Prof. Dr. M. Wegener / Priv.-Doz. Dr. A. Naber
Übungen zur Klassischen Experimentalphysik III (Optik & Thermodynamik), WS 2019/20

ÜBUNGSAUFGABEN (VI)
(Besprechung Donnerstag, 28.11.2019)

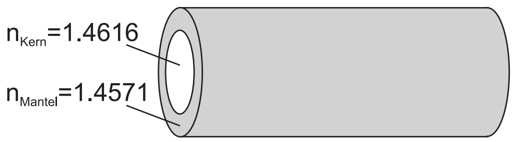
Aufgabe 1: (4 Punkte)

In der Vorlesung wurde für ein Fabry-Pérot-Interferometer das transmittierte elektrische Feld E_{t} hergeleitet, $E_t = E_i \, tt'/(1 - r^2 \, \mathrm{e}^{i\delta})$. 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 2: (4 Punkte)

Betrachten Sie eine typische Glasfaser ($n_{\mathrm{Kern}} = 1.4616$ und $n_{\mathrm{Mantel}} = 1.4571$, siehe Skizze), die als Wellenleiter für Licht eingesetzt wird. Schätzen Sie ab, unter welchem maximalen Winkel zur axialen Symmetrieachse der Faser das Licht einfallen darf, damit es an eine geführte Mode ankoppeln kann, also ohne Verluste durch die Glasfaser geleitet wird. Betrachten Sie dazu den Grenzwinkel der Totalreflexion in der Glasfaser.



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 $S = k_B \, \ln W$, um den in der Vorlesung eingeführten Ausdruck

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

herzuleiten.

Aufgabe 4: (4 Punkte)

In drei gleichartigen Gefäßen befinden sich unterschiedliche ideale Gase mit den Molzahlen $n_1 = 1$, $n_2 = 2$ und $n_3 = 3$. Nun werden die drei Gefäße durch Öffnen von Ventilen miteinander verbunden. Wie groß ist der Anstieg der Entropie (in J/K)? Wie ändert sich das Ergebnis, wenn es sich um drei gleiche Gase handelt?

Hinweis: Verwenden Sie zur Berechnung der Entropie die in Aufgabe 3 dargestellte Formel.