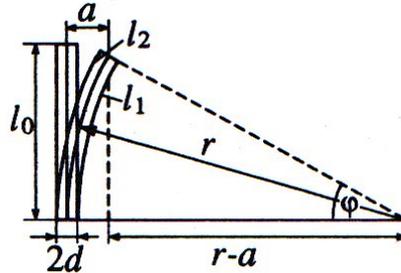


1. Ein Bimetallstreifen (Länge l_0) besteht aus je zwei **0,5 mm** starken Metallblechen mit den Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_1 = 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und $\alpha_2 = 16 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bei $0 \text{ }^\circ\text{C}$.



→ 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. Wenn ein **Eisenquader** ($\rho = 7,8 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$; $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) bei $0 \text{ }^\circ\text{C}$ in *Quecksilber* ($\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$; $\beta = 18,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$) schwimmt, taucht er nur zu einem gewissen Teil seiner Höhe ein.

→ Um welchen Prozentsatz verändert sich die *Eintauchtiefe*, wenn die *Temperatur* auf $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ansteigt?
(Lösung: 1,5 % der ursprünglichen Eintauchtiefe)

3. 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)

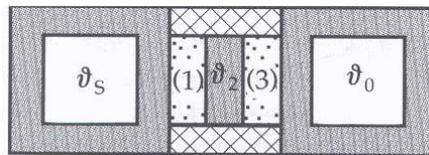
4. Die Luft in einem Raum hat die Temperatur $\vartheta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ und weist eine *relative Feuchtigkeit* von $\varphi_{\text{rel}} = 0,8$ auf, was einem *Taupunkt* von $16,5 \text{ }^\circ\text{C}$ entspricht. Die Wärmeübergangszahl für die *Innenseite* der Wand beträgt $\kappa = 8,14 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-2}$, die *Außentemperatur* ist $\vartheta_a = -15 \text{ }^\circ\text{C}$. Die *Außenwand* hat eine Dicke von **38 cm** ($k_w = 1,56 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-2}$). Die Wärmeübergangszahl für die Außenseite ist vernachlässigbar. Um eine **Schwitzwasserbildung** zu vermeiden, soll die Wand durch eine **Heraklithplatte** ($\lambda_H = 0,072 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$) verstärkt werden.

→ Man berechne die Dicke der Heraklithplatte! (Lösung: 3,35 cm)

Bitte Seite wenden!

5. Zur Messung der **Wärmeleitfähigkeit** λ_1 einer Keramikplatte wird folgende Anordnung benutzt: Zwischen zwei Kupferbehältern, von denen der eine mit siedendem Wasser (ϑ_s) der andere mit einem Eis/Wasser-Gemisch (ϑ_0) gefüllt ist, befindet sich ein seitlich durch Glaswolle von der Umgebung isolierter Wärmeleiter, der aus drei Schichten gleicher Querschnittsfläche A aufgebaut ist. Diese Schichten sind die zu untersuchende Keramikplatte ($d_1 = 20 \text{ mm}$), ein Kupferblech ($\lambda_2 = 384 \text{ WK}^{-1} \text{ m}^{-1}$) auf der Temperatur $\vartheta_2 = 24,3 \text{ }^\circ\text{C}$, sowie eine Porzellanplatte ($d_3 = 12 \text{ mm}$) mit $\lambda_3 = 1,44 \text{ WK}^{-1} \text{ m}^{-1}$. Die Wärmeübergangszahl zwischen Kupfer und jedem anderen Material ist $\kappa = 5,5 \text{ kWK}^{-1} \text{ m}^{-2}$.

Hinweis: Die Temperaturdifferenzen an den Übergängen zwischen Wasser und Kupfer können vernachlässigt werden.



- a) Man bestimme λ_1 unter Vernachlässigung der Temperaturdifferenz im Kupferblech. (*Lösung:* $0,75 \text{ WK}^{-1} \text{ m}^{-1}$)
- b) Das Kupferblech zwischen Keramik- und Porzellanplatte hat die Dicke $d_2 = 2,0 \text{ mm}$. Welche Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ entsteht im Kupferblech, wenn ϑ_2 an der dem Porzellan zugewandten Seite gemessen wird. (*Lösung:* $0,015 \text{ K}$)
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 MJ)
- b) Um wieviel wird der Fluss abgekühlt? (*Lösung:* $0,066 \text{ K}$)