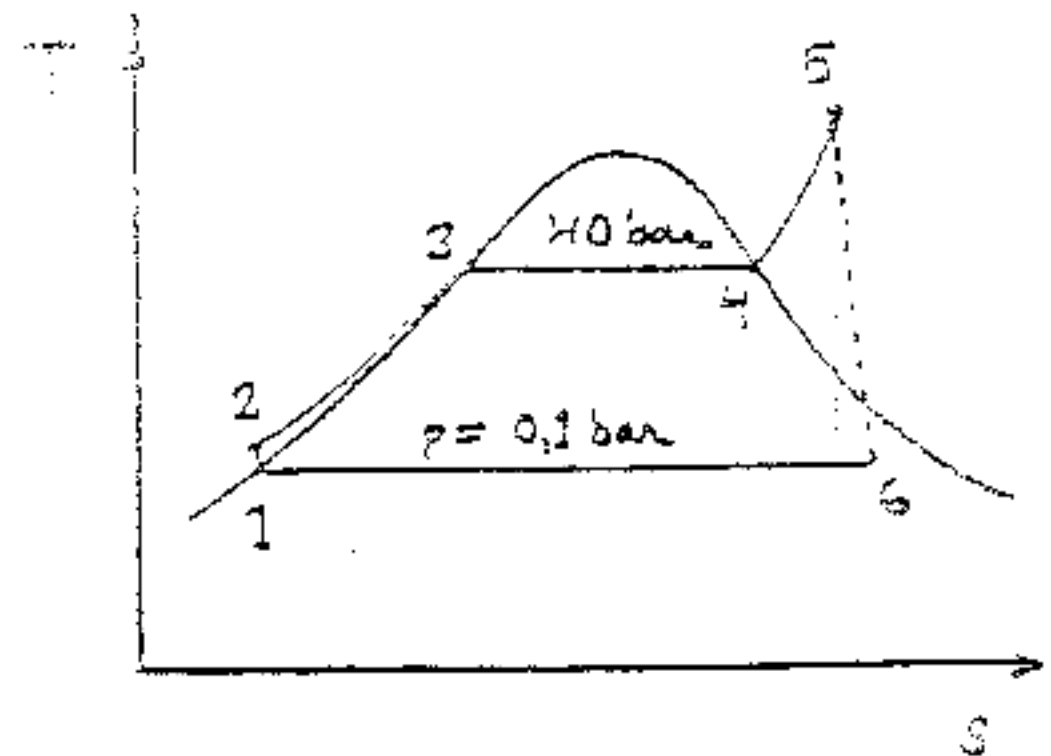
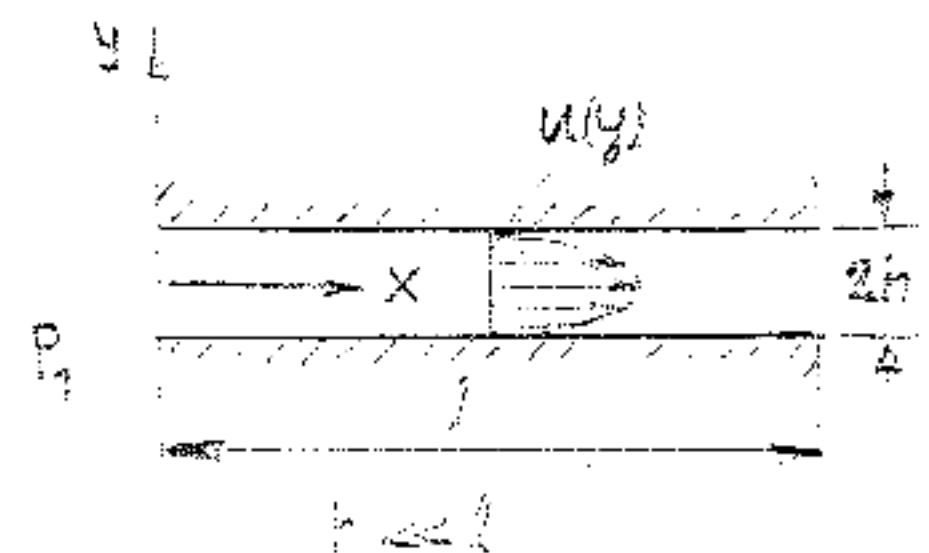


