

ÜBUNGSAUFGABEN (X)

(Besprechung Donnerstag, 12.01.17)

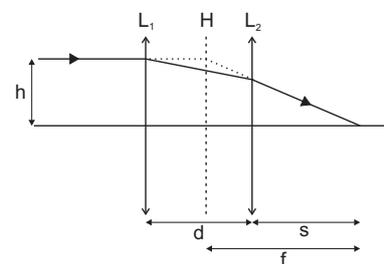
Aufgabe 1: (4 Punkte)

Berechnen Sie mit Hilfe der Matrixoptik die Vergrößerung eines Teleskops (Kepler-Fernrohr) mit der Objektivbrennweite $f_1 = 1000$ mm und der Okularbrennweite $f_2 = 50$ mm. Skizzieren Sie dafür zunächst den optischen Aufbau und den Strahlenverlauf. Multiplizieren Sie dann die entsprechenden Matrizen (in der richtigen Reihenfolge!) und lösen Sie das Gleichungssystem.

Hinweis: Die Vergrößerung ist gegeben durch das Verhältnis der Winkel zur optischen Achse vom ausfallenden zum einfallenden parallelen Strahlenbündel.

Aufgabe 2: (5 Punkte)

Zwei (dünne) Sammellinsen L_1 und L_2 im Abstand d und mit Brennweiten f_1 und f_2 können durch eine einzige „Linse“ H (Hauptebene) der Äquivalentbrennweite f repräsentiert werden (siehe Skizze). Verwenden Sie die Matrixoptik zur Bestimmung der von d abhängigen Brennweite f . Lassen Sie dazu einen anfangs achsenparallelen Strahl von links durch das optische System laufen und berechnen Sie den Schnittpunkt mit der optischen Achse. Wie groß ist der Abstand der Linse L_2 zu H ?



Bemerkung: Die allgemeine Konstruktion der Abbildung, insbesondere für nicht-achsenparallele Strahlen, benötigt zwei Hauptebenen mit zusätzlichen Regeln (siehe z.B. E. Hecht, *Optik*).

Aufgabe 3: (4 Punkte)

Zwei Körper K_1 und K_2 unterschiedlicher Temperatur ($T_1 = 60^\circ\text{C}$, $T_2 = 20^\circ\text{C}$) und mit innerer Energie $U_i = C T_i$ ($i = 1, 2$; $C = 4.2$ kJ/K) tauschen Wärme aus bis sie bei $T = T_0$ im thermischen Gleichgewicht sind. Berechnen Sie die Entropieänderungen ΔS_i beider Körper sowie deren Summe ΔS_{ges} .

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

Aufgabe 4: (4 Punkte)

Der thermodynamische Vergleichsprozess für einen idealen Ottomotor besteht aus vier reversiblen Prozessschritten: 1) Verdichten der angesaugten Luft (isentropische Kompression); 2) Isochore Wärmezufuhr beim Volumen $V = V_a$ durch Einspritzen und Zünden des Kraftstoffs; 3) Arbeitsleistung durch isentrope Expansion; 4) Isochore Wärmeabgabe bei $V = V_b$ durch Ausblasen des Abgases und Ansaugen von Frischluft. Stellen Sie den Kreisprozess im P - V - und im T - S -Diagramm dar. Bestimmen Sie dann für jeden Prozessschritt $i \rightarrow i + 1$, $i \in \{1..4\}$, die dem Gas zugeführten Wärmen $Q_{i,i+1}$ und die am Gas geleisteten Arbeiten $W_{i,i+1}$. Das Arbeitsgas soll dazu als ideales Gas mit Adiabatenexponenten κ betrachtet werden. Zeigen Sie, dass für den maximalen Wirkungsgrad gilt

$$\eta = \frac{|W_{\text{nutz}}|}{Q_{\text{zu}}} = 1 - \left(\frac{V_a}{V_b} \right)^{\kappa-1}$$

mit der Nutzarbeit W_{nutz} und der zugeführten Wärme Q_{zu} .