

## **ÜBUNGSAUFGABEN (VI)**

(Besprechung am Donnerstag, 29.11.2012)

### **Aufgabe 1: (4 Punkte)**

Für den planaren, symmetrischen Wellenleiter wurde in der Vorlesung eine Bedingung für die möglichen symmetrischen und antisymmetrischen Moden bei TE-Polarisation hergeleitet, deren Lösungen graphisch durch die Schnittpunkte einer Schar von Tangensfunktionen mit einer Wurzelfunktion veranschaulicht wurde. Wie muss der Graph der Wurzelfunktion verlaufen, damit der Wellenleiter nur noch eine einzige Mode führen kann? Leiten Sie aus der Antwort ein Kriterium für die Schichtdicke  $d$  in Abhängigkeit von den Brechzahlen  $n_H$  und  $n_L$  sowie 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)**

Licht eines He-Ne-Lasers ( $\lambda_0 = 632.8 \text{ nm}$ ) fällt senkrecht auf einen dünnen doppelbrechenden Kaliumphosphat-Kristall, dessen optische Achse  $\vec{c}$  in der Plättchenebene liegt. Das einfallende Licht ist linear polarisiert, der Winkel zur  $\vec{c}$ -Achse beträgt  $45^\circ$ . Die Brechungsindizes des Kristalls sind bei  $\lambda_0$  gegeben durch  $n_\perp = 1.5095$  und  $n_\parallel = 1.4684$ .

- Welche Bedingung muss die Dicke  $d$  des Plättchens erfüllen, damit das austretende Licht zirkular polarisiert ist?
- Um bei gegebenem  $d$  auch von  $\lambda_0$  abweichende Wellenlängen  $\lambda_1 = \lambda_0 + \Delta\lambda$  nahezu vollständig zirkular polarisieren zu können, werden bevorzugt Plättchen minimaler Dicke („nullter Ordnung“) verwendet. Erläutern Sie das anhand kleiner  $\Delta\lambda$  bei unveränderten Brechungsindizes.

### **Aufgabe 3: (4 Punkte)**

Sie haben als Überraschung für Ihre WG einen großen Topf Suppe vorbereitet, die Sie auf einer elektrischen Warmhalteplatte bei  $T_S = 40 \text{ }^\circ\text{C}$  temperieren. Nach einer Stunde Warten lesen Sie aus Langeweile am Stromzähler ab, dass Sie  $0.01 \text{ kWh}$  elektrische Energie für das Warmhalten verbraucht haben. Um welchen Wert hat sich die Entropie der Suppe geändert (ohne Berücksichtigung der Zersetzungsprozesse)? Wie hat sich die Entropie der Umgebung geändert, wenn deren Temperatur  $T_U = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  näherungsweise konstant geblieben ist?

### **Aufgabe 4: (3 Punkte)**

Definieren Sie die physikalischen Größen Temperatur  $T$  und Wärme  $Q$  aus rein empirischer Sicht anhand grundlegender experimenteller Beobachtungen an zwei Körpern, die zunächst voneinander isoliert sind und dann in thermischen Kontakt gebracht werden. Welche allgemeinen Eigenschaften benötigt ein Gerät (Thermometer) zur sinnvollen Messung der Temperatur eines gegebenen Körpers bzw. Systems?