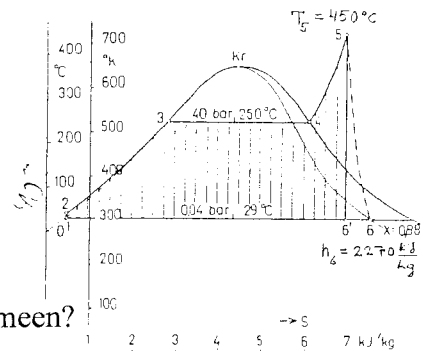


2010 Termodynamiikan perusteet Tentti 31.3.2008
Sallittu kirjallisuus: kaavakokoelma (älä tee siihen merkintöjä)

1. Kostean ilman lämpötila on $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, paine 1 bar ja suhteellinen kosteus 70%.
- Mikä on seoksen tiheys?
 - Kuinka paljon vesihöyryä on kuutiometrissä?
 - Jos seoksen lämpötilaa lasketaan, alkaa jossakin vaiheessa kosteassa ilmassa oleva vesihöyry tiivistyä vedeksi eli muodostuu sumua. Missä lämpötilassa tämä tapahtuu?
 - Jos lämpötila pidetään arvossa $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ mutta painetta lisätään, alkaa vesihöyry myös kondensoitua. Mikä pitää olla paine, jossa ilmiö alkaa? Huomaa, että ω säilyy vakiona ja ϕ on tällöin 100%.

2. Kuva esittää yksinkertaista voimalaitosprosessia.

- Mikä on h_1 , h_3 ja h_5 ?
- Mikä on turbiinin antama teho (P/\dot{m})?
- Mikä on prosessin hyötysuhde (saatu teho/tuotu lämpö)?
- Miten paljon säästetään sähköä, jos sähkölämmityksen sijaan käytetään ilmalämpöpumppua, jonka lämpökerroin = mitä halutaan/ mistä maksetaan on 2?
- Miten ulkoilman lämpötila vaikuttaa ilmalämpöpumpun lämpökertoimeen?

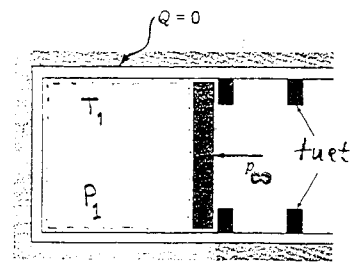


3. Puhaltimessa paine nousee 0,1 bar. Ympäristön ilmanpaine on 1 bar ja lämpötila $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Mikä on ilman tiheys ennen puhallinta?
- Mikä on puhaltimen tehon tarve P/\dot{m} , jos ilma oletetaan kokoonpuristumattomaksi ja puhaltimen hyötysuhde on 0,75?
- Kuinka paljon ilman lämpötila nousee puristuksessa, jos puristus on isentrooppinen?
- Mikä olisi W/m^3 b-kohdassa, jos kyseessä olisi suljettu prosessi?

4. Lämpöeristetyssä säiliössä olevan ilman paine ja lämpötila ovat $T_1 = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja $p_1 = 7,5$ bar. Mäntää paikallaan pitävät kiinnikkeet irroitetaan, jolloin kaasun tilavuus muuttuu arvoon $V_2 = 1,5 V_1$.

- Mikä on kaasun ympäristöön tekemä työ? $p_{\infty} = 1$ bar.
- Mikä on kaasun paine ja lämpötila, jos $W = \Delta U$?
- Mikä on kaasun paine ja lämpötila, jos prosessi oletetaan isentrooppiseksi?
- Kumpi ratkaisu on mielestäsi oikein? Perustelet?



5. Kovalla pakkasella huonosti eristetyillä vesijohdoilla on taipumus jäätyä. a) Mikä on veden tilavuuden muutos sen jäätyessä? (Tämä selittää suljetun säiliön särkymisen). b) Jäänytynyt vesijohto voi haljeta myös lämpötilan noustessa, koska jään tiheys muuttuu. Johda kaava, mistä saadaan lämpötilan muutoksesta aiheutuva paineen nousu, ts. $(\partial T / \partial p)_v$. c) Jään sulamispiste riippuu myös paineesta ja se voidaan selvittää Clapeyronin yhtälön avulla. Mikä on jään sulamispiste, jos paine on 100 bar?

$$\rho = 0,611 \text{ kPa} \quad T = 0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$(\text{jää}) \quad v_s = 0,0010908 \text{ m}^3/\text{kg} \quad , \quad 333,40 \text{ kJ/kg} = h' - h$$

$$v'_s = v_s = 0,0010002 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v''_s = v_g = 206,14 \text{ m}^3/\text{kg} \quad 2501,40 \text{ kJ/kg} = h'' - h'$$