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

ÜBUNGSAUFGABEN (III)
(Besprechung am Donnerstag, dem 11.11.2010)

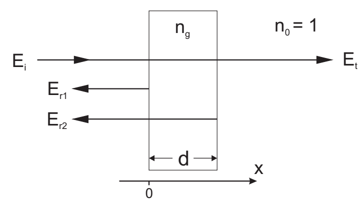
Aufgabe 1: (4 Punkte)

Betrachten Sie eine ebene elektromagnetische Welle mit Intensität $I = 1\,\mathrm{mW/mm^2}$, die aus dem Vakuum senkrecht auf einen Glashalbraum ($\epsilon = 2.25$, $\mu = 1$) trifft. Eine Reflexion wird durch eine Antireflexbeschichtung unterdrückt, so dass die gesamte Intensität in das Glas eintritt. Im Vakuum wird die elektrische Feldstärke beschrieben durch $E(x,t) = E_0 \cos(kx - \omega t)$ und die magnetische Feldstärke durch $B(x,t) = B_0 \cos(kx - \omega t)$. Berechnen Sie zunächst E_0 und B_0 im Vakuum. Welche Werte nehmen diese Größen im Glas an? Wie ändern sich die mit dem elektrischen und magnetischen Feld verbundenen Energiedichten?

Tipp: Wegen der Beschichtung ist die Anwendung der Kontinuitätsbedingungen hier nicht sinnvoll.

Aufgabe 2: (4 Punkte)

Ein Glasplättchen mit Dicke d und Brechungsindex $n_g = 1.5$ werde unter senkrechtem Einfall mit grünem Licht (Vakuumwellenlänge $\lambda_0 = 514$ nm) bestrahlt. Um den Anteil der reflektierten Intensität des elektrischen Feldes abzuschätzen, nehmen wir einfachheitshalber an, dass die Reflexion sich nur aus zwei Teilstrahlen von der jeweils einmaligen Reflexion an den Oberflächen des Plättchens zusammensetzt (keine Vielfachreflexionen; siehe Abbildung). Zur weiteren Vereinfachung vernachlässigen wir ferner die Abschwächung des zweiten Teilstrahls aufgrund der zweimaligen Transmission durch die erste Grenzfläche, so dass die Amplituden der betrachteten Teilstrahlen gleich werden. Leiten Sie unter Berücksichtigung der Interferenz einen approximierten Ausdruck für die Reflexionsintensität I_r als Funktion der Dicke d her. Wie groß wird die Intensität und der Phasensprung der reflektierten elektrischen Welle für $d \ll \lambda$?



Aufgabe 3: (4 Punkte)

Gegeben seien n gleichartige Zellen Z_i, $i \in \{1..n\}$, auf die insgesamt N Teilchen zufällig verteilt werden. Zeigen Sie, dass die (im Allgemeinen nicht normierte!) „thermodynamische Wahrscheinlichkeit“ W, bestimmte „Besetzungszahlen“ $N_1, N_2, \ldots, N_n$ der Zellen Z_i vorzufinden, gegeben ist durch

$$W(N_1, N_2, \ldots, N_n) = \frac{N!}{N_1! \cdot N_2! \cdot \ldots \cdot N_n!} \quad .$$

Benutzen Sie dann die Stirlingsche Näherungsformel $\ln N! \approx N \ln N - N$ und die Boltzmannsche Definition der Entropie $S = \lambda \ln W$, um den in der Vorlesung eingeführten Ausdruck

$$S = -\lambda N \sum_{i=1}^{n} p_i \ln p_i \quad , \quad p_i = N_i/N$$

herzuleiten.