

## ÜBUNGSAUFGABEN (VII)

(Besprechung am Donnerstag, dem 10.12.2009)

### Aufgabe 1: (4 Punkte)

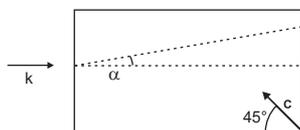
Eine dielektrische Schicht der Dicke  $d$  mit homogenem Brechungsindex  $n$  wird im Vakuum von einer ebenen Welle mit elektrischem Feld  $E_i$  und Wellenlänge  $\lambda$  beleuchtet. Berechnen Sie das reflektierte Feld  $E_r$  unter Berücksichtigung der Vielfachreflexionen in der Schicht entsprechend dem Vorgehen für das transmittierte Feld  $E_t$  in der Vorlesung. Berechnen Sie dann die Phasendifferenz von  $E_r$  zu  $E_t$ . Wie groß wird die Phase von  $E_r/E_i$  für  $d \ll \lambda$ ?

*Hinweis:* Vervollständigen Sie den Ausdruck für  $E_t$  aus der Vorlesung durch Multiplikation mit dem (häufig weggelassenen) Phasenfaktor  $\exp(i\delta/2)$  für den einmaligen Durchgang durch die Schicht.

### Aufgabe 2: (4 Punkte)

Natürliches Licht fällt senkrecht auf einen doppelbrechenden Kristall dessen optische Achse  $\vec{c}$  um  $45^\circ$  gegenüber der Eintrittsfläche geneigt ist (vgl. Skizze). Die Brechzahlen seien  $n_{\parallel} = 1.486$  für  $\vec{E} \parallel \vec{c}$  und  $n_{\perp} = 1.658$  für  $\vec{E} \perp \vec{c}$ . Welchen Winkel  $\alpha$  schließen der ordinäre und der extraordinäre Lichtstrahl im Medium ein und in welche Richtung wird der extraordinäre Strahl abgelenkt?

*Tip:* Bestimmen Sie das Feld  $\vec{D}$  im Kristall und zerlegen Sie es in Komponenten parallel und senkrecht zur optischen Achse  $\vec{c}$ .



### Aufgabe 3: (4 Punkte)

Ein Taucher in 40 m Wassertiefe erzeugt durch Ausatmen eine  $V_0 = 15 \text{ cm}^3$  große Luftblase der Temperatur  $T_0 = 37^\circ\text{C}$ . Berechnen Sie das Volumen  $V_1$  der Blase bei Erreichen der Wasseroberfläche für zwei Extremfälle: a) Es findet kein Wärmeaustausch zwischen Luft und Wasser statt; b) die Luft hat bei Erreichen der Oberfläche die Wassertemperatur  $T_1 = 16^\circ\text{C}$  angenommen. Der Außendruck sei  $P_1 = 1013 \text{ hPa}$ .

### Aufgabe 4: (4 Punkte)

Es wird ein reversibler Kreisprozeß an einem idealen Gas betrachtet, der aus zwei isochoren und zwei isobaren Prozessen besteht. Das Gas gehe vom Zustand 1 mit Druck  $P_1$  und Volumen  $V_1$  in den Zustand 2 mit  $(P_1, V_2)$ , weiter in den Zustand 3 mit  $(P_2, V_2)$ , weiter in den Zustand 4 mit  $(P_2, V_1)$  und schließlich wieder in Zustand 1 über. Zeichnen Sie den Prozeß in ein  $P - V$ -Diagramm ein. Bestimmen Sie die Temperatur  $T_i$  jedes Zustands  $i$  und geben Sie ein *reversibles* Verfahren zur Durchführung der einzelnen Schritte an. Berechnen Sie die in den Prozeßschritten  $j$  zu- oder abgeführte Arbeit  $\Delta W_j$  und Wärme  $\Delta Q_j$  sowie schließlich deren Summen  $W$  und  $Q$ . Wie haben sich die innere Energie  $U$  und die Entropie  $S$  des Gases bei dem Kreisprozeß geändert?