Prof. Dr. M. Wegener / Priv.-Doz. Dr. A. Naber
Übungen zur Physik III (Optik & Thermodynamik), WS 2010/11

ÜBUNGSAUFGABEN (VI)
(Besprechung am Donnerstag, dem 2.12.2010)

Aufgabe 1: (4 Punkte)

Ein Lichtstrahl komme aus einem Medium mit Brechzahl n_1 und treffe auf die Grenzfläche zu einem Medium mit Brechzahl n_2. Für p-Polarisation verschwindet die Reflexion an der Grenzfläche beim Brewsterwinkel Θ_B, $\tan\Theta_B = n_2/n_1$. Eine ähnliche Beziehung kann auch für s-Polarisation hergeleitet werden, allerdings müssen dazu die magnetischen Permeabilitäten μ_1 und μ_2 der beiden Medien berücksichtigt werden. Aus den entsprechend verallgemeinerten Fresnelgleichungen folgt mit der Forderung $r_\mathrm{s} = 0$ sowie mit $n_1 = \sqrt{\epsilon_1\mu_1}$ und $n_2 = \sqrt{\epsilon_2\mu_2}$

$$\frac{n_1}{\mu_1}\cos\Theta_i = \frac{n_2}{\mu_2}\cos\Theta_t \ .$$

Leiten Sie damit einen allgemeinen Ausdruck für den Tangens des Brewsterwinkels Θ_B bei s-Polarisation als Funktion von ϵ_1, μ_1, ϵ_2 und μ_2 her. Verwenden Sie das Brechungsgesetz von Snellius, um den Winkel Θ_t des transmittierten Strahls zu eliminieren. Diskutieren Sie die spezielle Lösung für $\epsilon_1 = \epsilon_2 = 1$.

Tipp: Quadrieren Sie die Gleichungen und machen Sie intensiven Gebrauch von $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$.

Aufgabe 2: (4 Punkte)

In der Vorlesung wurde für ein Fabry-Perot-Interferometer das transmittierte elektrische Feld E_t hergeleitet. Berechnen Sie auf analoge Weise das reflektierte Feld E_r. Zeigen Sie, dass die Phasendifferenz von E_r zu dem transmittierten Feld E_t2 am Ort des zweiten Spiegels immer $\pm 90°$ beträgt, unabhängig von den Parametern des Interferometers.

Hinweise: Die Phasen der Felder E_t und E_r beziehen sich auf den Ort des ersten Spiegels. E_t2 ist daher gegeben durch $E_\mathrm{t2} = E_\mathrm{t} \cdot \exp(\mathrm{i}\,\delta/2)$. Betrachten Sie zur Bestimmung der Phasendifferenz das Verhältnis $E_\mathrm{r}/E_\mathrm{t2}$.

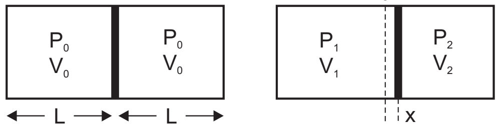
Aufgabe 3: (4 Punkte)

Ein Eisenkörper K konstanter Wärmekapazität $C = 450\,\mathrm{J/K}$, Temperatur $T_1 = 373\,\mathrm{K}$ und innerer Energie $U = C\,T_1$ wird in Wärmekontakt mit einem Wärmebad B der Temperatur $T_0 = 288\,\mathrm{K}$ gebracht. Die Temperatur von B bleibe dabei praktisch konstant, so dass K schließlich ebenfalls die Temperatur T_0 annimmt. Die Volumenänderung von K sei vernachlässigbar. Berechnen Sie die Entropieänderungen ΔS_K des Körpers K und ΔS_B des Bades B sowie die Gesamtänderung ΔS_ges zwischen Anfangs- und Endzustand für den Fall, dass die dem Körper K entzogene Wärme Q vollständig in das Wärmebad B fließt.

Hinweis: Benutzen Sie $dU = TdS - PdV$ und integrieren Sie von Anfangs- zu Endzustand.

Aufgabe 4: (4 Punkte)

In einem mit Gas gefüllten und an beiden Enden verschlossenen Zylinder (Länge $2L = 0.4\,\mathrm{m}$; Querschnittsfäche $A = 0.01\,\mathrm{m}^2$) befindet sich ein frei beweglicher, reibungsfrei gelagerter Kolben ($M = 1.5\,\mathrm{kg}$), der das Volumen des Zylinders in zwei Hälften teilt.



Der Gasdruck ist auf beiden Seiten des Kolbens gleich $P_0 = 1013\,\mathrm{hPa}$. Der Kolben wird um eine Strecke $x \ll L$ ausgelenkt und losgelassen. Er führt eine Schwingung mit der Periodendauer $T = 64.6\,\mathrm{ms}$ aus. Berechnen Sie den Adiabatenexponenten κ des Gases mit den Annahmen, dass das System abgeschlossen ist und die Prozesse im Gas reversibel verlaufen.