

Klausur zur Klassischen Experimentalphysik III (Optik + Thermodynamik) am 24.02.2014

Name, Vorname:	Matrikelnummer:					Nein <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/>
Studiengang:	Wiederholungsprüfung?						

Aufgabe	1	2	3	4	5	Σ	Note
Max. Punkte	6	7	8	5	8	34	
Erreichte Punkte							

Bitte jedes Blatt mit Namen versehen, jede Aufgabe ordentlich kennzeichnen und leserlich schreiben!

Aufgabe 1: (6 Punkte)

Ein Eisklotz der Masse m werde aus einem Gefrierschrank mit der Temperatur T_0 in einen Mikrowellenherd gebracht und dort mit konstanter Leistung P (gleichmäßig) aufgeheizt.

- Wie lange dauert es, bis das Eis die Temperatur $T_1 = 0^\circ\text{C}$ erreicht hat (t_1)? Nehmen Sie an, dass das Gesetz von Dulong-Petit anwendbar ist.
- Wann ist das Eis vollständig geschmolzen (t_2)?
- Ist die spezifische Wärme von Eis größer oder kleiner als die von flüssigem Wasser? Begründen Sie Ihre Antwort. Hinweis: die Bindung zwischen Sauerstoff und Wasserstoff (in der Flüssigkeit) sei nicht starr.
- Skizzieren Sie die Temperatur der Probe als Funktion der Zeit für den Temperaturbereich von $T_0 = -20^\circ\text{C}$ bis $T_E = 120^\circ\text{C}$.

Zahlenwerte: $m = 0,1 \text{ kg}$, $T_0 = -20^\circ\text{C}$, $P = 500 \text{ W}$, Sauerstoff: $m_{\text{Mol,O}} = 16 \text{ g/mol}$, Wasserstoff: $m_{\text{Mol,H}} = 1 \text{ g/mol}$, Schmelzwärme von Wasser: $Q_s = 6 \text{ kJ/mol}$, Gaskonstante $R = 8,31 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$

Aufgabe 2: (7 Punkte)

Der thermodynamische Vergleichsprozess für einen idealen Ottomotor besteht aus vier reversiblen Prozessschritten.

- Verdichten der angesaugten Luft (isentrope Kompression).
 - Isochrome Wärmezufuhr beim Volumen $V = V_0$ durch Einspritzen und Zünden des Kraftstoffs.
 - Arbeitsleistung durch isentrope Expansion.
 - Isochrome Wärmeabgabe bei $V = V_0$ durch Ausblasen des Abgases und Ansaugen von Frischluft.
- Nehmen Sie im Weiteren 1 Mol eines Arbeitsgases an, das als ideales Gas mit dem Adiabaten-Exponenten κ betrachtet werden soll.

- Stellen Sie den Kreisprozess im p - V und im T - S -Diagramm dar.
- Bestimmen Sie dann für jeden Prozessschritt ($j = 1, 2, 3$ bis 4) die dem Gas zugeführte Wärme $Q_{j,j+1}$ und die am Gas geleistete Arbeit $W_{j,j+1}$. Drücken Sie $Q_{j,j+1}$ und $W_{j,j+1}$ ggf. nur über Temperaturdifferenzen (und Konstanten) aus.

c) Zeigen Sie, dass für den maximalen Wirkungsgrad gilt: $\eta = \frac{|W_{\text{netz}}|}{Q_{\text{zu}}} = 1 + \frac{Q_{\text{ab}}}{Q_{\text{zu}}} = 1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\kappa-1}$;

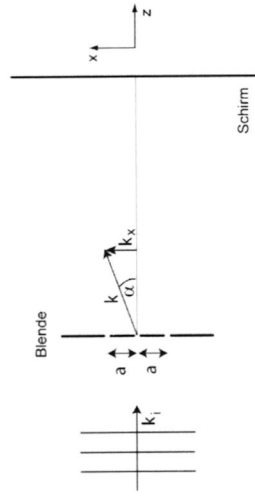
dabei ist W_{netz} die Nutzarbeit, Q_{ab} die abgegeben und Q_{zu} die zugeführte Wärme. Hinweis: die Summe der Entropiedifferenzen in dem Kreisprozess ist Null. Daraus ergibt sich das Verhältnis der Temperaturen.

