

**Sallittu kirjallisuus: Kaavakokoelma  
Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen.  
Älä tee merkintöjä kaavakokoelmaan!  
Graafisen laskimen käyttö sallittu.**

Tehtävä 1.

Kostean ilman lämpötila on 30 °C, paine 1 bar ja suhteellinen kosteus 80%.

- Kuinka paljon vesihöyryä on kuutiometrissä?
- Jos ilma jäähdytetään lämpötilaan 20 °C, paljonko vesihöyryä kondensoituu vedeksi? (Selittää sateen tai sumun muodostumisen)
- Jos lämpötila säilyy vaikiona = 30 °C, mutta paine kasvaa arvoon 3 bar, paljonko vettä kondensoituu? (Tällainen tilanne syntyy esim. diesel-moottorin ahtimessa)

Tehtävä 2.

Ideaalikaasua, ilmaa on suljetussa tilassa paineessa  $p = 2$  bar ja lämpötilassa  $T = 20$  °C.

- Mikä on ilman tiheys  $\rho$  ?
- Jos ilmaa puristetaan isotermisesti laske  $\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T$
- Puristus tapahtuu isentrooppisesti. Laske  $\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_s$
- Ilman paine muuttuu arvoon 4 bar. Mikä on vaadittava työ isotermiselle prosessille?
- Ilman puristetaan 2 bar:sta 4 bar:iin isentrooppisesti. Mikä on vaadittava työ?

Tehtävä 3.

Ilma virtaa lämmönsiirtimen läpi massavirran ollessa 1 kg/s. Kaasun tulotila on 200 kN/m<sup>2</sup> ja 130 °C sekä lähtötila 140 kN/m<sup>2</sup> ja 6 °C. Tuloaukko = lähtöaukko = 0,01 m<sup>2</sup>. Kaasun  $c_v = 0,67$  kJ/kgK.

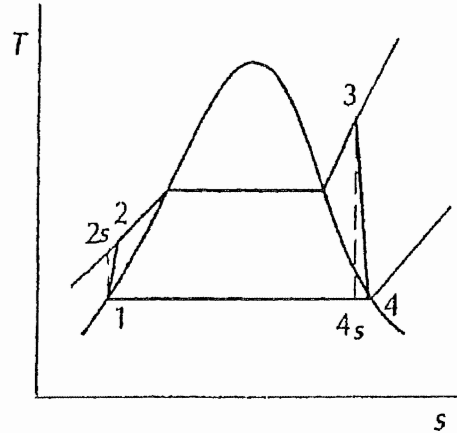
- Laske kaasun nopeus tulo- ja lähtöaukossa.
- Mikä on kaasusta poistuva lämpövirta  $\phi$  ?
- Kuinka paljon vesi 1 kg/s jäähtyisi b-kohdan lämpövirralla?

Tehtävä 4.

Rankine-prosessissa höyryn tila ennen turbiinia on  $p = 20 \text{ bar}$  ja  $T = 400 \text{ }^\circ\text{C}$ . Turbiinin jälkeen paine on  $0,2 \text{ bar}$ . Pumpun  $\eta_s = 0,8$ .

- Täytä alla oleva taulukko tehtäväpaperiisi.
- Mikä on turbiinin teho  $P_t/\dot{m}$  ?
- Mikä on syöttövesipumpun teho  $P_p/\dot{m}$  ?
- Mikä on prosessiin tuotu lämpö  $\phi/\dot{m}$  ?

	p	T	h
1			
2s			
2			
3			
4s			
4			

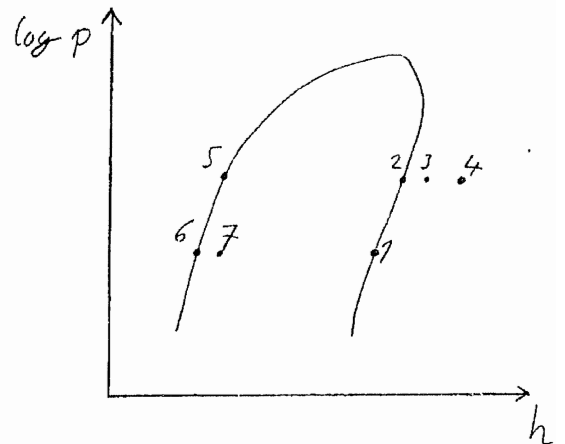


Tehtävä 5.

Jäähdytyskoneessa kiertää kylmäainetta  $\dot{m} = 0,05 \text{ kg/s}$ . Vierellä olevassa kuvassa on esitetty kylmäaineen kyllästymiskäyrä sekä pisteet 1-7, joiden arvot on esitetty taulukossa. Laske näitä tietoja apuna käyttäen

- Mikä on kompressorin teho?
- Mikä on kompressorin isentrooppihyötysuhde?
- Mikä on lauhduttimen luovuttama lämpö?
- Mikä on höyrystimen sitoma lämpö?
- Mikä on jäähdytyskoneen kylmäkerroin?

	p / bar	T / °C	x	h / kJ/kg	s / kJ/kgK
1	1,5	-18	1,0	390	1,73
2	6	+22	1,0	410	1,70
3	6	+30	-	420	1,73
4	6	+55	-	445	1,82
5	6	+22	0	230	1,2
6	1,5	-28	0	180	1,15
7	1,5	-28	0,23	230	1,25



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

$c_p = 1000 \text{ J/kgK}$   
 $M = 28,965 \text{ kg/kmol}$   
 $\gamma = 1,4$