- Pakastimen sisälämpötila on  $-20^{\circ}\text{C}$ . Kun ovi avataan, se täyttyy huoneessa olevalla lämpimällä ilmalla, joka oven sulkemisen jälkeen jäähtyy ja samalla ilman kosteus kondensoituu ja jäätyy.
  - Mikä on paine pakastimen sisällä oven sulkemisen jälkeen, kun lämpötila on tasoittunut  $-20^{\circ}\text{C}$ ? Oletetaan, että pakastin täyttyy kokonaan huoneen ilmalla  $T = 20^{\circ}\text{C}$  ja  $p = 1\text{ bar}$ . (Käytännössä ilmiön havaitsee siten, että heti sulkemisen jälkeen ovi on vaikea avata uudelleen.)  $M = 28,965\text{ kg/kmol}$ .
  - Kuinka paljon jäätä muodostuu, jos pakastimen tilavuus on  $0,5\text{ m}^3$  ja huoneessa olevan ilman suhteellinen kosteus on  $80\%$ .  $p_h(20^{\circ}\text{C}) = 2,337\text{ kN/m}^2$ . Oleta, että kaikki ilmassa oleva vesihöyry jäätyy.
- Ideaalikaasua puristetaan isentropoisesti suljetussa prosessissa alkutilasta  $p_1$  ja  $T_1$  siten, että puristuksen lopussa paine on  $p_2$ .
  - Johda kaava puristuksen loppulämpötilalle  $T_2$  lähtemällä yhtälöstä  $pv^\gamma = \text{vakio}$ .
  - Mikä on lämpötila  $T_2$  (numeroarvo), jos puristetaan ilmaa alkutilasta  $p_1 = 1\text{ bar}$ ,  $T_1 = 20^{\circ}\text{C}$  paineeseen  $3\text{ bar}$ ?  $\gamma = 1,4$ .  $c_p = 1,0\text{ kJ/kgK}$
  - Johda ensimmäisestä pääsäännöstä lähtemällä kaava tehdyille työlle (työ/massa) isentrooppisessa prosessissa. Kaikki välimuodot esitettävä, pelkkä tulos ei riitä.
  - Mikä on entropian muutos kohdan a) puristuksessa?
  - Mikä on puristustyö, jos kyseessä on avoin prosessi?
- Kuva esittää yksinkertaista höyryvoimalaitosprosessia  $T_s$ -tasossa.  $\dot{m} = 10\text{ kg/s}$ .
  - Laske turbiinin teho, jos  $\eta_s = 0,8$  ja lämpötila pisteessä 5 on  $450^{\circ}\text{C}$ .
  - Mikä on höyryn lämpötila pisteessä 6?
  - Mikä on syöttövesipumpun tehotarve, jos  $\eta = 0,8$ ?
  - Piirrä prosessikaavio, josta selviää turbiinin, kattilan, syöttövesipumpun sekä lauhduttimen sijainti ja merkitse kaavioon  $T_s$ -tasossa olevien pisteiden paikat.



- Kuva esittää laminaaria virtausta kahden levyn välisessä raossa.
  - Mikä on nopeusprofiilia  $u(y)$  hallitseva diff.yhtälö reunaehtoinen kuvan koordinaatistossa, jos virtausprofiili on täysin kehittynyt.
  - Ratkaise nopeusjakautuma. Huomaa, että  $dp/dx = (p_1 - p_2)/l$ .
  - Mikä on raon läpi virtaava massavirta?



5. Kuva esittää ilmvirrassa olevaa ohutta levyä, jonka yläpinnassa kehittyy lämpöä lämpövirran tiheyden ollessa vakio  $= q_0$ . Lämpö siirtyy  $20^\circ\text{C}$  virtaukseen levyn molemmilta puolilta. (Käytännössä tällainen tapaus on elektroluminesensinäyttö)

a) Mikä on levyn ylä- ja alapinnan lämmönsiirtokerroin  $h(x)$  kohdassa  $x = 0,1$  m, jos

$$Nu_x = \frac{h(x)x}{\lambda} = 0,46 Re_x^{1/2} Pr^{1/3}$$

$$Re_x = U_\infty x / \nu, \quad x = 0,1 \text{ m}, \quad \nu = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}, \quad \lambda = 0,026 \text{ W/mK}, \quad Pr = 0,71.$$

b) Mikä on levyn lämpötila kohdassa  $x = 0,1$  m, jos levy on hyvin ohut ja  $q_0 = 1000 \text{ W/m}^2$ ? Ohuelle levylle voidaan olettaa, että  $T_y \approx T_a$ .

c) Mikä on ylä- ja alapinnan lämpötilaero, jos levyn paksuus  $h = 2 \text{ mm}$  ja sen lämmönjohtavuus  $\lambda_l = 1 \text{ W/mK}$ ?

