

TTKK

Energia- ja prosessiteknikka

25101 Lämpötekniikan perusteet

Tentti 10.12.1996

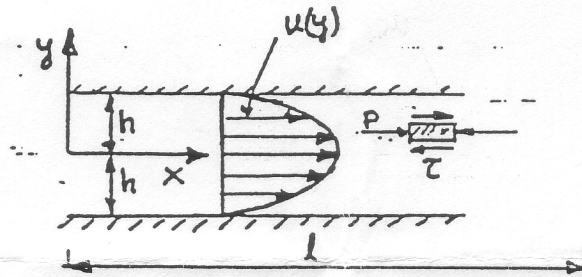
Kirjallisuuden käyttö kielletty

1. Huoneessa, jonka mitat ovat 5 m x 5 m x 3 m, on ilmaa lämpötilassa 25 °C ja paineessa 1 bar suhteellisen kosteuden ollessa 75 %.
- a) Mikä on ilman osapaine?  $p'_h(25\text{ °C}) = 3,169\text{ kN/m}^2$ . Mistä  $p'_h(25\text{ °C})$  saadaan?
- b) Mikä on vesihöyryn ja kuivan ilman massojen suhde  $\omega$ ?  $\frac{m_i}{m_h} = 0,622$
- c) Mitkä ovat huoneessa olevan kuivan ilman ja vesihöyryn massat?
- d) Jos huoneessa on kylmä pinta esim. ikkuna, niin mikä on pinnan lämpötila, jolloin vesihöyry alkaa kondensoitua pintaan? Ilmalle  $M_i = 28,965\text{ kg/kmol}$ .  
Vedelle 18,0 kg/kmol.
2. a) Aineen ominaistilavuus  $v = v(T,p)$ . Osoita, että tällöin  $dv/v = \beta dT - \kappa_T dp$ , jossa  $\beta$  on tilavuuden lämpötilakerroin ja  $\kappa_T$  isoterminen kompressibiliteetti.
- b) Johda puristustyön kaava suljetulle isotermiselle prosessille käyttäen a-kohdassa saatua tulosta, jos paine muuttuu arvosta  $p_1$  arvoon  $p_2$ . Oleta  $v$  ja  $\kappa_T$  vakioiksi.
- c) Mikä on b-kohdan puristusprosessissa poistettava lämpö?
3. Höyryvoimalaitoksen sähköteho on 1000 MW. Lauhduttamiseen käytetään ohi virtaavan joen vettä.
- a) Mikä on joen veteen siirtyvä lämpö, jos prosessin hyötysuhde on 0,44?
- b) Mikä on oltava joessa virtaavan veden tilavuusvirta, jos vesi saa lämmitä korkeintaan 3 °C?  $c_p = 4200\text{ J/kgK}$ .  $\rho = 1000\text{ kg/m}^3$ .
- c) Kuinka paljon höyryä (kg/s) turbiini tarvitsee, jos höyryn tila ennen turbiinia on  $T = 540\text{ °C}$ ,  $p = 120\text{ bar}$  ja turbiinin jälkeinen paine on 0,04 bar. Turbiinin hyötysuhde on 0,88.

Käännös



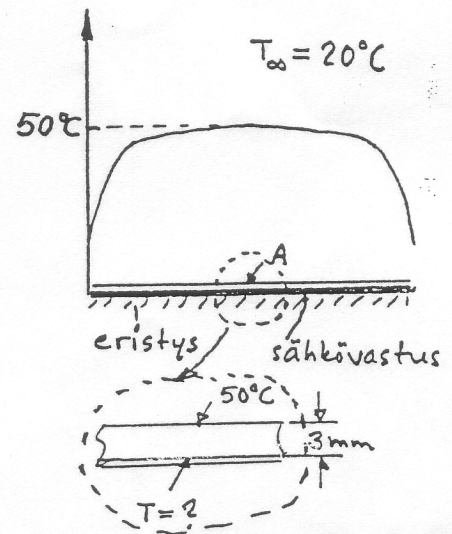
4. Kuva esittää täysin kehittyntä laminaaria virtausta raossa, jonka korkeus on  $2h$ .
- Mikä on nopeusjakautumaa hallitseva diff.yhtälö? Sen saa johdettua tarkastelemalla kuvassa olevaa differentiaalista kontrollitulavuutta. Painegradientti  $dp/dx$  tiedetään.
  - Mitkä ovat a-kohdan yhtälön ratkaisemisessa tarvittavat reunaehdot?
  - Ratkaise nopeusjakautuma  $u(y)$ , jossa esiintyy  $dp/dx$ .
  - Mikä on painehäviö  $\Delta p$ , jos raon pituus on  $l$  ja keskinopeus  $V$  tiedetään?



$$\Delta p = \frac{8\eta V}{r_0^2} \cdot v l$$

5. Kuva esittää mittausjärjestelyä, jolla tutkitaan vaakasuorassa asennossa olevan pinnan luonnollista konvektiota. Eräässä mittauksessa on saatu yläpinnan lämpötilaksi kuvan esittämä jakautuma, joka antaa konvektiiviseksi lämmönsiirtokertoimeksi  $5,0 = \eta$   $W/m^2K$  pisteessä A

- Mikä on sähkövastuksessa kehittyvä lämpövirrantiheys, jos pinta on kiiltävää alumiinia, jolle emissiviteetti  $\approx 0$ ?
- Mikä on lämpövirrantiheys, jos pinta on lasia, jolle  $\epsilon = 0,92$ ?
- Mikä on b-kohdassa lasin alapinnan lämpötila? Lasin  $\lambda = 0,81 W/mK$ .



$$q = \phi / A$$

$$\phi = 2Ah \Delta T$$

