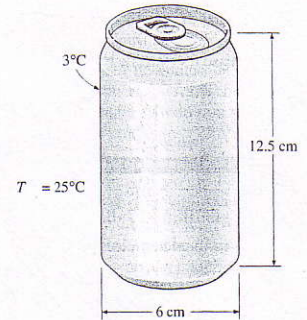


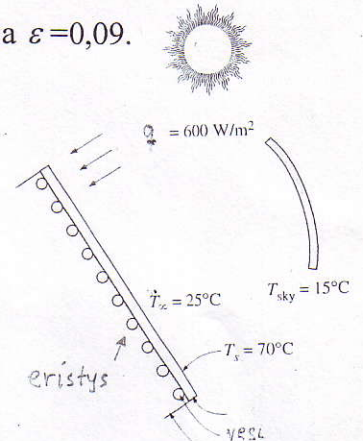
1. Juomatölkin lämpötila on $3\text{ }^\circ\text{C}$, kun se otetaan jääkaapista.

- Kuinka kauan vie juoman lämpiäminen $10\text{ }^\circ\text{C}$:een, jos säteilystä ja konvektiosta syntyvä yhdistetty lämmönsiirtokerroin on $10\text{ W/m}^2\text{ K}$?
- Mikä on luonnollisen konvektion lämmönsiirtokerroin pystypinnasta, jos pintalämpötila on $3\text{ }^\circ\text{C}$?
- Mikä on säteilystä syntyvä lämmönsiirtokerroin, jos $\varepsilon = 0,9$?
Oleta, että tölkissä olevan juoman lämpötila on kaikkialla vakio.



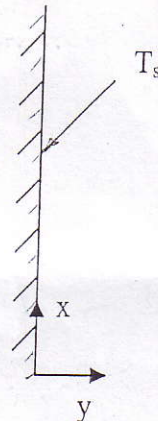
2. Aurinkokerääjän pinta, $T_s = 70\text{ }^\circ\text{C}$, on päällystetty maalilla, jolle $\alpha = 0,87$ ja $\varepsilon = 0,09$. Ympäröivän ilman lämpötila on $25\text{ }^\circ\text{C}$ ja taivaan $15\text{ }^\circ\text{C}$.

- Kuinka paljon tulevasta säteilystä absorboituu pintaan?
- Mikä on keräilijän pinnan ja taivaan välinen säteily?
- Mikä on keräilijän veteen siirtämä lämpövirran tiheys, jos konvektiivinen lämmönsiirtokerroin on $10\text{ W/m}^2\text{ K}$?
- Mikä olisi keräilijän lämpötila, jos sitä ei jäähdytettäisi vedellä?



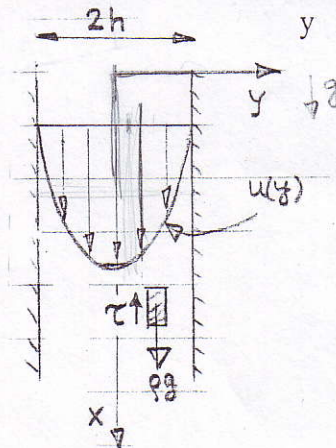
3. Tasolevyssä kehittyy vakio lämpövirran tiheys q_0 , jolloin pintalämpötila noudattaa yhtälö $T_s(x) - T_\infty = ax^n$.

- Mikä on n laminaarille ja turbulentialle rajakerrokselle, jos pinta on pystysuorassa ja sitä jäähdyttää luonnollinen konvektio?
- Sama kuin a-kohta, mutta kyseessä on pakotettu konvektio. Vapaan virtauksen nopeus u_∞ .
Etsi sopivat tulokset ja huomaa, että $Nu_x = \frac{h_x x}{k} = \frac{q_0}{T(x) - T_\infty} \frac{x}{k}$



4. Pystysuorassa olevassa raossa (leveys $2h$) on täysin kehittynyt laminaari virtaus. Virtauksen synnyttää maan vetovoimakenttä, joten virtaussuunnassa painegradientti $dp/dx = 0$.

- Mikä on nopeusjakautumaa hallitseva diff. yhtälö reunaehtoihin.
- Ratkaise nopeusjakautuma $u(y)$.
- Mikä on raossa virtaava tilavuusvirta?



5. Ohutseinäisessä metalliputkessa, jonka halkaisija on 3 cm , virtaa vettä keskinopeudella 2 m/s .

- Mikä on painehäviö metrin matkalla? Tarkista ensin onko virtaus laminaari vaiko turbulenti?
- Jos putken pinnan ja veden lämpötilat ovat erilaisia, tapahtuu myös lämmönsiirtoa. Mikä on sisäpuolen lämmönsiirtokerroin, jos $Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$?
- Tietyissä kohdassa putkea veden keskilämpötila on $80\text{ }^\circ\text{C}$. Mikä on putken pintalämpötila, jos ulkopinnan emissiviteetti $\varepsilon = 0,8$ ja konvektiivinen lämmönsiirtokerroin $= 20\text{ W/m}^2\text{ K}$? Huomaa, että putken ulkopinnasta lämpöä siirtyy sekä konvektiolla että säteilemällä.