

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 %.

- Mikä on ilman osapaine? $p_h(25\text{ °C}) = 3,169\text{ kN/m}^2$. Mistä $p_h(25\text{ °C})$ 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 $18,0\text{ kg/kmol}$. $p = 1\text{ bar}$

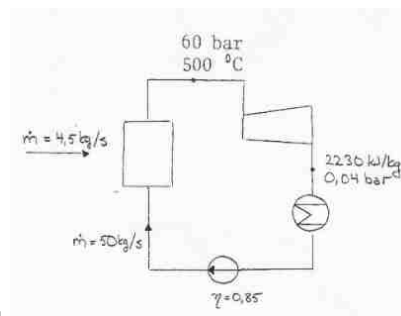
2. 1 kilogramma ilmaa $T = 20\text{ °C}$ puristetaan suljetussa systeemissä paineesta 1 bar paineeseen 6 bar.

- Laske kaasun sisäenergian muutos, jos prosessi on isoterminen.
- Laske systeemiin tuotu lämpö ja tehty työ isoteremiselle prosessille.
- Kuinka paljon lämpötila nousee puristuksessa, jos prosessi on isentrooppinen?

Ilmalle $\gamma = 1,4$ ja $c_p = 1,0\text{ kJ/kg K}$.

3. Kuva esittää yksinkertaistettua höyryvoimaprozessia. Laske

- turpiinin isentrooppinen hyötysuhde,
- höyryn lämpötila turpiinin jälkeen,
- pumpun tehonkulutus,
- prosessin hyötysuhde, kun kattilaan tuotavan polttoaineen lämpöarvo $q = 40\text{ MJ/kg}$.



4. Kuva esittää laakeria, jossa toinen pinta liikkuu nopeudella

$U^s = 10\text{ m/s}$. $p_1 = 1\text{ bar}$, $p_2 = 160\text{ bar}$, $l = 100\text{ mm}$, $h = 40\text{ }\mu\text{m}$,

öljyn $\eta = 0,4\text{ Ns/m}^2$ ja $\kappa_t = 1/(1500\text{ Mpa})$

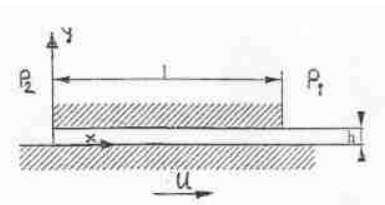
- Mikä on täysin kehittynyttä laminaaria virtausta hallitseva diff. yhtälö reunaehtoineen?

Huomaa, että $\frac{\partial p}{\partial x}$ on vakio $= \frac{p_1 - p_2}{l}$

- Ratkaise nopeusjakauma $u(y)$.

- Kuinka paljon öljyn tiheys muuttuu, kun paine kasvaa kuvan mukaisesti arvosta

1 bar arvoon 160 bar? Laske ensin $\left(\frac{\partial \rho}{\partial p}\right)_T$.



5. Ohutseinäisessä metalliputkessa, jonka halkaisija on 3 cm, virtaa vettä keskinopeudella 2 m/s.

- Mikä on painehäviö metrin matkalla? Tarkista ensin onko virtaus laminaari vaiko turbulenti?
- Jos putken pinnan ja veden lämpötilat ovat erilaisia, tapahtuu myös lämmönsiirtoa. Mikä on sisäpuolen lämmönsiirtokerroin, jos $Nu = 0,023Re^{0,8} Pr^{0,4}$. c) Tietyissä kohdassa putkea veden keskilämpötila on 80 °C. Mikä on putken pintalämpötila, jos ulkopinnan emissiviteetti $\epsilon = 0,8$ ja konvektiivinen lämmönsiirtokerroin $= 20\text{ W/m}^2\text{K}$? Huomaa, että putken ulkopinnasta lämpöä siirtyy sekä konvektiolla että säteilemällä. $v = 1,0 \cdot 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$, $\lambda = 0,6\text{ W/mK}$, $\rho = 1\text{ 000 kg/m}^3$, $Pr = 7,0$