

Ene-39.3003 Teknillinen termodynamiikka Tentti 20.4.2015 klo 16-20.

Vastaa kaikkiin viiteen tehtävään.

1. Tehdassaliin puhallettavan ilman lämpötilan tulee olla 22°C ja kastepisteen $18,2^{\circ}\text{C}$.
Ulkoa otettavan ilman lämpötila on 18°C ja suhteellinen höyrynpaine 30 %.
 - a) Paljonko ulkoilmavirtaan on lisättävä vettä kuivaa ilmakiloa kohti?
 - b) Mihin lämpötilaan ilma on lämmitettävä, jos kostutus tehdään lämmityksen jälkeen 12°C vedellä?
 - c) Jos kostutus tehdään höyryllä ilman erillistä lämmitystä, niin mikä tulee olla höyryn entalpia?

2. Ulkoilma, jonka lämpötila on 10°C ja suhteellinen höyrynpaine on 90%, sekoitetaan poistoilmaan, jonka lämpötila on 60°C ja kosteus 0,1. Laske sekoituskammiosta lähtevän ilman lämpötila ja kosteus sekä kammion mahdollisesti tiivistyvä vesivirta, kun ulkoilmavirta $2\text{ m}^3/\text{s}$ ja poistoilmavirta $3\text{ m}^3/\text{s}$.

3. Säiliö, tilavuudeltaan $1,5\text{ m}^3$, on kytketty sulkuventtiilillä paineilmaverkkoon, jossa ilman paine on 5 bar ja lämpötila 10°C . Venttiili avataan ja paineilmaa alkaa virrata säiliöön. Jos säiliö ennen venttiilin avaamista on täysin tyhjä, niin kuinka suuri ilmamassa on virrannut säiliöön juuri kun virtaus säiliöön on päättynyt? Virtausprosessi on adiabaattinen.

4. Pientalo lämmitetään ulkoilmalämpöpumpulla. Kun ulkoilman lämpötila on -5°C on lämmitystarve 5 kW . Lämpöpumpun lauhdutinpuolella sisätiloissa sisäilma lämpiää lämpötilasta 20°C lämpötilaan 30°C . Ulkoilmahöyrystimessä ulkoilma jäähtyy 7 K .
- a) Mikä on suurin lämpökerroin mikä näissä olosuhteissa lämpöpumpulla voidaan saavuttaa (prosessi on silloin kauttaaltaan reversiibeli eli ei ole entropian generointia)?
- b) Kuinka suuri on silloin ulkoilman tilavuusvirta höyrystimen läpi? Ulkoilman paine on 1 bar .

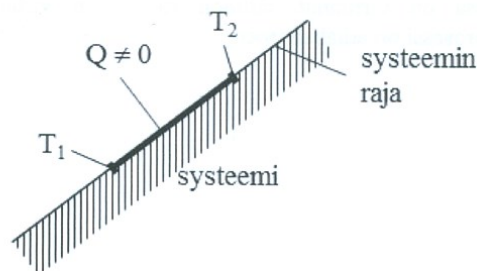
Ohje: Kaikille kiertoprosesseille, jollainen on myös lämpöpumpun prosessi, pätee

$$W = Q_+ \left[1 - \frac{T_-}{T_+} \right] - T_- \delta_{\text{irr}}$$

Tässä yhtälössä $W = W_{\text{out}} - W_{\text{in}}$, Q_+ on systeemiin tuotu lämpö, T_+ on efektiivinen lämmöntuontilämpötila, T_- on efektiivinen lämmönluovutuslämpötila ja δ_{irr} on entropian generointi. W_{out} on systeemin tekemä mekaaninen työ, W_{in} on systeemiin tuotu mekaaninen työ.

Efektiivinen lämpötila on:

$$T_{\text{ef}} = \frac{T_2 - T_1}{\ln \frac{T_2}{T_1}}$$



5. Ilmasäiliön paine on jatkuvasti 4 bar ja lämpötila 20°C . Säiliön ulkopuolella paine on 1 bar ja lämpötila 20°C . Säiliöstä halutaan saada ulos massavirta $0,020\text{ kg/s}$ säiliön seinässä olevan reiän läpi.
- a) Mitoita reiän halkaisija. Virtaus oletetaan isentrooppiseksi ja virtausnopeus säiliössä ≈ 0 . Reiän suppenemiskerroin on $0,85$.
- b) Jos ulospurkautuva virtaus reiän jälkeen on sekoittumaton ja adiabaattinen, niin mikä on sen lämpötila kun sen nopeus ≈ 0 ?