

Heat Happens – Thermodynamics in Daily Life

Wärmeübertragung

Übungsblatt - Aufgabenstellung

Aufgabe 1:

Welche drei Transportmechanismen sind bei der Wärmeübertragung zu unterscheiden? Nennen Sie deren Namen, Wesen und die jeweilige Gleichung!

Aufgabe 2:

Eine Wärmestromdichte \dot{q} wird durch eine Kupferplatte und durch eine Glasplatte gleicher Dicke transportiert ($\lambda_{\text{Cu}} \gg \lambda_{\text{Glas}}$). Beide Platten haben auf der heißen Seite die gleiche Temperatur T_1 . Welche der beiden Platten hat auf der kalten Seite die niedrigere Temperatur? Begründen Sie Ihr Ergebnis mit Angabe des formelmäßigen Zusammenhangs!

Aufgabe 3:

Eine ebene, 10 mm dicke Eisenwand ($\lambda_{\text{Fe}} = 80 \text{ W/(m K)}$) und eine ebene, 20 mm dicke Aluminiumwand ($\lambda_{\text{Al}} = 221 \text{ W/(m K)}$) sind aufeinandergelegt, wobei zwischen beiden ein Luftspalt ($\lambda_{\text{Luft}} = 0,026 \text{ W/(m K)}$) von 1/100 mm bleibt. Die Luftschicht wird hier als ruhende Schicht betrachtet, in der reine Wärmeleitung (keine Konvektion) stattfindet.

Die Wärmeübertragungsfläche beträgt 1 m^2 .

Skizzieren Sie das Problem mit elektrischem Ersatzschaltbild und berechnen Sie den thermischen Widerstand der zusammengesetzten Wand mit und ohne Luftspalt!

Was fällt am Ergebnis auf?

Aufgabe 4:

Die Temperatur an der inneren Wand eines Ofens beträgt $200 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Raumtemperatur in der Küche liegt zwischen $15 \text{ }^\circ\text{C}$ und $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Ofenwand besteht aus Metall und ist sehr dünn. Der Wärmeleitwiderstand der Ofenwand soll hier daher vernachlässigt werden. Die Ofenwand ist mit einer Schicht aus glasfaserverstärktem Kunststoff ($\lambda = 0,035 \text{ W/(m K)}$) isoliert. Der Wärmeübergangskoeffizient α zwischen äußerer Ofenwand und Küche beträgt $12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Berechnen Sie die Dicke L der Isolationsschicht, damit die Temperatur an der Außenwand des Ofens höchstens $50 \text{ }^\circ\text{C}$ beträgt! Die Strahlung sei vernachlässigbar.

Aufgabe 5:

Einem Wohnraum sollen zur Deckung der Wärmeverluste stündlich 18900 kJ zugeführt werden. Welche Heizkörperfläche muss installiert werden, wenn bei einer Heizkörperoberflächentemperatur von 80 °C die Raumtemperatur 20 °C betragen soll und der Wärmeübergangskoeffizient zwischen Heizkörper und Raumluft $\alpha = 84 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \text{ h K})$ beträgt?

Aufgabe 6:

Eine ebene Wand besteht aus zwei Materialschichten. Die Dicke $s_1 = s_2 = 15 \text{ cm}$ der beiden Schichten ist gleich. An der wärmeren Seite der Wand befindet sich Öl mit der Temperatur 72 °C und an der anderen Seite Luft mit 20 °C.

1. Skizzieren Sie das elektrische Ersatzschaltbild für das Problem und geben Sie die Formel für die Wärmewiderstände an!
2. Geben Sie die Gleichung für den Wärmedurchgangskoeffizienten k an, und errechnen Sie dessen Wert! Skizzieren Sie den Temperaturverlauf! Die Wärmeübergangsfläche beträgt $A = 1 \text{ m}^2$. Die Wärmeübergangskoeffizienten für Öl und Luft seien für den speziellen Fall bekannt, ebenso die Wärmeleitfähigkeiten der beiden Schichten ($\alpha_{\text{Öl}} = 580 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, $\alpha_{\text{Luft}} = 5,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, $\lambda_1 = 1,5 \text{ W}/(\text{m K})$, $\lambda_2 = 2,0 \text{ W}/(\text{m K})$).