

Vaje: Stacionarno prevajanje toplote

1. Pokažite, da je stacionarna rešitev difuzijske enačbe $\frac{\partial T}{\partial t} = \chi \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ pri robnih pogojih $T(x=0) = T_1$ in $T(x=l) = T_2$ enaka $T(x) = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{l} x$!

2. Več zaporednih plasti

Stena iz porobetona debeline 20 cm ima površino $14,6 \text{ m}^2$ in toplotno prevodnost $0,12 \text{ W/mK}$. Na zunanji strani stene je nalepljena 5 cm debela plast stiropora s toplotno prevodnostjo $0,04 \text{ W/mK}$.

a) Kolikšen toplotni tok teče skozi sestavljeno steno, če je notranja temperatura stene 17°C , zunanja pa -5°C ?

b) Kolikšna je temperatura na stiku betona in stiropora? Narišite potek temperature v steni!

3. Vzporedni prehodi toplote

Zunanja stena z dolžino 10 m in višino 3 m ima 4 m^2 veliko okno. Zid stene je debel 30 cm in ima toplotno prevodnost $0,40 \text{ W/mK}$. Toplotna prehodnost okna je $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. V prostor postavimo radiator z močjo 1100 W. Kolikšna temperatura se ustali v prostoru, če je zunanja temperatura -12°C ?

Za koliko odstotkov zmanjšamo toplotne izgube, če okno zamenjamo z novim, ki ima $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, in stene obložimo s stiroporom z debelino 8 cm? Toplotna prevodnost stiropora je $0,04 \text{ W/mK}$.

4. Krogelna lupina

Izračunajmo toplotni upor krogelne lupine! Zapišimo, kako se spreminja temperatura v krogelni lupini. Definiramo toplotni upor krogelne lupine: $P = \frac{\Delta T}{R}$, kjer je $R_{\text{krogelna lupina}} = \frac{1/r_1 - 1/r_2}{4\pi\lambda}$ z enoto $[R] = \text{K/W}$. Potem upore zaporednih krogel seštevamo kakor pri planvzporednih plasteh.

5. Taljenje ledu

Vzemimo kos ledu, ki smo ga potopili v vodo s temperaturo $T_1 > 0^\circ\text{C}$. Določimo hitrost taljenja ledu ob predpostavki, da ni konvekcije. Za $r_0 = 10 \text{ cm}$ in $T_1 = 10^\circ\text{C}$ ter, če upoštevamo, da je toplotna prevodnost vode $0,6 \text{ W/mK}$, sledi $dm/dt = 0,02 \text{ g/s}$.

V kolikšnem času se ta košček ledu popolnoma stali?

6. Prestopni koeficienti

S kako debelo plastjo stiropora ($\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$) moramo obložiti opečnat zid z debelino 29 cm in toplotno prevodnostjo $\lambda = 0,56 \text{ W/mK}$, da bo toplotna prehodnost U obloženega zidu manjša od predpisane vrednosti $U = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$? Prestopni koeficient na notranji strani zidu je $h_n = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$, na zunanji pa $h_z = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$.

7. Parna cev

Po železni cevi z notranjim polmerom $r_1 = 10 \text{ cm}$ in zunanjim $r_2 = 10,5 \text{ cm}$ se pretaka vroča voda s temperaturo $T_1 = 80^\circ\text{C}$. Zunanji polmer plašča izolacije je $r_3 = 20,5 \text{ cm}$ in ima toplotno prevodnost $\lambda = 0,05 \text{ W/mK}$. Toplotni prestopni koeficient s površine izolacije na okoliški zrak je $h = 4 \text{ W/mK}$. Kolikšne so toplotne izgube na enoto dolžine cevi, če je temperatura okoliškega zraka enaka $T_0 = -10^\circ\text{C}$?

Izpeljemo toplotni upor cevi: $R_{cev} = \frac{2\pi\lambda L}{\ln\frac{r_2}{r_1}}$, kjer je L dolžina cevi.