

## ÜBUNGSAUFGABEN (VI)

(Besprechung am Donnerstag, dem 3.12.2009)

### Aufgabe 1: (4 Punkte)

Für den planaren, symmetrischen Wellenleiter wurde in der Vorlesung eine Bedingung für die möglichen Moden bei TE-Polarisation hergeleitet, deren Lösung durch die Schnittpunkte zweier Graphen veranschaulicht wurde. Wie müssen die Graphen verlaufen, damit der Wellenleiter nur noch eine einzige Mode führen kann? Leiten Sie daraus ein Kriterium für die Schichtdicke in Abhängigkeit von den Brechzahlen  $n_H$  und  $n_L$  und der Wellenlänge des Lichts her. Wie groß ist für diese Grundmode dann die maximal mögliche Frequenz bei gegebener Dicke („cut-off“-Frequenz)?

### Aufgabe 2: (4 Punkte)

Betrachten Sie eine typische Glasfaser ( $n_{\text{Kern}} = 1.4616$  und  $n_{\text{Mantel}} = 1.4571$ , siehe Skizze), die als Wellenleiter für Licht eingesetzt wird. Unter welchem maximalen Winkel zur Symmetrieachse darf Licht einfallen, damit es an eine geführte Mode ankoppeln kann? Betrachten Sie dazu den Grenzwinkel der Totalreflexion in der Glasfaser.



### Aufgabe 3: (4 Punkte)

Zwei Körper  $K_1$  und  $K_2$  mit  $T_1 = 60\text{ °C}$  und  $T_2 = 20\text{ °C}$  tauschen Wärme aus bis sie bei  $T = T_0$  im thermischen Gleichgewicht sind. Ihre innere Energie sei gegeben durch  $U_i = C T_i$  ( $i = 1, 2$ ) mit der Wärmekapazität  $C = 4.2\text{ kJ/K}$ ; die Wärmeausdehnung werde vernachlässigt. Zeigen Sie anhand der Entropieänderungen  $\Delta S_i$  der Körper, dass es sich um einen irreversiblen Prozeß handelt.

*Tip:* Bestimmen Sie zunächst die differentiellen Entropieänderungen  $dS_i$  bei konstanter Temperatur und integrieren Sie dann von Ausgangs- zur Endtemperatur.

### Aufgabe 4: (4 Punkte)

In einem Vorlesungsexperiment wurden Metallkörper der Masse  $m = 100\text{ g}$  aus Blei, Kupfer und Aluminium auf  $100\text{ °C}$  erhitzt und in  $40\text{ ml}$  Wasser getaucht. Dabei stieg jeweils die Temperatur des Wassers von der Ausgangstemperatur  $T_0$  auf die Endtemperatur  $T_1$ :

	$T_0/\text{°C}$	$T_1/\text{°C}$
Pb	18.8	23.0
Cu	19.1	30.0
Al	20.1	42.0

Bestimmen Sie daraus die spezifischen Wärmekapazitäten  $c_s$  (in  $\text{J/kg K}$ ) und die molaren Wärmekapazitäten  $c_M$  (in  $\text{J/mol K}$ ) der drei Metalle. Die spezifische Wärmekapazität von Wasser beträgt  $c_{s, H_2O} = 4.187\text{ J/g K}$ ; die Wärmekapazität des Gefäßes werde vernachlässigt. Vergleichen Sie die erhaltenen Werte mit Literaturwerten sowie mit der Regel von Dulong-Petit.