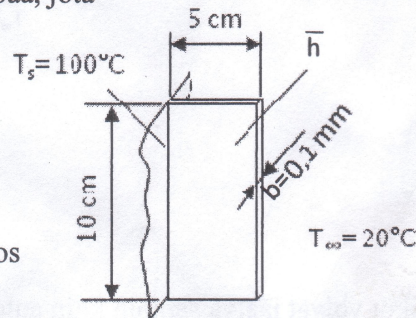


Sallittu kirjallisuus: Kaavakokoelma
 Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen.
 Älä tee merkintöjä kaavakokoelmaan!
 Graafisen laskimen käyttö sallittu.

Tehtävä 1.

Kuva esittää alumiinista ($k = 200 \text{ W/mK}$) tasapaksua levyripaa, jota jäähdyyttää luonnollinen konvektio.

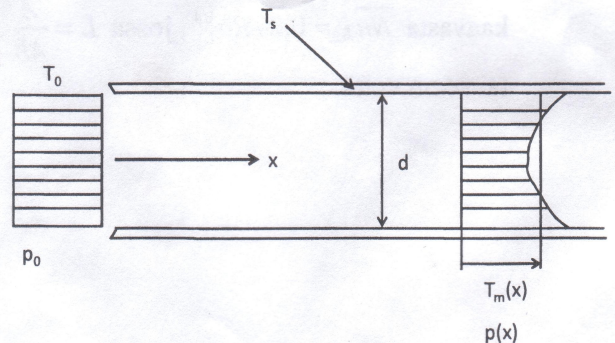
- Mikä on rivan kärjen lämpötila, jos käytetään isotermisen pystypinnan ($T_s = 100^\circ\text{C}$) keskimääräistä lämmönsiirtokerrointa? (Jos et osaa laskea lämmönsiirtokerrointa, oletta $\bar{h} = 7 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Mikä on rivan siirtämä kokonaislämpövirta ϕ ?
- Tee arvio rivan siirtämästä kokonaislämpövirrasta, jos pinta maalataan, jolloin emissiviteetti on $\epsilon = 0,9$.



Tehtävä 2.

Virtaus tulee säiliöstä pyöreään putkeen tasaisella nopeudella V lämpötilassa T_0 .

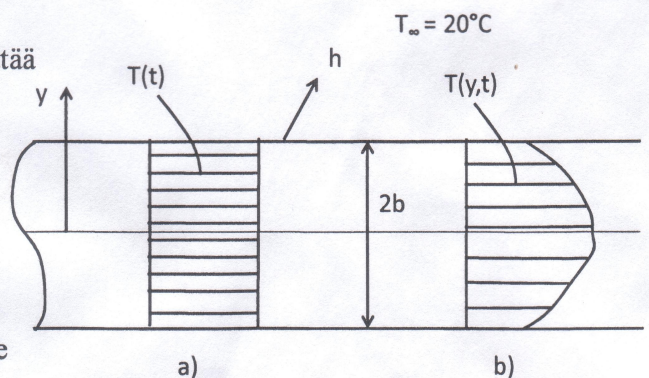
- Anna yhtälöt tai esitä menetelmä, joilla voidaan laskea paineen muutos $p(x)$ sekä laminaarille että turbulentialle virtaukselle.
- Anna vastaavat yhtälöt, joista saadaan virtauksen keskilämpötilan muutos $T_m(x)$.



Tehtävä 3.

Kuuma teräslevy otetaan uunista, jolloin sitä jäähdyyttää konvektio ja säteily. Niiden yhteisvaikutus otetaan huomioon lämmönsiirtokertoimella h .

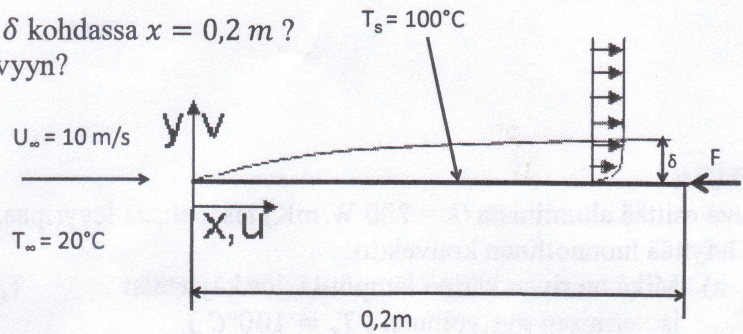
- Laske $\partial T / \partial t$, jos levyn paksuus $2b = 1 \text{ cm}$ ja $h = 30 \text{ W/m}^2\text{K}$ olettaen, että levy on isoterminen (tapaus a). Milloin näin voidaan tehdä?
- Esitä lämpötilaa $T(y, t)$ hallitseva differentiaaliyhtälö reunaehtoineen, jos levy ei ole isoterminen (tapaus b).



Tehtävä 4.

Tasolevyn lämpötila $T_s = 100^\circ\text{C}$. Se on ilmavirtauksessa, jonka lämpötila on 20°C ja nopeus 10 m/s . Rajakerros on laminaari.

- Mikä on nopeusrajakerroksen paksuus δ kohdassa $x = 0,2\text{ m}$?
- Mikä voima F virtauksesta aiheutuu levyyn?
- Kuinka paljon levyistä siirtyy lämpöä?
- Onko rajakerros mielestäsi laminaari käytännössä?



Tehtävä 5.

- Vesilätäköt voivat jäätä samoin kuin auton katot kirkaalla 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.

