

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

Tehtävä 1.

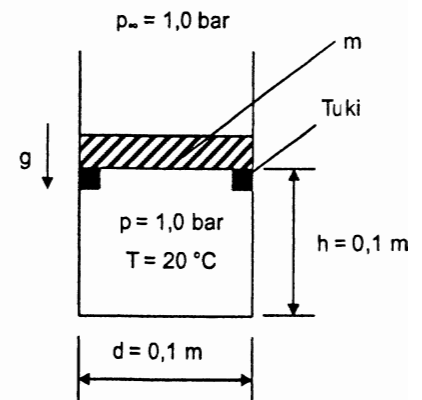
Ilman lämpötila on 20°C ja paine on 3 bar. Mikä on (laske numeroarvo)

- tiheys ρ
- äänennopeus c , $c^2 = (\partial p / \partial \rho)_s$
- ominaislämpö vakiotilavuudessa c_v ?
- tilavuuden lämpötilakerroin $\beta = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p$
- Mikä on kuutiometrissä olevan veden määrä, jos $\varphi = 50\%$ paineessa 1 bar ja lämpötilassa 20°C?
 $c_p = 1,0 \text{ kJ/kgK}$. $M_i = 28,965 \text{ kg/kmol}$ $M_h = 18 \text{ kg/kmol}$.

Tehtävä 2.

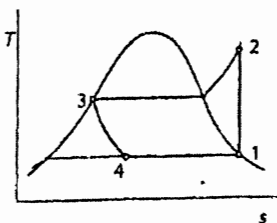
Ilmaa on kuvan lämpöeristetyssä säiliössä, tilavuus $V_0 = (\pi d^2 h) / 4$, paineessa $p = 1 \text{ bar}$ ja lämpötilassa $T = 20^\circ\text{C}$.

- Männän kiinnitys irrotetaan, jolloin tilavuus pienenee puoleen alkuperäisestä. Mikä on männän massa m , kun prosessi on isentrooppinen?
- Mikä on ilman lämpötila a-kohdassa tilavuuden muutoksen jälkeen?
- Säiliöön tuodaan niin paljon lämpöä, että mäntä nousee alkuperäiseen asemaan. Kuinka paljon lämpöä täytyy tuoda?
- Mikä olisi massa m a-kohdassa, jos prosessi olisi isoterminen eli ilman lämpötila on vakio = 20°C?



Tehtävä 3.

Jäähdytyskone siirtää lämpöä 300 kW kylmävarastosta $T = -5^\circ\text{C}$, ympäristöön, jossa lämpötila on 32°C. Höyrystyminen tapahtuu paineessa 2 bar ja lauhtuminen paineessa 10 bar. Jäähdytysneste puristetaan kompressorissa tilaan $p = 10 \text{ bar}$ ja $T = 60^\circ\text{C}$. Kylmäaineen arvot eri pisteissä ovat alla olevassa taulukossa.



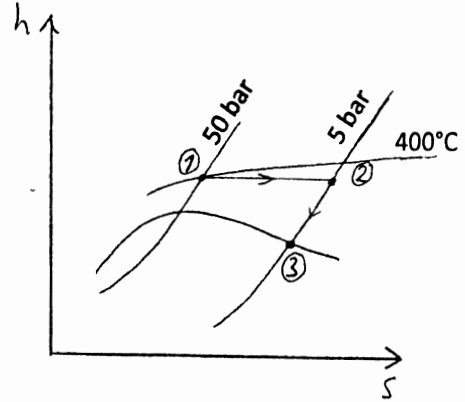
State	p MPa	T °C	x	h kJ/kg	s kJ/kg K
1	0,2	(-12,53)	1,0	182,07	0,7035
2s	1,0	-50,4	-	210,70	0,7035
2	1,0	60,0	-	217,97	0,7259
3	1,0	(41,64)	0,0	76,26	0,2770
4	0,2	(-12,53)	0,3282	76,26	0,2975

- Mikä on kompressorin tehon tarve?
- Mikä on prosessin kylmäkerroin?

Tehtävä 4.

Tehtaalla tarvitaan kylläistä höyryä $\dot{m} = 5 \text{ kg/s}$ paineessa 5 bar. Se joudutaan tilapäisesti kehittämään kuristamalla tulistettua höyryä (piste 1), jonka $p = 50 \text{ bar}$ ja $T = 400 \text{ °C}$ ja ruiskuttamalla sen jälkeen höyryyn vettä (pisteessä 2), jonka lämpötila $T = 300 \text{ K}$.

- Mikä on h_1 ja h_2 ?
- Mikä on h_3 ?
- Mikä on ruiskutettavan veden entalpia?
- Kuinka paljon vettä pitää pisteen 2 höyryyn ruiskuttaa, jotta päästään pisteeseen 3?



Tehtävä 5.

Kompressorissa puristetaan ilmaa paineesta 1 bar paineeseen 6 bar.

- Eräissä kompressorissa on mitattu viereisen kuvan arvot lämpötiloille sekä myös lämpöhäviö ϕ ympäristöön. Mikä on puristamisessa tarvittava teho? Sovella avoimen systeemin energiayhtälöä. (Nopeuden vaikutus ≈ 0) Onko edellä saatu teho sama kuin sähkömoottorin tarvitsema teho?
- Mikä olisi lämpötila T_2 , jos puristus olisi isentrooppinen?
- Mikä olisi puristamiseen tarvittava teho, jos prosessi olisi isoterminen?

