

$2^{16} = 64$

2

- Ilmaa puristetaan isentrooppisesti suljetussa prosessissa alkutilasta p_1 ja T_1 siten, että puristuksen lopussa paine on p_2 .
 - Johda kaava puristuksen loppulämpötilalle T_2 lähtemällä yhtälöstä $p \cdot v^\gamma = \text{vakio}$.
 - Mikä on lämpötila T_2 (numeroarvo), jos puristetaan ilmaa alkutilasta $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 20^\circ \text{C}$ paineeseen 3 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 isentrooppinen avoin prosessi paineesta p_1 paineeseen p_2 ?

$4 \cdot 20 - 2 = 288$
 $12,89$

2. Huoneessa, jonka mitat ovat $5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$, on ilmaa lämpötilassa 25°C ja paineessa 1 bar suhteellisen kosteuden ollessa 75% .

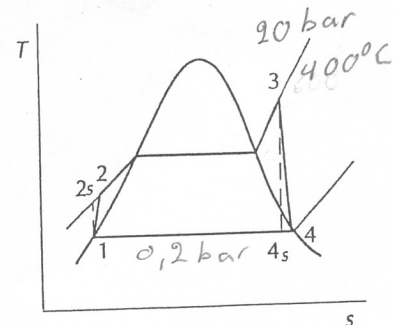
- Mikä on ilman osapaine? $p_h(25^\circ \text{C}) = 3,169 \text{ kN/m}^2$. Mistä $p_h(25^\circ \text{C})$ saadaan?
- Mikä on vesihöyryn ja kuivan ilman massojen suhde ω ?
- Mitkä ovat huoneessa olevan kuivan ilman ja vesihöyryn massat?
- Jos huoneessa on kylmä pinta esim. ikkuna, niin mikä on pinnan lämpötila, jolloin vesihöyry alkaa kondensoitua pintaan? Ilmalle $M_i = 28,965 \text{ kg/kmol}$. Vedelle $18,0 \text{ kg/kmol}$. $p = 1 \text{ bar}$

$R = 8,314 \frac{\text{kJ}}{\text{kmolK}}$

3. Rankine-prosessissa höyryn tila ennen turbiinia on: $p = 20 \text{ bar}$ ja $T = 400^\circ \text{C}$. Lauduttimesta lähtevän kylläisen veden paine on $0,2 \text{ bar}$.

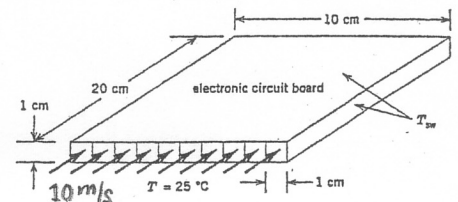
Turbiinin ja pumpun hyötysuhteet ovat $\eta_t = 0,8$ ja $\eta_p = 0,8$.

- Mikä on lämpötila ja entalpia pisteissä 1, 2, 3 ja 4.
- Mikä on prosessin hyötysuhde? (Huom. se ei ole $\eta_t \cdot \eta_p$)
- Mikä on massavirta, jos turbiinin teho on 100 MW ?



4. Kuva esittää elektroniikan komponenttia, jonka läpi puhalletaan jäähdyttämistä varten ilmaa neliskulmaisia kanavia pitkin siten, että virtauksen keskinopeus on 10 m/s . Mikä on tarvittava painehäviö, jos

- virtaus on laminaari?
 - virtaus on turbulenti?
 - Miten paljon puhallin ottaa virtauksen ylläpitämiseen tehoa, jos ilmaa pidetään kokoonpuristumattomana? $\eta = 0,5$, $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$, $\nu = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.
- Perustele, onko virtaus laminaari vaiko turbulenti ja käytä oikeaa tulosta?



5. Pystysuorassa oleva kuuma levy jäähtyy konvektion ja säteilyn vaikutuksesta.

- Mikä on kohdassa x levyn jäähtymisnopeus $\partial T / \partial t$, jos säteilystä ja konvektiosta syntyvä lämmönsiirtokerroin on $15 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja levyn lämpötila on 100°C . Oleta, että levyn lämpötila on paksuussuunnassa vakio.
- Mikä on levyn lämpötilaa $T(y,t)$ hallitseva osittaisdiff. yhtälö alku- ja reunaehtoineen? $2b = 1 \text{ cm}$, $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$, $c_p = 430 \text{ J/kgK}$.

