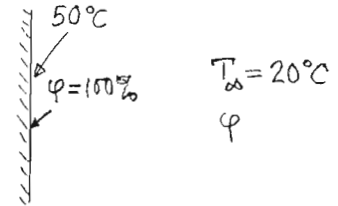


Tehtävä 1.

Huoneessa olevan ilman lämpötila on 20 °C ja paine 1 bar.

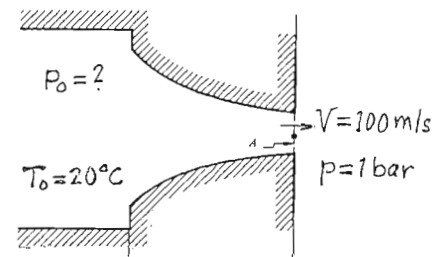
- Mikä on kuivan ilman tiheys?
- Jos ilman suhteellinen kosteus on $\varphi=50\%$, mikä on seoksen tiheys?
- Mikä on kastepisteen arvo?
- Jos huoneessa on märkä pinta, jonka lämpötila on 50 °C, mikä on seoksen tiheys lähellä pintaa?



Tehtävä 2.

Ilmasäiliössä on suutin, jonka lopussa pitää nopeuden olla 100 m/s.

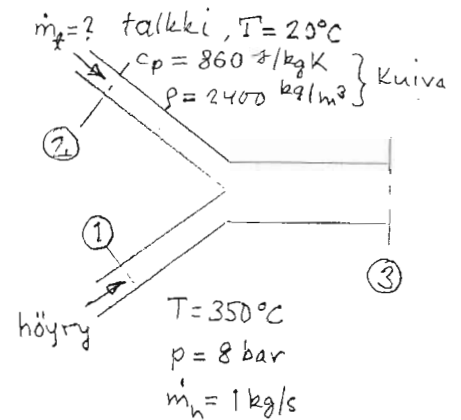
- Mikä on p_0 , jos virtaus oletetaan kokoonpuristumattomaksi eli $\rho = \text{vakio}$?
- Mikä on tällöin puhaltimen tehon tarve, jos suuttimen pinta-ala on 0,1 m² ja hyötysuhde 0,7? Ilma otetaan tilasta $p = 1 \text{ bar}$ ja $T = 20^\circ\text{C}$.
- Mikä pitää olla paine p_0 , jos oletetaan, että ilman virtaus on isentrooppinen?
- Mikä on puhaltimen tehontarve c-kohdassa?



Tehtävä 3.

Talkkia, jota käytetään paperin lisäaineena, jauhetaan suihkumyllyssä. Jauhamista varten talkki ($T=20^\circ\text{C}$) sekoitetaan tulistettuun höyryyn (katso kuva). Ennen suihkujauhinta leikkauksessa 3 seoksen lämpötilan täytyy olla 250°C paineen ollessa 8 bar. Jauhimeen tuleva talkki sisältää vettä 10% painostaan ja tämä vesi höyrystyy kokonaan paineessa 8 bar.

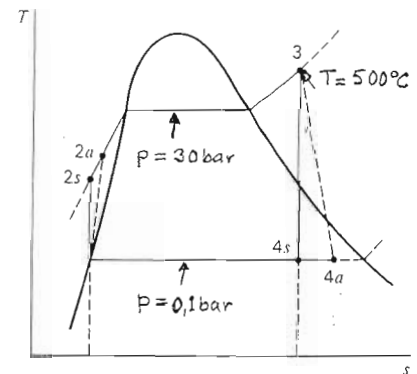
- Mikä on vesihöyryntalpia leikkauksessa 1 ja 3?
- Talkkissa olevan veden entalpia leikkauksessa 2?
- Talkin massavirta \dot{m}_t ? (Huomaa faasimuutoksen vaatima lämpö)



Tehtävä 4.

Kuva esittää yksinkertaista voimalaitosprosessia. Turbiinin hyötysuhde on 0,82 ja pumpun 0,8.

- Mikä on turbiinin antama teho/massavirta P_t/\dot{m} ?
- Mikä on syöttöpumpun tehontarve/massavirta P_p/\dot{m} ?
- Mikä on prosessin hyötysuhde?
- Voimalaitoksen tuottama sähkö käytetään jäädytysprosessin käyttämiseen, jossa lämpöä siirretään lämpötilasta -20°C lämpötilaan $+20^\circ\text{C}$. Miten paljon jäädytysprosessiin viedyllä teholla saadaan siirrettyä lämpöä, jos oletetaan Carnot-prosessi.
- Mikä on siirretty lämpö todellisuudessa?



Tehtävä 5.

Jäykkä vesisäiliö, tilavuus 1m^3 , on täynnä vettä, jonka $p = 1\text{bar}$ ja $T=20^\circ\text{C}$. Säiliöön pumpataan vettä siten, että lämpötila säilyy vakiona ja paine nousee 100 bar.

a) Miten paljon vettä pitää pumpata? Laske $\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T \approx \frac{\Delta v}{\Delta p}$.

b) Mikä työ joudutaan tekemään? Käytä työn määritelmää ja huomaa, että $dv = -\kappa_T v dp$.

c) Miten paljon pitäisi säiliössä olevan veden lämpötilaa nostaa alkutilasta, että paine kasvaisi 100 bar.

d) Jos κ_T ja β ei olisi annettu, miten laskisit niiden arvon?

Aineominaisuuksia:

Vesi

$$c_p = 4200 \text{ J/kgK}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$M = 18 \text{ kg/kmol}$$

$$\kappa_T = 40 \cdot 10^{-6} / \text{bar}$$

$$\beta = 2 \cdot 10^{-4} / \text{K}$$

Ilma

$$c_p = 1000 \text{ J/kgK}$$

$$M = 28,965 \text{ kg/kmol}$$

$$\gamma = 1,4$$