

**Aufgabe 25: (2 + 1 + 1 = 4 Punkte)**

Ein Gegenstand befindet sich im Abstand  $d$  von einem Schirm. Mittels Sammellinse (Konvexlinse der Brennweite  $f$ ) zwischen den beiden soll der Gegenstand auf dem Schirm abgebildet werden.

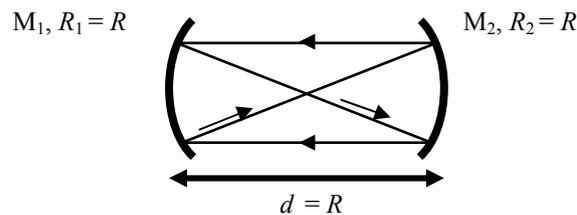
- Berechnen Sie die Position(en) der Linse, bei denen dies möglich ist. Welcher Abbildungsmaßstab ergibt sich jeweils, und ist er größer oder kleiner als 1?
- Wie groß darf die Brennweite der Linse maximal sein, damit noch ein reelles Bild *auf dem Schirm* entsteht? Wo befindet sich dann die Linse, und wie ist der Abbildungsmaßstab?
- Wie muss  $f$  gewählt werden, damit für beliebige Positionen der Sammellinse  $0 < x < d$  stets ein virtuelles Bild auftritt? Wo befindet sich dann das virtuelle Bild qualitativ?

Hinweis: Machen Sie sich jeweils eine Skizze.

**Aufgabe 26: (2 Punkte)**

Die Skizze zeigt einen sogenannten konfokalen Resonator wie er oft in Lasersystemen eingesetzt wird. Er besteht aus zwei identischen, konkaven, sphärischen Spiegeln, zwischen denen das Licht hin und her reflektiert wird. Der Abstand  $d$  der Spiegel ist identisch mit dem Krümmungsradius beider Spiegel  $R$ .

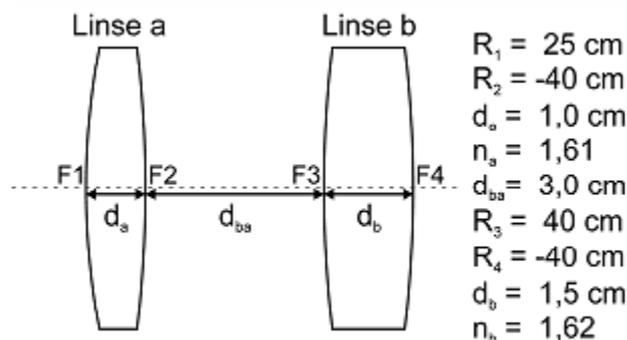
Zeigen Sie mit Hilfe der Matrix-Methode aus der Vorlesung, dass ein Lichtstrahl, der unter einem beliebigen Winkel vom linken Spiegel aus nach rechts läuft, nach vier Reflexionen wieder seinen Ausgangszustand einnimmt, so dass der gleiche Weg erneut durchlaufen wird und das Licht den Resonator nicht verlässt.



**Aufgabe 27: (4 Punkte)**

Für das dargestellte Linsensystem umgeben von Luft ( $n = 1$ ) ergibt sich die Gesamtmatrix  $M_{41}$  für einen Strahlengang (von links nach rechts) aus einem Produkt von verschiedenen Brechungs- und Translationsmatrizen. (Bezeichnungsvorschlag:  $B_x$  = Brechung an der Fläche  $x$  und  $T_{yx}$  = Translation zwischen Fläche  $F_x$  und Fläche  $F_y$ .)

Stellen Sie die Einzelmatrizen ( $B_x, T_{xy}$ ) sowie die Gesamtmatrix  $M_{41}$  auf, und geben Sie die Brennweite des Gesamtsystems an (Näherung!).



**Aufgabe 28: (2 Punkte)**

Je 10 g  ${}^4\text{He}$ ,  $\text{N}_2$  und  $\text{CH}_4$  sind in 3 Kammern (jeweils mit dem Volumen  $V_G$ ) eines Gefäßes getrennt. Die Temperaturen der Gase sind im Anfangszustand 300 K ( ${}^4\text{He}$ ), 400 K ( $\text{N}_2$ ) und 500 K ( $\text{CH}_4$ ). Das Gefäß ist gegen die Umgebung völlig isoliert.

Dann werden die drei Gase langsam miteinander gemischt, d.h. die Trennwände zwischen den Kammern geöffnet und die Außenwände so bewegt, dass die 3 Gase am Schluss zusammen in einer Kammer (mit dem Volumen  $V_G$ ) sind.

Wie groß ist die Endtemperatur?

Nehmen Sie die Gase als ideal an und beachten Sie, dass die Schwingungsfreiheitsgrade der Moleküle nicht zur spezifischen Wärme beitragen.

**Aufgabe 29: (1 + 3 + 1 = 5 Punkte)**

Zwei Eisenblöcke ( $m_1 = 3 \text{ kg}$  und  $m_2 = 2 \text{ kg}$ ) sind verbunden durch einen Eisenstab. Anfänglich haben die beiden Eisenblöcke unterschiedliche Temperaturen ( $T_1 = 600 \text{ K}$  und  $T_2 = 400 \text{ K}$ ). Durch Wärmeleitung findet ein Temperatenausgleich statt. Wärmestrahlung soll vernachlässigt werden. Nehmen Sie an, dass Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit temperaturunabhängig sind und die Wärmekapazität des verbindenden Stabs vernachlässigt werden kann.

- a) Welche Endtemperatur stellt sich ein?
- b) Berechnen Sie den zeitlichen Temperaturverlauf.
- c) Nach welcher Zeit hat sich die ursprüngliche Temperaturdifferenz halbiert?

Der Eisenstab hat eine Länge von 5 cm und einen Querschnitt von  $1 \text{ cm}^2$ . Die spezifische Wärmekapazität von Eisen ist  $c_{\text{Fe}} = 0,45 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ , seine Wärmeleitfähigkeit:  $\lambda = 79 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{s}\cdot\text{m})$