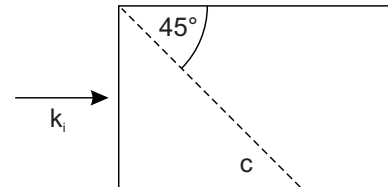


ÜBUNGSAUFGABEN (VIII)

(Besprechung Donnerstag, 12.12.2019)

Aufgabe 1: (4 Punkte)

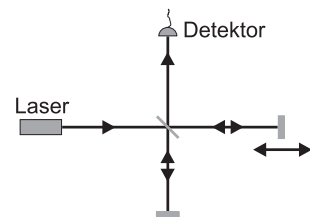
Natürliches, unpolarisiertes Licht fällt senkrecht auf einen doppelbrechenden Kristall dessen optische Achse $\vec{c}$ um 45° gegenüber der Eintrittsfläche geneigt ist (vgl. Skizze). Die Brechzahlen seien $n_{\parallel} = 1.486$ für $\vec{E} \parallel \vec{c}$ und $n_{\perp} = 1.658$ für $\vec{E} \perp \vec{c}$. Welchen Winkel α 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 2: (4 Punkte)

In einem Michelson-Interferometer wird ein Lichtstrahl mit elektrischem Feld $E(t)$ in zwei gleichstarke Strahlen geteilt, welche nach Durchlaufen verschiedener Arme des Interferometers wieder vereint werden. Einer der Arme kann variabel verlängert werden, so dass das Licht hier eine Zeitverzögerung τ im Vergleich zum Arm fester Länge erfährt. Das (reelle) elektrische Feld am Detektor ist dann $E_{\text{Det}}(t) = (E(t) + E(t + \tau))/2$ und die gemessene, über die Zeit t gemittelte Intensität $I_{\text{Det}}(\tau)$ („Interferogramm“) ist mit einer Konstanten a gegeben durch



$$I_{\text{Det}}(\tau) = a \cdot \overline{E^2}_{\text{Det}} = \frac{a}{4} \int_{-\infty}^{+\infty} (E(t) + E(t + \tau))^2 dt.$$

Zeigen Sie, dass die Fouriertransformierte von $I_{\text{Det}}(\tau)$ gerade das Spektrum $I(\omega) = a \tilde{E}^2(\omega)$ erzeugt, worin $\tilde{E}(\omega)$ die Fouriertransformierte von $E(t)$ darstellt. Skizzieren Sie $I_{\text{Det}}(\tau)$ für den Fall, dass als Lichtquelle ein Laser mit zwei Emissionslinien gleicher Intensität bei den Wellenlängen $\lambda_1 = 632.8 \text{ nm}$ und $\lambda_2 = 611.9 \text{ nm}$ verwendet wird.

Hinweis: Dieses Prinzip wird insbesondere im Infrarotbereich zur hochauflösenden Spektralanalyse benutzt (FTIR-Spektrometer).

Aufgabe 3: (4 Punkte)

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

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

Bestimmen Sie die spezifischen und molaren Wärmekapazitäten c_s (in J/kg K) und c_M (in J/mol K) der Metalle. Für Wasser gilt $c_{s, \text{H}_2\text{O}} = 4.187 \text{ J/g K}$; die Wärmekapazität des Gefäßes werde vernachlässigt.

Aufgabe 4: (4 Punkte)

Zwei Körper K_1 und K_2 mit Anfangstemperaturen $T_1 = 60^\circ\text{C}$ und $T_2 = 20^\circ\text{C}$ tauschen Wärme aus bis sie bei $T = T_0$ im thermischen Gleichgewicht sind. Ihre inneren Energien seien gegeben durch $U_i = C T_i$ ($i = 1, 2$) mit $C = 4.2 \text{ kJ/K}$. Berechnen Sie die Entropieänderungen ΔS_1 und ΔS_2 der Körper und zeigen Sie, dass es sich um einen irreversiblen Prozess handelt.

Tipp: Bestimmen Sie zunächst die differentiellen Entropieänderungen dS_i bei konstanter Temperatur und integrieren Sie dann von Ausgangs- zu Endtemperatur.