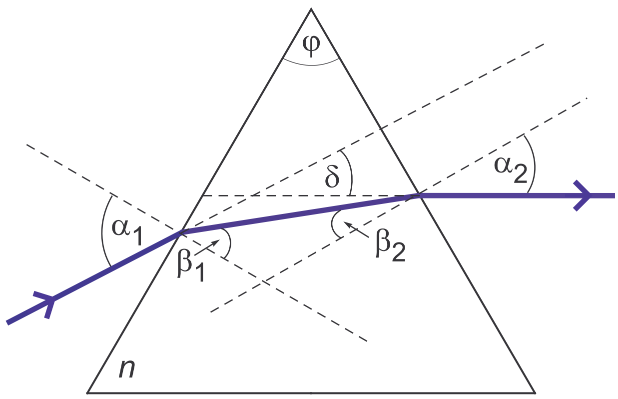
a) Berechnen Sie die Parallelverschiebung eines Lichtstrahls beim Durchgang durch eine planparallele Platte der Dicke d vom Brechungsindex n für den Einfallswinkel α_1. Was ergibt sich für $d = 1$ cm, $n = 1,5$ und $\alpha_1 = 60°$?

b) Ein monochromatischer Lichtstrahl fällt unter dem Winkel α_1 auf die eine Seite eines symmetrischen Prismas und verlässt es nach zweimaliger Brechung unter dem Winkel α_2. Stellen Sie eine Beziehung zwischen den Winkeln α_1, α_2, β_1, β_2, φ, dem Brechungsindex n und dem totalen Ablenkungswinkel δ des einfallenden Strahles auf und zeigen Sie, dass dieser Ablenkungswinkel δ für einen symmetrischen Strahlengang durch das Prisma ($\alpha_1 = \alpha_2$) minimal wird.

zu a)



zu b)



Aufgabe 37: Fresnel-Formeln (mündlich, 13 Punkte)

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

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

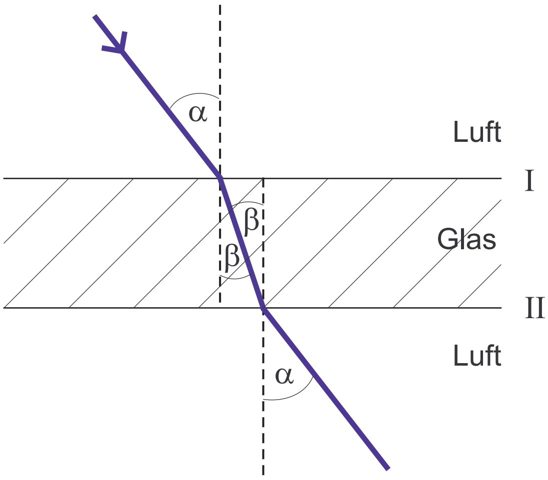
a) Berechnen Sie die Amplituden $\tilde{E}_{0\,\|}$, $\tilde{E}_{0\,\perp}$ der reflektierten und $E'_{0\,\|}$, $E'_{0\,\perp}$ der transmittierten Wellen.

b) Geben Sie das Reflexions- und Transmissionsvermögen der parallelen und senkrechten Komponenten $R_\|$, $R_\perp$, $T_\|$, $T_\perp$ für diese Grenzfläche an.

c) Bestimmen Sie das gesamte Reflexions- und Transmissionsvermögen R bzw. T in Abhängigkeit von γ.

Aufgabe 38: Brewster-Winkel **(schriftlich, 7 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 $t_\|$ und das Transmissionsvermögen $T_\|$ an der Glas/Luft-Grenzfläche II.



Aufgabe 39: gemittelter Poynting-Vektor **(schriftlich, 5 Punkte)**

Gegeben sei eine elektromagnetische Welle mit

$$\vec{E}\,(\vec{r},\,t) = \mathrm{Re}\left(\vec{E}_0\,\mathrm{e}^{i\,(\vec{k}\cdot\vec{r}-\omega\,t)}\right) \qquad \text{und} \qquad \vec{H}\,(\vec{r},\,t) = \mathrm{Re}\left(\vec{H}_0\,\mathrm{e}^{i\,(\vec{k}\cdot\vec{r}-\omega\,t)}\right) \;.$$

Dabei sind $\vec{E}_0$ und $\vec{H}_0$ im Allgemeinen komplexe Amplituden. Zeigen Sie, dass der über eine Periode $T = \dfrac{2\,\pi}{\omega}$ gemittelte Poynting-Vektor der Welle

$$\bar{\vec{S}} = \frac{1}{T}\int\limits_0^T \left(\vec{E}\,(\vec{r},\,t)\times\vec{H}\,(\vec{r},\,t)\right)\,d\,t \qquad \text{durch} \qquad \bar{\vec{S}} = \frac{1}{2}\,\mathrm{Re}\left(\vec{E}_0\times\vec{H}_0^*\right)$$

gegeben ist.

Hinweis: Für eine komplexe Zahl z gilt: $\mathrm{Re}\,z = \dfrac{1}{2}\,(z+z^*)$.

Nicht vergessen!

Eine Anmeldung im QISPOS zur Vorlesung Physik III und zu den Übungen zur Physik III ist unbedingt **bis zum 27.11.2009** erforderlich, damit die entsprechenden Leistungspunkte verbucht werden können.