

## ÜBUNGSAUFGABEN (V)

(Besprechung am Donnerstag, 22.11.2012)

### Aufgabe 1: (4 Punkte)

Die optischen Eigenschaften von Silber können für rotes Licht der Wellenlänge  $\lambda = 633 \text{ nm}$  gut durch einen komplexen Brechungsindex von  $n = 0.06 + i4.15$  beschrieben werden. Der Imaginärteil repräsentiert darin die Absorption des Lichts. Bestimmen Sie damit den Intensitäts-Reflexionskoeffizienten  $R$  bei senkrechtem Einfall des Lichts von Luft auf Silber. Verallgemeinern Sie hierfür den Ausdruck für  $R$  auf den Fall komplexer  $n$ . Bestimmen Sie dann die Eindringtiefe  $d$  für die Intensität  $I$ , indem Sie zunächst das elektrische Feld  $\vec{E}(\vec{r}, t)$  des Lichts im Silber berechnen. Die Eindringtiefe für  $I$  ist definiert als die Dicke, bei welcher die ursprüngliche Intensität  $I_0$  auf  $I_0/e$  (mit Eulerscher Zahl  $e$ ) abgefallen ist.

### Aufgabe 2: (5 Punkte)

Entwerfen Sie ein Fabry-Perot Interferometer bestehend aus Glas mit Brechungsindex  $n = 1.5$  und verspiegelten planparallelen Seitenflächen mit Abstand  $d$ . Bei senkrechtem Einfall des Lichts soll das Interferometer für die Wellenlänge  $\lambda_1 = 499 \text{ nm}$  die ideale Transmission von  $T = 1$  aufweisen. Nach monotonem Abfall der Transmission bis zur Wellenlänge  $\lambda_2 = 500 \text{ nm}$  soll dort dann  $T \leq 0.01$  gelten. Wie müssen der Abstand  $d$ , der Reflexionskoeffizient  $R$  der Spiegel und der Finesse-Faktor  $F$  gewählt werden? Beachten Sie, dass aus praktischen Gründen der Abstand  $d$  zudem möglichst groß sein soll.

### 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“  $N_1, N_2, \dots, N_n$  der Zellen  $Z_i$  vorzufinden, gegeben ist durch

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

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.

### 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 und bit)? Wie ändert sich das Ergebnis, wenn es sich um drei gleiche Gase handelt?