

2010 Termodynamiikan perusteet Tentti 30.1.2008

Sallittu kirjallisuus: kaavakokoelma

(älä tee siihen merkintöjä)

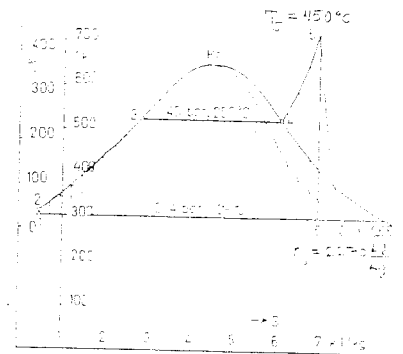
1. Kosteaa ilmaa lämpötila on $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, paine 1 bar ja suhteellinen kosteus 70%.

a) Mikä on seoksen tiheys?

b) Kuinka paljon vesihöyryä on kuutiometrissä?

c) Jos kosteassa ilmassa on kylmä pinta, alkaa siihen kondensoitua vettä. Mikä on pinnan lämpötila, jossa kondensoituminen alkaa?

d) Tämän tehtävän kostea ilma on meren pinnalla, josta tuuli kuljettaa sen ympäröivän vuoren rinteelle, jossa paine pienenee ja samalla lämpötila laskee. Tällöin syntyy sade. Anna kaavat ja selitä, kuinka laskisit sateen määrän, jos esim. $p = 0.8\text{ bar}$ ja $T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.



2. Kuvan voimalaitosprosessin tuottama sähkö käytetään rakennusten lämmittämiseen sähköllä.

a) Jos sisäilman ja ulkoilman lämpötilaero on $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, tarvitaan lämmitykseen lämpöä ϕ . Kuinka paljon lämpöä pitää prosessiin tuoda, että sähköä saadaan riittävästi lämmitykseen. Laske ensin prosessin hyötysuhde. Jos se ei onnistu, oletta jokin järkevä hyötysuhteen arvo.

b) Jos lämmitys suoritetaan polttamalla rakennukseen sijoitetussa laitteessa polttoainetta, niin kuinka paljon lämpöä siihen pitää tuoda?

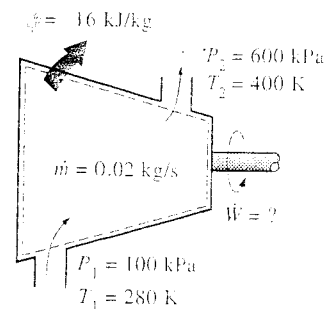
c) Jos rakennus on lämpimässä ilmastossa, jossa tarvitaan jäähdytystä, se ei onnistu ilman sähköä. Kuinka paljon sähköä tarvitaan jäähdyttämiseen, jos sisä- ja ulkolämpötilojen ero on $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, jolloin jäähdytyksen tarve on ϕ . Prosessin kylmäkerroin on 3?

3. Kompressorissa puristetaan ilmaa paineesta 1 bar paineeseen 6 bar.

a) Mikä on lämpötilan muutos, jos puristus oletetaan isentrooppiseksi?

b) Eräässä kompressorissa on mitattu viereisen kuvan arvot lämpötiloille sekä myös ϕ lämpöhäviöympäristöön. Mikä on puristamiseen tarvittava teho? Sovella avoimen systeemin energiayhtälöä. Onko edellä saatu teho sama kuin sähkömoottorin tarvitsema teho?

c) Mikä olisi puristamiseen tarvittava työ/massa, jos kyseessä olisi suljettu prosessi?



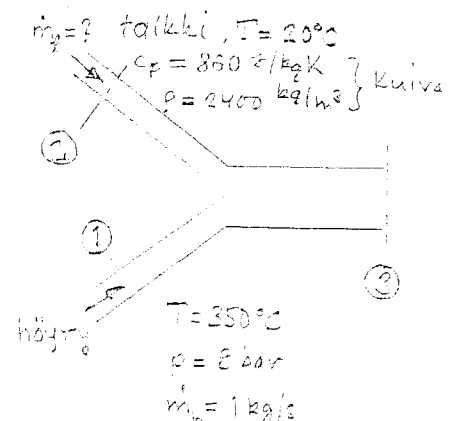
4. Talkkia jauhetaan suihkumyllyssä paperin lisäaineeksi.

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

a) Mikä on vesihöyryn entalpia leikkauksessa 1 ja 3?

b) Talkissa olevan veden entalpia leikkauksessa 2?

c) Talkin massavirta $\dot{m}_t$? (Huomaa faasimuutoksen vaatima lämpö)



KÄÄNNÄ

Tehtävä 5.

Jäykkä vesisäiliö, tilavuus 1 m^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

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

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

$$\gamma = 1,4$$