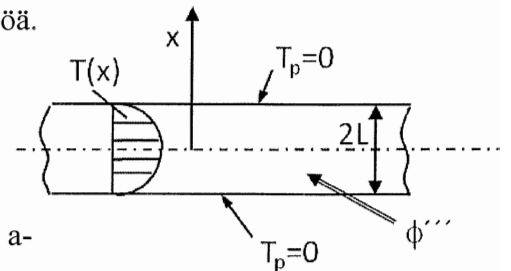


**Sallittu kirjallisuus: Kaavakokoelma
 Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen.
 Älä tee merkintöjä kaavakokoelmaan!
 Graafisen laskimen käyttö sallittu.**

Tehtävä 1.

Kuva esittää metallilevyä, jonka läpi menee sähkövirta kehittäen lämpöä. Levyn paksuus on $2L$. Pintalämpötila pidetään vakiona $= T_p = 0$.

- Mikä on levyn lämpötilajakautumaa hallitseva diff.yhtälö reunaehtoineen?
- Mikä on levyn lämpötilajakautuma $T(x)$?
- Miten vakio lämpötilareunaehto voidaan toteuttaa?
- Mikä virtausopin tehtävä antaa muodoltaan analogisen yhtälön a-kohdan kanssa?



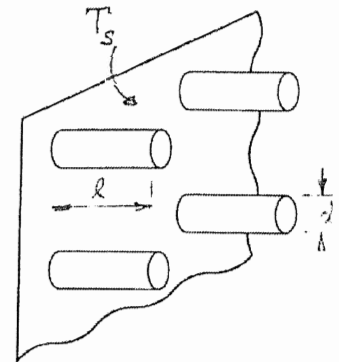
Tehtävä 2.

Pinnassa on alumiinisia puikkoripoja, joiden pituus $l = 5 \text{ cm}$ ja halkaisija $d = 5 \text{ mm}$. Lämmönsiirto tapahtuu luonnollisella konvektiolla. Pinnan lämpötila on 80°C ja ympäröivä ilma on $T_\infty = 20^\circ\text{C}$.

- Mikä on keskimääräinen lämmönsiirtokerroin, jos se lasketaan käyttäen lämpötilaeroa $\Delta T = T_s - T_\infty$ korrelaatiosta

$$Nu_d = \frac{hd}{k} = 0,39 Ra_d^{1/4}$$

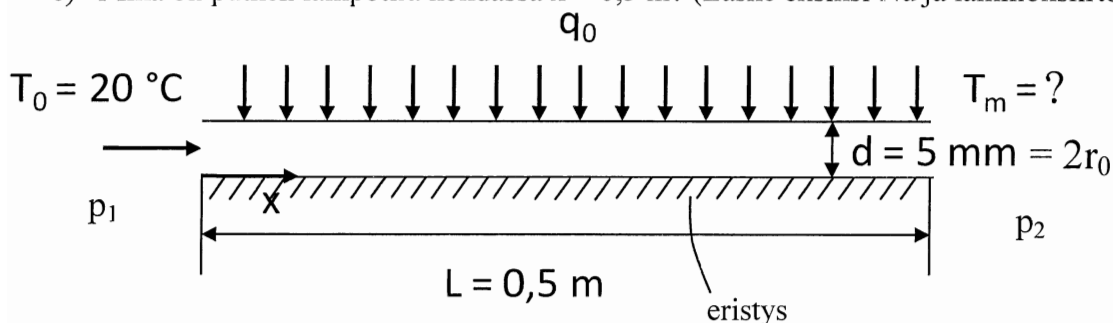
- Mikä on yhden rivin siirtämä ϕ ?



Tehtävä 3.

Ohutseinäisessä eristetyssä metalliputkessa lämmitetään vettä johtamalla tasavirta putken läpi virran tiheyden ollessa $q_0 = 10^4 \text{ W/m}^2$. Veden keskinopeus on 1 m/s .

- Onko virtaus laminaari vaiko turbulenti?
- Mikä on veteen siirtyvä lämpövirta ϕ ?
- Mikä on veden keskilämpötila T_m sen poistuessa putkesta?
- Mikä on painehäviö $\Delta p = p_1 - p_2$?
- Mikä on putken lämpötila kohdassa $x = 0,5 \text{ m}$? (Laske ensiksi Nu ja lämmönsiirtokerroin)

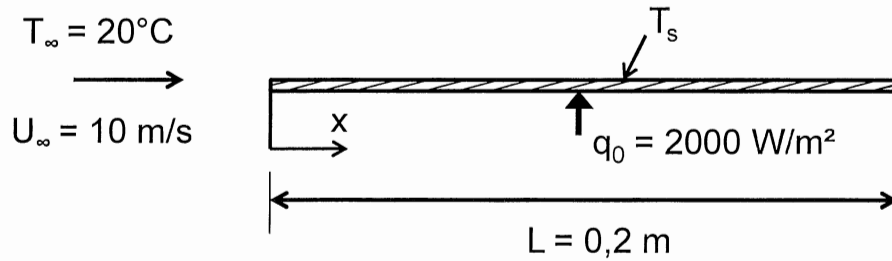


käännä →

Tehtävä 4.

Ohut levy on ilmavirtauksessa, jonka nopeus on 10 m/s. Levyssä kehittyy lämpöä $q_0 = 2000 \text{ W/m}^2$ ja sen lämmönjohtavuus on hyvin suuri, jolloin levyn lämpötila on kaikkialla vakio $= T_s$.

- Mikä on levyn lämpötila, jos levyn emissiviteetti $= 0$ ja rajakerros on laminaari?
- Mikä on levyn lämpötila, jos rajakerros on turbulenti?
- Mikä on levyn lämpötila, jos a-kohdassa pinnan $\varepsilon = 0,9$?



Tehtävä 5.

Aurinkokerääjän pinta, $T_s = 70^\circ\text{C}$, on päällystetty maalilla, jolle $\alpha = 0,87$ ja $\varepsilon = 0,09$.

Ympäröivän ilman lämpötila on 25°C ja taivaan 15°C .

- Kuinka paljon tulevasta säteilystä absorboituu pintaan?
- Mikä on keräilijän pinnan ja taivaan välinen säteily?
- Mikä on lämpöeristetyn keräilijän lämpötila, jos sitä ei jäähdytettäisi vedellä? Lämmönsiirtokerroin ilman ja pinnan välillä on $10 \text{ W/m}^2\text{K}$

