

ÜBUNGSAUFGABEN (XI)

(Besprechung am Donnerstag, 20.1.2011)

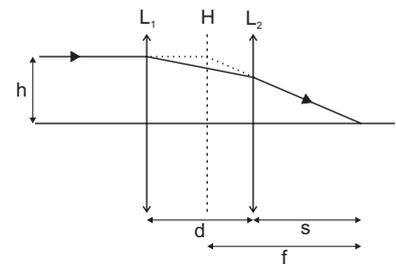
Aufgabe 1: (4 Punkte)

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

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

Aufgabe 2: (4 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 die Betrachtung einfallender nicht-achsenparalleler Strahlen, benötigt zwei Hauptebenen mit zusätzlichen Regeln (siehe z.B. E. Hecht, *Optik*).

Aufgabe 3: (4 Punkte)

Reinhold Messner möchte als erster Mensch überhaupt auf dem Mount Everest ($h \approx 8850$ m) ein Ei kochen. Aufgrund des geringen Luftdruckes ist die Siedetemperatur des Wassers allerdings deutlich erniedrigt. Um die Garzeit zu beschleunigen, nimmt er deshalb einen „Schnellkochtopf“ (Dampfdrucktopf) mit. Berechnen Sie die Siedetemperaturen T_S des Wassers auf dem Mount Everest mit und ohne Schnellkochtopf, wenn dieser einen maximalen Überdruck von $\Delta P = 630$ hPa zulässt. Verwenden Sie dazu die barometrische Höhenformel bei konstanter Temperatur $T = 20$ °C.

Hinweis: Die Dampfdruckkurve von Wasser lässt sich im hier relevanten Temperaturbereich näherungsweise durch eine Exponentialfunktion darstellen, $P_D = P_0 \exp(-\Lambda/RT_S)$, mit der Verdampfungswärme $\Lambda = 40.8$ kJ/mol und $P_0 = 4.911 \cdot 10^{10}$ Pa.

Aufgabe 4: (4 Punkte)

CO₂ hat eine Inversionstemperatur von $T_i = 1798$ K. Bestimmen Sie die Koeffizienten a und b in der van der Waals-Gleichung aus folgenden Messdaten: $n = 1$ mol, $V = 1$ m³, $T = 100$ K, $P = 831.12$ Pa.