

Wärmeübertragung I

7. Übung (Strahlung fester Oberflächen)

1. Aufgabe

Eine wirksame Wärmeisolation besteht darin, dass man den zu isolierenden Raum mit einem evakuierten Doppelmantel umgibt, dessen Innenflächen verspiegelt sind („Vakuumisolation“). Die Wände des Doppelmantels dürfen näherungsweise als planparallele Flächen behandelt werden, deren Abstand klein gegen ihre Ausdehnungen in den senkrecht dazu stehenden Richtungen ist.

- a) Berechnen Sie die Dicke s einer Isolierschicht aus einem homogenen Isoliermaterial der Wärmeleitfähigkeit λ , die erforderlich wäre, um die gleiche Isolierwirkung zu erzielen wie mit der Vakuumisolation für folgende gegebene Daten:

Emissionsverhältnis der verspiegelten Wände: $\varepsilon_W = 0,035$

Wärmeleitfähigkeit des Isoliermaterials: $\lambda = 0,04 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$

Temperaturen der Wände:

1) $T_1 = 310 \text{ K}$	$T_2 = 290 \text{ K}$
2) $T_1 = 210 \text{ K}$	$T_2 = 190 \text{ K}$
3) $T_1 = 110 \text{ K}$	$T_2 = 90 \text{ K}$

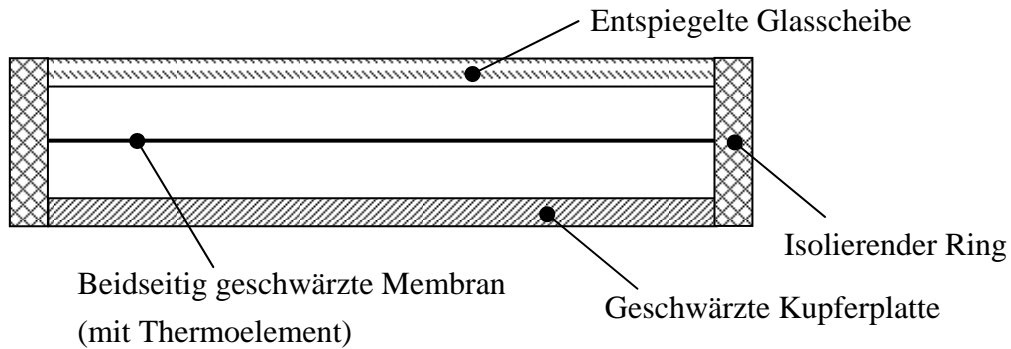
- b) Die Wirkung der Vakuumisolation kann schließlich noch dadurch erhöht werden, dass man den Spalt zwischen den Wänden des evakuierten Doppelmantels durch n parallele Folien in $(n+1)$ einzelne Spalte unterteilt.

Berechnen Sie das Verhältnis der Wärmeflussdichten durch den Doppelmantel mit und ohne Folien in Abhängigkeit von der Zahl (n) und dem Emissionsverhältnis (ε_F) der Folien sowie dem Emissionsverhältnis der Wände (ε_W).

2. Aufgabe

Berechnen Sie das Winkelverhältnis ϕ_{12} für den Strahlungsaustausch zwischen einer Kreisscheibe und einem Flächenelement, das sich parallel zu der Kreisscheibe im Abstand a auf der Mittelpunktsenkrechten befindet.

3. Aufgabe (Klausuraufgabe)



Mit obigem Messgerät soll die atmosphärische Wärmestrahlung ermittelt werden. Dazu wird die Temperatur der Membran gemessen. Das Messgerät ist evakuiert.

- Welche Strahlungstemperatur T_H^* hätte der Himmel als schwarzer Strahler?
- Welche Temperatur T_M besitzt die Membran?
- Wann gilt $T_M > T_U$ und wann $T_M < T_U$?

Daten:

Umgebungstemperatur	$T_U = 300 \text{ K}$
Transmissionsgrad der Glasscheibe	$\tau_G = 1$
Emissionsgrad der Kupferplatte	$\varepsilon_P = 1$
Strahlungsleistung (bedeckter Himmel, $T_H = T_U$)	$\dot{e}_U = 400 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
Absorptionsgrad der Membran	$\alpha_M = 1$

Annahmen:

Die Kupferplatte besitzt Umgebungstemperatur ($T_P = T_U$).

Der isolierende Ring nimmt nicht an der Wärmeübertragung teil.

Hinweis:

Es gilt: $r + \tau + \alpha = 1$ $\alpha = \varepsilon$

mit r – Reflexionsgrad, ε – Emissionsgrad, τ – Transmissionsgrad, α – Absorptionsgrad, Indizes: Umgebung U, Himmel H, Glasscheibe G, Kupferplatte P, Membran M.