

- Suljetussa tilassa, tilavuus  $10 \text{ m}^3$ , ilman paine on 1 bar ja lämpötila  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ .
  - Mikä on ilman massa?
  - Tilaan tuodaan 0,5 kg vettä, joka höyrystyy. Mikä on tällöin paine, jos lämpötila on edelleen  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
  - Mikä on suhteellinen kosteus veden lisäyksen jälkeen, jos oletetaan, että ennen veden lisäystä ilmassa olevan vesihöyryn pitoisuus = 0?  $M_{\text{ilma}} = 28,965 \text{ kg/kmol}$  ja  $M_{\text{h}} = 18 \text{ kg/kmol}$ . Ota vesihöyryn osapaine höyrytaulukosta.
- 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.
  - 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. (Ei ideaalikaasu.)
  - Mikä on b-kohdan tulos ideaalikaasulle?
  - Mikä on b-kohdan puristusprosessissa poistettava lämpö?
- Höyryvoimalaitoksen lauhdutuslämpö 1300 MW siirtyy ohi virtaavan joen veteen.
  - Mikä on voimalaitoksen sähköteho, jos prosessin hyötysuhde = sähköteho/tuotu lämpövirta on 0,43?
  - Kuinka paljon joessa virtaavan veden lämpötila nousee, kun joen tilavuusvirta on  $150 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $c_p = 4200 \text{ J/kgK}$  ja  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .
  - Mikä on höyryn lämpötila ennen turbiinia, jos sen paine on 120 bar? Turbiinin hyötysuhde on 0,88 ja höyryn paine sen jälkeen 0,04 bar.
- Ilmastointiputkessa,  $d = 0,2 \text{ m}$  ja pituus 100 m, virtaa ilmaa keskinopeudella 10 m/s. Virtauksen saa aikaan putken päässä oleva puhallin, johon ilma tulee paineessa 1 bar ja lämpötilassa  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .
  - Mikä on oltava puhaltimen jälkeinen paine, jotta virtaus on mahdollinen? On siis laskettava virtauksen painehäviö.
  - Mikä on puhaltimen ottama teho, jos sen hyötysuhde on 0,6 ja virtaus oletetaan kokoonpuristumattomaksi?  $v = 1,57 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $M = 28,965 \text{ kg/kmol}$ .
  - Mikä on ilman lämpötilan muutos puhaltimessa, jos puristus on isentrooppinen? Jos et onnistu ratkaisemaan a-kohtaa, oleta  $\Delta p = 500 \text{ N/m}^2$ .
- Kuva esittää laboratoriokäynnillä nähtyä sekoitussäiliön seinää jonka läpi kulkee sähkövirta lämmittäen levyä. Levy on toiselta puolelta eristetty ja toista puolta jäädyttää virtaus.
  - Mikä on levyn lämpötilaa  $T(x)$  hallitseva diff.yhtälö reunaehtoineen, jos levyssä on tasainen  $= \phi'''$ .
  - Ratkaise a-kohdan yhtälö. *lämmön kehitys*
  - Mikä on lämmönsiirtokerroin  $h$ , jos eräässä mittauksessa  $\phi''' = q_0 = 5000 \text{ W/m}^2$ , virtauksen lämpötila  $T_\infty = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  sekä levyn pintalämpötila  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

