

ÜBUNGSAUFGABEN (XI)

(Besprechung am Donnerstag, dem 21.1.2010)

Aufgabe 1: (4 Punkte)

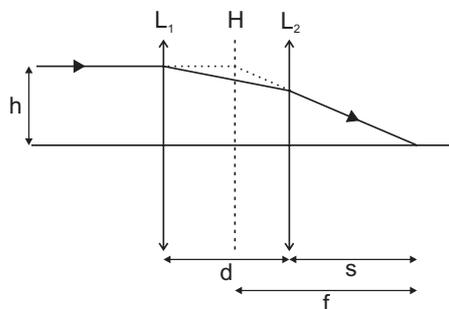
Berechnen Sie mit Hilfe der Matrixoptik die Vergrößerung eines astronomischen Fernrohrs (Kepler-Fernrohr) mit der Objektivbrennweite $f_1 = 1000$ mm und der Okularbrennweite $f_2 = 50$ mm. Skizzieren Sie dazu zunächst den Aufbau des Teleskops und den Strahlenverlauf. Multiplizieren Sie dann die entsprechenden 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: (6 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: (6 Punkte)

Die innere Energie $U(T, V)$ eines realen Gases ist im Gegensatz zu einem idealen Gas auch abhängig vom Volumen V (vgl. Vorlesung).

- Benutzen Sie $U(T, V)$ sowie die van-der-Waals Zustandsgleichung, um die Entropie $S(T, V)$ eines einatomigen realen Gases aus $dU = T dS - P dV$ abzuleiten.
- Das einatomige reale Gas werde expandiert, indem unter thermischer Isolation sein ursprüngliches Volumen durch Öffnen eines Ventils zu einem leeren Gefäß vergrößert wird (vgl. Versuch von Gay-Lussac). Zeigen Sie, dass diese irreversible Expansion tatsächlich immer zu einer Temperatursenkung ΔT führt. Berechnen Sie ΔT für ein Mol N_2 ($a = 0.14$ Pa m⁶/mol²) und $\Delta V/V = 2$ bei den Ausgangsbedingungen $T = 293$ K und $V = 24$ dm³.