Aufgabe 3: (8 Punkte)

Drei parallele Spalte (jeweils im Abstand a) in einer ansonsten undurchsichtigen Blende werden unter senkrechtem Einfall von einer ebenen Lichtwelle mit Wellenvektor k beleuchtet. Die Breite b der Spalte sei so bemessen, dass ihre Transmission für kleine Beugungswinkel α (kleine k_x) hinter der Blende durch eine Deltafunktion genähert werden kann.

- Berechnen Sie für diese Anordnung die Beugungssintensität als Funktion von k_x in Fraunhofer-Näherung. Bestimmen Sie die Lage und Intensität der Minima und Maxima und zeichnen Sie das Beugungsbild als Funktion von k_x im Intervall $[-4\pi, \dots, +4\pi]$.
- Nun wird die Phase des Lichts im zentralen Spalt durch eine Phasenplatte um 180° verzögert. Berechnen Sie für diese Anordnung ebenfalls die Beugungssintensität und geben Sie Lage und Intensität der Minima und Maxima an.

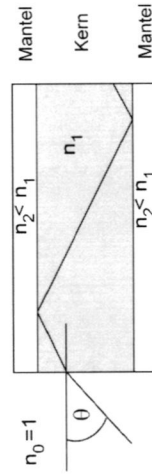
Hinweis: Für die Zeichnung der Beugungsfigur reicht es aus, die Minima und Maxima der berechneten Funktion zu betrachten. Verwenden Sie $\cos(\pi/3) = 0,5$ und $\cos(2\pi/3) = -0,5$.



Aufgabe 4: (5 Punkte)

Ein Schichtwellenleiter (siehe Skizze) habe einen Kern mit Brechungsindex $n_1 > 1$ und einen Mantel mit Brechungsindex $n_2 < n_1$.

- Wie groß ist der maximale Einfallswinkel θ_{max} , den auf die Stirnseite einfallendes Licht haben darf, damit es im Wellenleiter noch geführt wird?
- Drücken Sie die sogenannte numerische Apertur, $NA = n_0 \sin \theta_{\text{max}}$, des Wellenleiters als Funktion der Brechungsindizes n_2, n_1 so aus, dass diese Funktion keine trigonometrischen Funktionen mehr enthält.



Aufgabe 5: (8 Punkte)

- a) In einem selbstgebauten Mikroskop befindet sich vorne eine dünne positive Linse L_1 und 10 cm dahinter eine zweite positive Linse L_2 . Berechnen Sie die Bildweite (b_{z_1}) eines Gegenstands, der durch das Mikroskop betrachtet wird. Der Gegenstand befindet sich nacheinander an zwei verschiedenen Positionen im Abstand $g_{1,i}$ vor der ersten Linse. Gibt es jeweils ein reelles Bild? Zahlenwerte: $g_{1,a} = 3$ cm und $g_{1,b} = 3.6$ cm, $f_1 = 2$ cm, $f_2 = 5$ cm

Die Skizze unten stellt ein anderes Mikroskop dar.

- b) Tragen Sie in die Skizze den Strahlengang (übliche Konstruktionsstrahlen) und das Zwischenbild ein. Hinweis: Die Beobachtung des Gegenstands soll – wie bei einem Mikroskop üblich – mit auf unendlich eingestelltem Auge erfolgen. Was sagt Ihnen das über die Lage des Zwischenbildes?
- c) Geben Sie die Vergrößerung V eines Mikroskops an (mit kurzer Herleitung). Welche Annahmen macht man dabei?
- d) Wie groß ist das Auflösungsvermögen eines Mikroskops und was hat die Größe des Objektivs D_1 damit zu tun? Wie kann man das Auflösungsvermögen eines Mikroskops erhöhen (bei gleicher Geometrie)?

