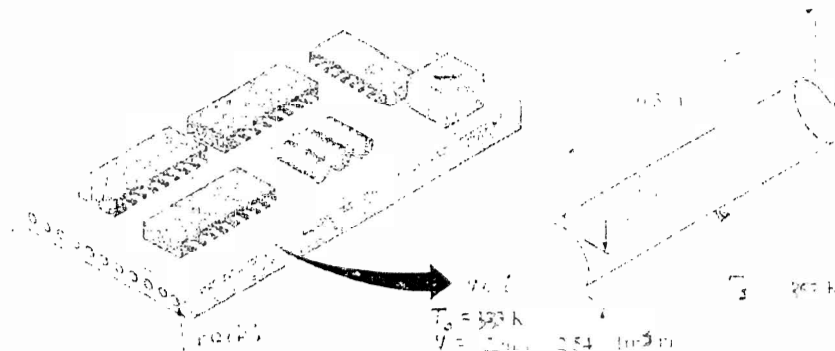


Sallittu kirjallisuus: Kaavakokoelma
Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen.
Älä tee merkintöjä kaavakokoelmaan!
Graafisen laskimen käyttö sallittu.

Tehtävä 1.

Laitetta jäähdytetään vedellä, joka virtaa sisälle porattuja pieniä putkia pitkin. Materiaali on hyvin lämpöä johtavaa, joten lämpötila on kaikkialla vakio = 353 K. Reikien halkaisija on 2,54 mm, pituus 0,3 m ja veden keskinopeus on 0,2 m/s.

- Onko virtaus laminaari vai turbulenti?
- Mikä on painehäviö?
- Mikä on keskimääräinen lämmönsiirtokerroin veden ja pinnan välillä?
- Kuinka paljon veden lämpötila nousee, kun se virtaa reiän läpi?

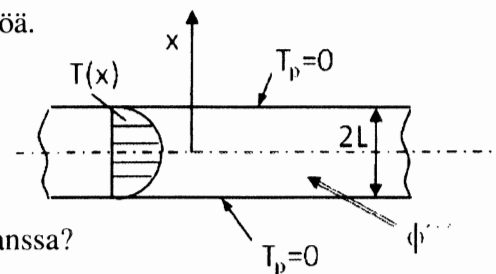


Tehtävä 2.

Kuva esittää metallilevyä, jonka läpi menee sähkövirta kehittämällä lämpöä.

Levyn paksuus on $2L$. Pintalämpötila pidetään vakiona = $T_p = 0$.

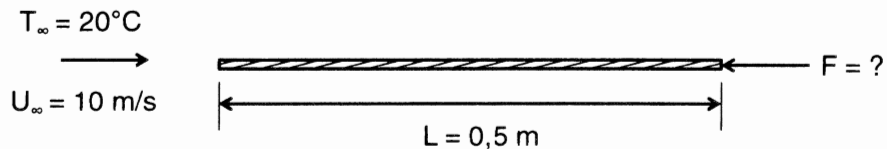
- Mikä on levyn lämpötilajakautumaa hallitseva diff.yhtälö reunaehtoineen?
- Mikä on tangon lämpötilajakautuma $T(x)$?
- Miten vakio lämpötilareunaehto voidaan toteuttaa?
- Mikä virtausopin tehtävä antaa analogisen yhtälön a-kohdan kanssa?



Tehtävä 3.

Kuvan ohut metallilevy on ilmavirtauksessa. Levyssä kehittyä lämpöä sähkövirran kulkiessa sen läpi siten, että levyn molemmilta puolilta siirtyy konvektiolla $q(x) = q_0 = 1000 \text{ W/m}^2$. Rajakerros on laminaari.

- Mikä voima virtauksesta syntyy levyyn?
- Mikä on levyn maksimilämpötila ja missä se esiintyy? Levyssä ei virtaussuunnassa tapahdu lämmönjohtumista.



Tehtävä 4.

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 5.

- Vesilätäköt voivat jäätä samoin kuin auton katot kirkkaalla ilmalla yöllä, vaikka lämpötila on $> 0^\circ\text{C}$. Selitä lyhyesti, miten tämä on mahdollista?
- Laske $1 \times 1 \text{ m}^2$ kokoisen pinnan (auton katto tai vesilätäkkö) lämpötila T_p , jos ilman lämpötila on 2°C ja taivaan lämpötila on -30°C . Luonnollinen konvektio vaakasuorassa pinnassa lasketaan kaavasta $\overline{Nu}_L = 0,27 Ra_L^{1/4}$, jossa $L = \frac{A}{4b}$. Oleta emissiviteetille sopiva arvo, jos pinta on maalattu tai se on vettä.
- Kuinka voit estää auton katon jäätyksen? Anna perustelut.

