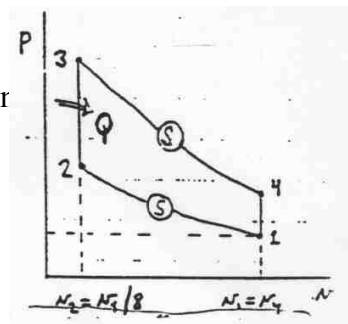


1. Talvella sisäilman suhteellinen kosteus on pakkasella hyvin pieni ellei käytetä ilmakehän kostutinta.
Mikä on ulkoilmassa, $T = -15^\circ\text{C}$, vesihöyryn ja ilman massojen Suhde ω , jos $p_h(-15^\circ\text{C}) = 191,5 \text{ N/m}^2$ ja $\phi = 90 \%$?
b) Mikä on huoneilman suhteellinen kosteus, jos se lämmitetään lämpötilaan 20°C ?
 $p_h(20^\circ\text{C}) = 2,337 \text{ kN/m}^2$.
c) Kuinka paljon vettä pitää kuutiometriin ilmaa lisätä, jotta suhteellinen kosteus olisi 60% lämpötilassa 20°C ?

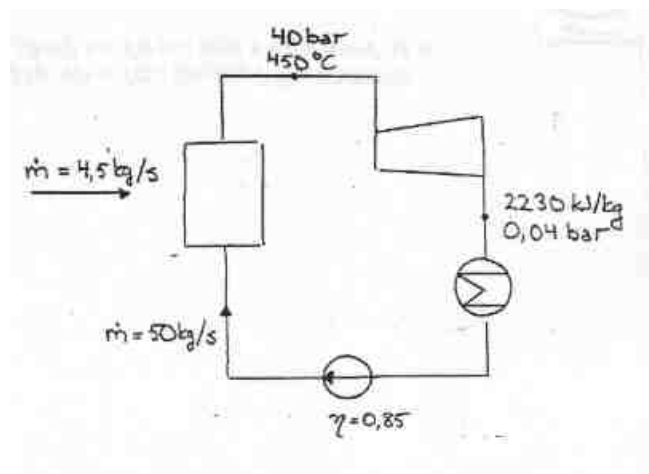
2. Ideaalisessa ottoprosessissa puristussuhde on 8. Puristuksen alkaessa P paine on 1 bar ja lämpötila 17°C . Lämpöä tuodaan vaiheessa 2-3.
a) Mikä on lämpötila ja paine puristusvaiheen lopussa?
b) Mikä on tuotava lämpö Q, jos $T_3 = 1500^\circ\text{C}$?
c) Mikä on suurin paine prosessin aikana?



3. Kuva esittää yksinkertaistettua höyryvoimaprozessia. Laske
a) turbiinin isentrooppinen hyötysuhde,
b) höyryn lämpötila turbiinin jälkeen,
c) pumpun tehonkulutus,
d) prosessin hyötysuhde, kun kattilaan tuotavan polttoaineen lämpöarvo $q = 40 \text{ MJ/kg}$.

e) entalpia muutos pumpussa, jos puristus on isentrooppinen. Laske ensin $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_s$

$$c_v = 4,2 \text{ kJ/kgK}, \quad \rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad \beta = 200 \cdot 10^{-6} / \text{K}$$



4. Kuvan kaltevalla pinnalla olevan virtauksen saa aikaan maan vetovoima. Veden ja ilman rajapinta voidaan olettaa kitkattomaksi ts. rajapinnalla $\frac{\partial u}{\partial y} = 0$.

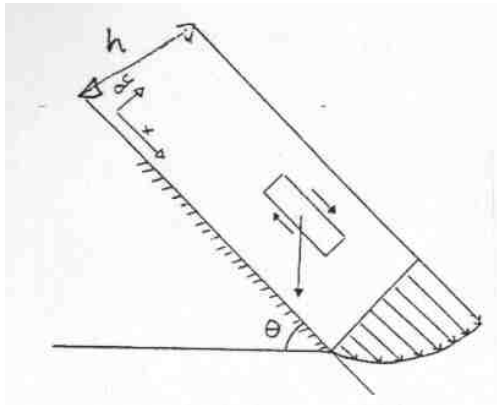
a) Johda nopeusjakaama $u(y)$ hallitseva differentiaaliyhtälö kuvan laminaarille kalvolle

(kalvossa $\frac{\partial p}{\partial x} = 0$)

b) Mitkä ovat differentiaaliyhtälön ratkaisemiseksi tarvittavat reunaehdot?

c) Ratkaise nopeusjakaama $u(y)$.

d) Mikä on kalvossa virtaava massavirta?



5. Ohutseinäisessä ulkopuolelta eristetyssä metalliputkessa, halkaisija 50 mm virtaa vettä keskinopeudella 3 m/s. Putkea lämmitetään sähkövirralla siten, että lämpöä kehittyy $5 \cdot 10^5$ W/m².

a) Kuinka paljon vesi lämpiää 10 metrin matkalla?

b) Mikä on putken lämpötila, jos virtauksen keskilämpötila on 20°C?

Vedelle $\rho = 10^3$ kg/m³ $\nu = 1,0 \cdot 10^{-6}$ m²/s, $\lambda = 0,6$ W/mK, $Pr = 7,0$, $c_p = 4,2$ kJ/kgK, $Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$, $c_p = 4,2$ kJ/kgK.

