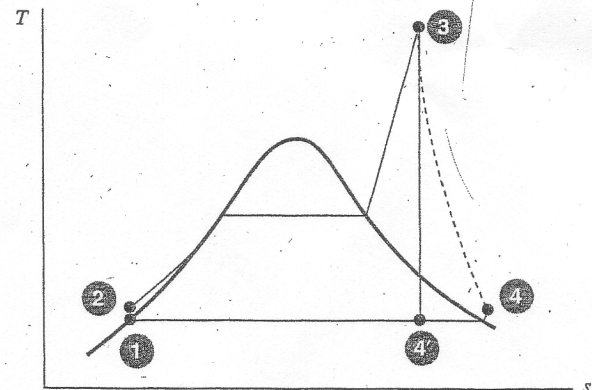


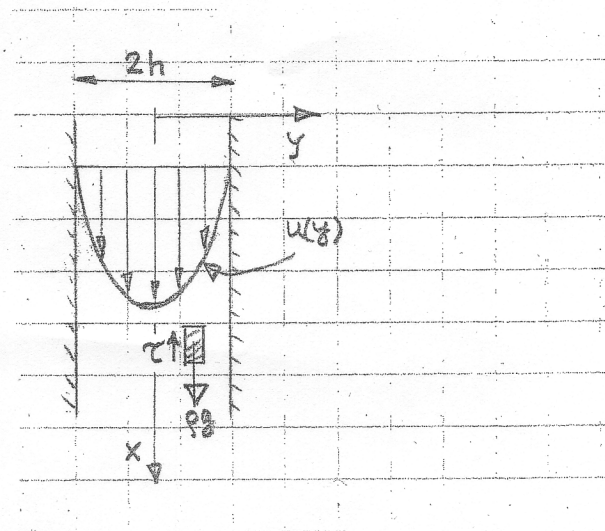
1. Ulkoilman lämpötila on 5°C ja suhteellinen kosteus 70 %. Ilma lämmitetään lämpötilaan 25°C .
- Mikä on ilman suhteellinen kosteus lämpötilassa 25°C , jos vettä ei lisätä? Laske ensin ω .
 - Mikä on ulkoa otettavan ilman tiheys, jos paine on 1 bar?
 $c_p = 1,0 \text{ kJ/kg K}$. Ota höyryn paineet vesihöyryn hs-piirroksesta.
 - Kuinka paljon lämpöä tarvitaan lämmittämiseen, jos sisääntuleva tilavuusvirta on $50 \text{ m}^3/\text{min}$?

2. a) Virtausta kuristettaessa esim. venttiilissä entalpia säilyy vakiona, mutta paine ja lämpötila voivat muuttua. Muutosta kuvaa Joule-Thomson kerroin $\mu = (\partial T / \partial p)_h$.
- Osoita, että $\mu = (\beta T - 1) V / c_p$
 - Mikä on $\beta = 1/v(\partial v / \partial T)_p$ ideaalikaasulle? Laske derivaatta yhtälöstä $p v = RT$.
 - Mikä on μ ideaalikaasulle?
 - Miten muuten kuin μ :n avulla voi selvittää ideaalikaasun lämpötilan muutoksen kuristuksessa.

3. Rankine-prosessi toimii painevälillä 20 bar ja 0,1 bar maksimilämpötilan ollessa 600°C .
- Mikä on entalpia pisteissä 1, 3 ja 4?
 - Mikä on turbiinin antama teho, jos sen hyötysuhde on 0,8?
 - Mikä on prosessin hyötysuhde?



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 reunaehtoineen.
 - Ratkaise nopeusjakautuma $u(y)$.
 - Mikä on raossa virtaava tilavuusvirta?



5. Sähkölaitetta jäähdytetään puhaltamalla sen läpi 6 pientä putkea pitkin ilmaa. Ilman kokonaismassavirta on $4 \cdot 10^{-4}$ kg/s. Laitteen lämmönkehitys voidaan olettaa vakioksi siten, että ilmavirtaukseen siirtyy putken pinnasta vakio lämpövirran tiheys.

- a) Kuinka paljon laitteessa kehittyy lämpöä Φ , jos virtauksen lämpötila nousee 50°C ?
b) Mikä on pinnasta virtaukseen siirtyvä lämpövirran tiheys q ?
c) Mikä on keskimääräinen lämmönsiirtokerroin, jos se lasketaan kaavasta

$$Nu = 8,235 + 0,0304 Re Pr \frac{d}{l}$$

- d) Mikä on putken pinnan maksimipintalämpötila?
 $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$, $k = 0,027 \text{ W/mK}$, $Pr = 0,7$, $\nu = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

