

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

Tehtävä 1.

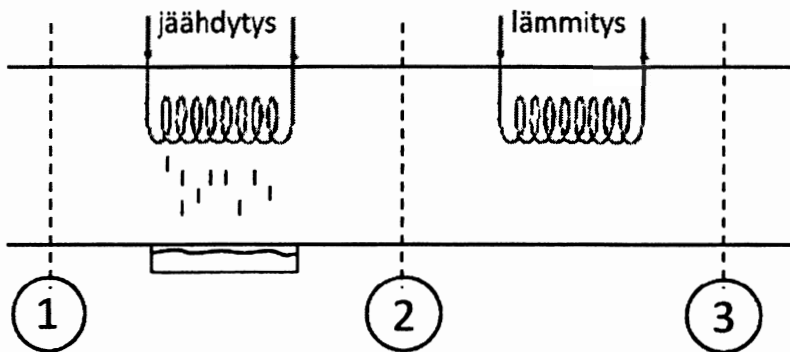
Äänennopeus määritellään kaavalla $c^2 = (\partial p / \partial \rho)_s$. Ideaalikaasulle se voidaan laskea käyttämällä tulosta $p v^\gamma = \text{vakio}$.

- Johda äänennopeuden kaava ilmalle ja laske numeroarvo, jos $p = 1 \text{ bar}$, $T = 20 \text{ °C}$. $\gamma = 1,4$.
- Osoita, että kaasulle $h = \gamma R T / (\gamma - 1)$.
- Ilmasäiliön seinässä on reikä, josta kaasua virtaa ulkoilmaan. Mikä on kaasun paine säiliössä, jos nopeus on 30 m/s . Voidaan olettaa, että $\rho = \text{vakio}$.
- Mikä on paine, jos nopeus on 300 m/s .

Tehtävä 2.

Kuvan laitteessa kuivataan kosteaa ilmaa. Kosteaa ilmaa lämpötila on $T_1 = 30 \text{ °C}$, paine $p_1 = 1 \text{ bar}$ ja suhteellinen kosteus $\phi_1 = 90 \%$, tulee kanavaan, jossa 1-2 välillä ilma jäähdytetään lämpötilaan $T_2 = 15 \text{ °C}$.

- Mikä on ω_1 ja ω_2 ?
- Mikä on kondensoituneen veden massavirta/ilman massavirta?
- Tilan 2 ilmaa lämmitetään toisessa vaiheessa lämpötilaan $T_3 = 25 \text{ °C}$, mikä on tämän jälkeen kostean ilman suhteellinen kosteus ϕ_3 ?



Tehtävä 3.

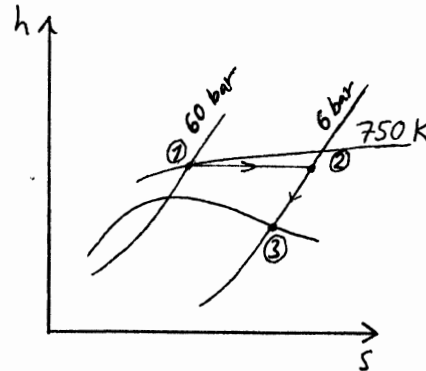
Puhaltimessa paine nousee $0,01 \text{ bar}$. Ympäristön ilmanpaine on 1 bar ja lämpötila 20 °C .

- 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 on puhaltimen tehon tarve, jos se lasketaan c-kohdan lämpötilan nousun perusteella?
- Mikä olisi W/m , jos kyseessä on suljettu prosessi?

Tehtävä 4.

Tehtaalla tarvitaan kylläistä höyryä $\dot{m} = 5 \text{ kg/s}$ paineessa 6 bar. Se joudutaan tilapäisesti kehittämään kuristamalla tulistettua höyryä, jonka $p = 60 \text{ bar}$ ja $T = 750 \text{ K}$ ja ruiskuttamalla sen jälkeen höyryyn vettä, 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.

- Osoita, että kokoonpuristumattoman nesteen isentrooppinen prosessi on isoterminen. Kannattaa osoittaa, että esim. $\left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_s = \left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_T$
- Paljonko veden lämpötila nousee pumppauksessa, jos paine nousee 10 bar ja pumpun hyötysuhde on 0,8? Käsittele vettä kokoonpuristumattomana, jolloin $(\partial T/\partial p)_s = 0$.

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

$$c_p = 1000 \text{ J/kgK}$$

$$M = 28,965 \text{ kg/kmol}$$

$$\gamma = 1,4$$