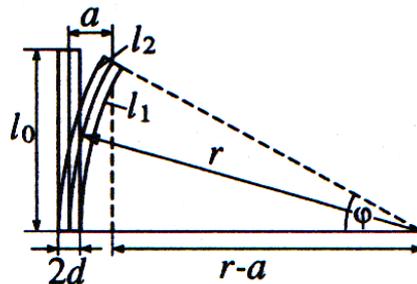


1. Ein leeres Glasgefäß ( $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ) hat die Masse  $m_0 = 0,1 \text{ kg}$ . Mit Hg gefüllt, hat es bei einer Temperatur von  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  die Masse  $m_1 = 1,431 \text{ kg}$ . Wenn wir das Gefäß auf eine Temperatur von  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  erwärmen, fließt ein Teil des darin enthaltenen Quecksilbers aus, sodaß das Gefäß mit dem darin verbleibenden Quecksilber nur noch  $1,423 \text{ kg}$  wiegt. Man berechne daraus den tatsächlichen *Volumenausdehnungskoeffizienten* von Quecksilber. (*Lösung*:  $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ )

2. Eine Ziegelmauer der Dicke  $d_1 = 12 \text{ cm}$  (Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_1 = 0,523 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$ ) ist *beidseitig* mit einer Verputzschicht der Dicke  $d_2 = 1,5 \text{ cm}$  (Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_2 = 0,698 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$ ) bedeckt. Die Mauer soll durch eine *zusätzlich* anzubringende Heraklithplatte ( $\lambda = 0,072 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$ ) *wärmeisoliert* werden, sodass ihr Wärmedämmvermögen dem einer  $38 \text{ cm}$  dicken Ziegelmauer (ebenfalls beidseitig mit  $1,5 \text{ cm}$  Verputz) entspricht.

→ Wie dick muss die Heraklithplatte sein? (*Lösung*:  $3,6 \text{ cm}$ )

3. Ein Bimetallstreifen (Länge  $l_0$ ) besteht aus je zwei  $0,5 \text{ mm}$  starken Metallblechen mit den Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha_1 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  und  $\alpha_2 = 16 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  bei  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ .



→ Wie groß muß  $l_0$  sein, damit bei  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  seine seitliche Auslenkung am freien Ende  $1 \text{ mm}$  beträgt? (*Lösung*:  $5 \text{ cm}$ )

4. In einem Zylinder mit dem Volumen  $10 \text{ l}$  befindet sich Luft bei  $10,13 \text{ bar}$  und  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

→ Wie groß werden das Endvolumen, die Endtemperatur, die Raumänderungsarbeit, sowie die zugeführte Wärmemenge, wenn die Expansion auf  $1,013 \text{ bar}$

a) isotherm (*Lösung*:  $100 \text{ l}$ ;  $23,3 \text{ kJ}$ )

b) adiabatisch mit  $\kappa = 1,4$  (*Lösung*:  $51,8 \text{ l}$ ;  $154 \text{ K}$ ;  $12,2 \text{ kJ}$ )

c) polytropisch mit  $n = 1,3$  (*Lösung*:  $59 \text{ l}$ ;  $175 \text{ K}$ ;  $14 \text{ kJ}$ )

erfolgt.

5. Man erarbeite das Prinzip des **Stirling-Motors**! Man stelle den **Kreisprozess graphisch** ( $p$ ,  $v$ - und  $T$ ,  $S$ -Diagramm) dar und berechne allgemein die **verrichtete Arbeit** sowie die **abgegebene Wärme** für die vier Teilschritte! Was passiert, wenn man die Richtung der Teilprozesse umkehrt?

6. Mit einer nach dem **Carnot-Prozeß** laufenden Wärmepumpe soll eine Stadtheizungsanlage auf der Temperatur  $\vartheta = 80 \text{ }^\circ\text{C}$  gehalten werden. Zur Verfügung stehen die elektrische Antriebsleistung  $P = 30 \text{ MW}$  und ein Fluß, durch dessen Profil Wasser der Stromstärke  $I = 400 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  und der Temperatur  $\vartheta = 5 \text{ }^\circ\text{C}$  fließt.

a) Welche *Wärmemenge*  $Q_1$  wird je Sekunde an die Stadtheizung abgegeben? (*Lösung*:  $141 \text{ MJ}$ )

b) Um wieviel wird der Fluss abgekühlt? (*Lösung*:  $0,066 \text{ K}$ )