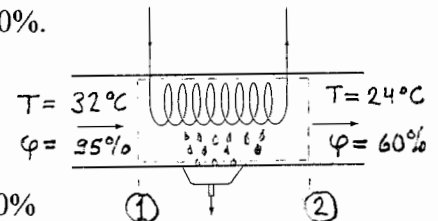


2010 Termodynamiikan perusteet
Tentti 12.3.2007

Sallittu kirjallisuus: kaavakokoelma
(älä tee siihen merkintöjä)

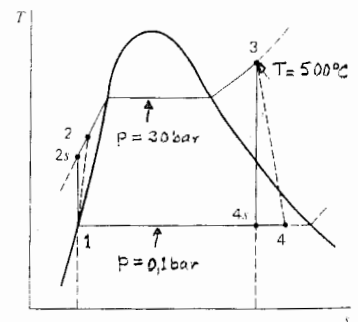
1. Kostean ilman lämpötila on $32\text{ }^{\circ}\text{C}$, paine 1 bar ja suhteellinen kosteus 95%.
Ilmaa jäädytetään lämpötilaan $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja samalla kosteus pienenee arvoon 60%.
- Mikä on ω_1 ja ω_2 ?
 - Kuinka paljon lämpimästä ilmasta poistuu vettä jäädytyksen aikana (poistunut vesi/kuiva ilma)?
 - Kuinka paljon lämpöä/kuiva ilma on poistettava?
 - Mihin lämpötilaan kostea ilma pitää jäädyttää, että loppukosteus olisi 60% kuvan laitteessa? Ota $p_h(T)$ kaavakokoelman taulukosta.



2. Ilmaa (lämpötila $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) puristetaan paineesta 1 bar paineeseen 6 bar.
- Mikä on puristamiseen tarvittava työ/massa, jos puristus tapahtuu isentrooppisesti suljetussa prosessissa? Laske ensin lämpötilan nousu.
 - Mikä on työ, jos puristus on isoterminen?
 - Mikä on a- ja b-kohdan tulos, jos kyseessä on avoin prosessi?
- $\gamma = 1,4$, $M = 28,964\text{ kg/kmol}$, $c_p = 1,0\text{ kJ/kgK}$.

3. Paineilmasäiliössä, tilavuus $0,5\text{ m}^3$, ilman paine on 70 bar ja lämpötila $250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Säiliöstä lähtevän putken venttiili avataan, jolloin paine alenee arvoon 4 bar.
- Mikä on säiliöstä poistunut massa, jos oletetaan että kaasun lämpötila säilyy vakiona?
 - Mikä on poistunut massa, jos prosessi on isentrooppinen? (Poistunut massa = alkuperäinen massa-säiliöön jäänyt massa)

4. Kuva esittää yksinkertaista voimalaitosprosessia. Turbiinin ja pumpun hyötysuhteet ovat 0,82 ja 0,80.
- Mikä on h_1 , h_2 , h_3 ja h_4 ?
 - Mikä on turbiinin antama teho? (P_t/\dot{m})
 - Mikä on pumpun tehontarve? (P_p/\dot{m})
 - Mikä on prosessin hyötysuhde, ts. mikä osa viedystä lämmöstä saadaan sähköksi?



5. Kovalla pakkasella huonosti eristetyillä vesijohdoilla on taipumus jäätymä. a) Mikä on veden tilavuuden muutos sen jäätyessä? (Tämä selittää suljetun säiliön särkymisen). b) Jäätynyt 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?

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

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

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

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