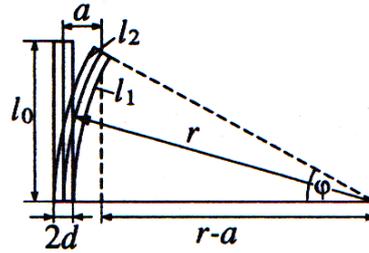


1. Ein Bimetallstreifen (Länge l_0) besteht aus je zwei **0,5 mm** starken Metallblechen mit den Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_1 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und $\alpha_2 = 16 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bei $0 \text{ }^\circ\text{C}$.



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

2. Ein dünnwandiger Stahlring (Elastizitätsmodul $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ MPa}$, Zugfestigkeit $\sigma_B = 675 \text{ MPa}$, linearer Ausdehnungskoeffizient $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) soll auf eine Welle von **40 mm** Durchmesser aufgeschraubt werden. Dabei soll die im Ring auftretende Zugspannung den Wert von **$0,3\sigma_B$** nicht überschreiten.

a) Wie groß muss der Innendurchmesser d_0 des kalten Ringes vor dem Aufschraubfen mindestens sein?

(Lösung: 3,996 cm)

b) Wie groß muss die Mindesttemperaturdifferenz zwischen Ring und Welle sein, damit sich ein Ring mit dem in Punkt (a) berechneten Minstdurchmesser aufschraubfen läßt? (Lösung: 82 K)

3. Eine homogene Eisenstange ($m = 3 \text{ kg}$) ist bei $8 \text{ }^\circ\text{C}$ genau **1 m** lang.

→ Um welchen Betrag ändert sich das Trägheitsmoment dieser Stange bezüglich einer senkrecht zur Stange durch deren Endpunkt gehenden Drehachse, wenn die Stange auf $100 \text{ }^\circ\text{C}$ erwärmt wird ($\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)? (Lösung: $2,2 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$)

4. 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 kg** wiegt. Man berechne daraus den tatsächlichen *Volumsausdehnungskoeffizienten* von Quecksilber. (Lösung: $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$)

5. 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 cm** dicken Ziegelmauer (ebenfalls beidseitig mit **1,5 cm** Verputz) entspricht.

→ Wie dick muss die Heraklithplatte sein? (Lösung: 3,6 cm)

6. Ein Verbundfenster der Fläche $A = 2,0 \text{ m}^2$ besteht aus zwei Glasscheiben der Dicke $d_1 = 3,5 \text{ mm}$ ($\lambda_1 = 0,85 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$), zwischen denen sich eine Luftschicht befindet ($k_2 = 5,9 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, die Konvektion ist damit berücksichtigt). Die Wärmeübergangskoeffizienten lauten innen $\kappa_i = 12,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ (Zimmerluft ruhend) und außen $\kappa_a = 25 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ (Außenluft leicht bewegt). Die Innentemperatur ist $\vartheta_i = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, die Außentemperatur $\vartheta_a = -10 \text{ }^\circ\text{C}$.

a) Man berechne die Heizleistung P , die erforderlich ist, um den Energieverlust, den der Wärmestrom durch das Fenster verursacht, zu ersetzen. (Lösung: $P = 215 \text{ W}$)

b) Welchen Wert P' nimmt die erforderlich Heizleistung an, wenn das Fenster nur **EINE** Scheibe der Dicke $d_3 = 5,4 \text{ mm}$ hat? (Lösung: $P = 507 \text{ W}$)