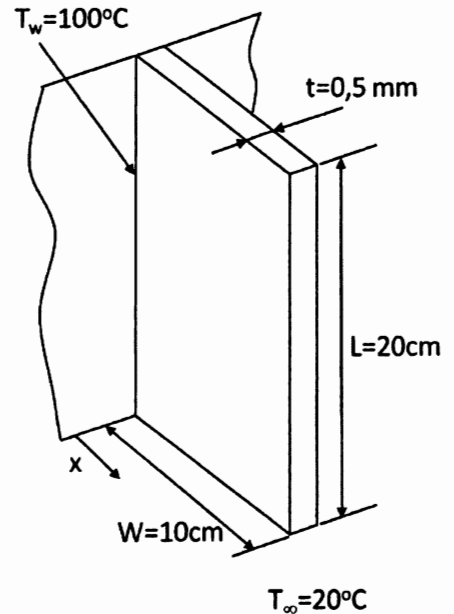


**Sallittu kirjallisuus: Kaavakokoelma
 Palautä kaavakokoelma tentin jälkeen.
 Älä tee merkintöjä kaavakokoelmaan!
 Graafisen laskimen käyttö sallittu.**

Tehtävä 1.

Kuva esittää levyripaa, jota jäähdyttää luonnollinen konvektio. Rivan paksuus on 0,5 mm ja materiaalina alumiini. Käytä isotermisen pinnan keskimääräistä lämmönsiirtokerrointa ripateorian kanssa. Tällainen käsittely antaa hiukan liian suuren lämmönsiirron, mutta on riittävän tarkka käytännön sovelluksissa.

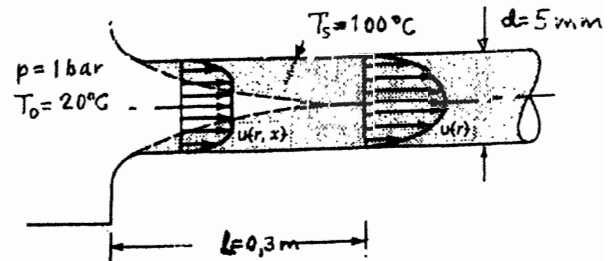
- Mikä on keskimääräinen lämmönsiirtokerroin?
- Mikä on rivan siirtämä lämpövirta, jos lämmönsiirtokerroin oletetaan vakioksi = a-kohdan h?
- Mikä on tällöin lämpötila rivan kärjessä ($T(x=0,1m)$)?



Tehtävä 2.

Kuva esittää pyöreää putkea, jonka halkaisija on 5 mm. Putkeen virtaa säiliöstä ilmaa keskinopeudella 5 m/s.

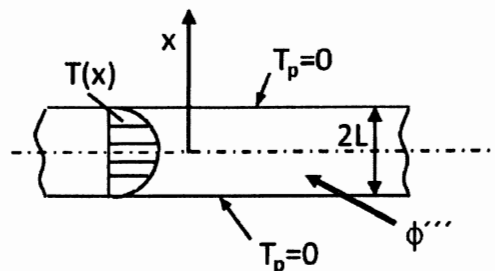
- Mikä on paine kohdassa $L = 0,3$ m, jos se on säiliössä 1 bar?
- Mikä on keskimääräinen lämmönsiirtokerroin virtaavan ilman ja putken pinnan välillä putken alusta kohtaan $L = 0,3$ m?
- Mikä on ilman lämpötila putken kohdassa $L = 0,3$ m, jos putken pintalämpötila on 100 °C?
- Anna yhtälöt ja kerro miten lasket edelliset kohdat, jos putken halkaisija on 50 mm?



Tehtävä 3.

Kuva esittää metallilevyä, jonka läpi menee sähkövirta kehittäen lämpöä. 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?



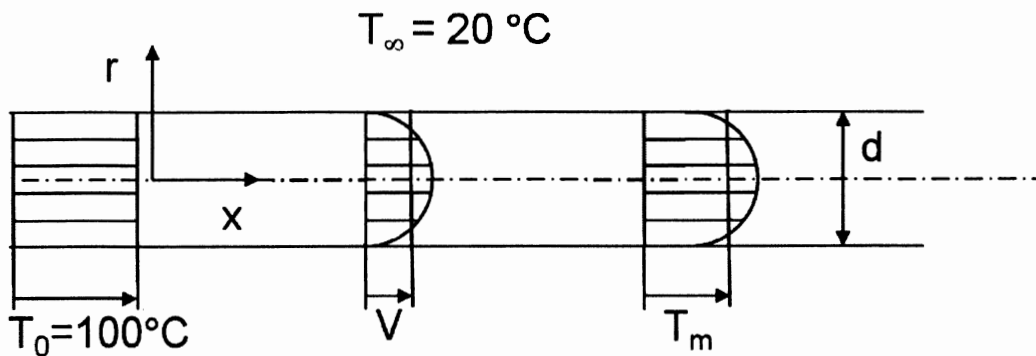
Käännä sivu →

Tehtävä 4.

Ohutseinäisessä metalliputkessa, halkaisija $d = 5 \text{ cm}$, virtaa ilmaa keskinopeudella $V = 10 \text{ m/s}$.

$\rho = 1,1 \text{ kg/m}^3$

- Onko virtaus laminaari vai turbulenti?
- Mikä on painehäviö metrin matkalla?
- Jos virtaavan ilman lämpötila poikkeaa putken lämpötilasta, virtaus jäähtyy tai lämpiää. Mikä on konvektiivinen lämmönsiirtokerroin, jos $Nu = 0,023Re^{0,8}Pr^{0,4}$? $Pr = 0,7$; $\nu = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$; $k = 0,028 \text{ W/mK}$.
- Miten paljon ilma jäähtyy metrin matkalla, jos putken pintalämpötila on $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ja virtauksen keskilämpötila on $T_m = 50 \text{ }^\circ\text{C}$?
- Anna yhtälöt, joista voidaan laskea putken lämpötila, jos se on huoneessa paikallaan olevassa ilmassa. Lämpötila $T_\infty = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ja putken emissiviteetti tunnetaan.



Tehtävä 5.

- Vesilätäköt voivat jäätyä samoin kuin auton katot kirkkaalla ilmalla, vaikka lämpötila on $> 0 \text{ }^\circ\text{C}$. 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 $2 \text{ }^\circ\text{C}$ ja taivaan lämpötila on $-30 \text{ }^\circ\text{C}$. 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.

