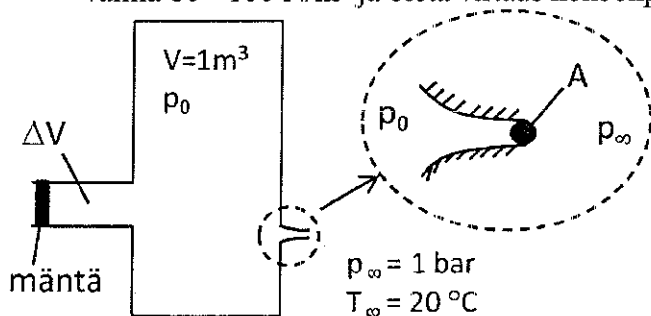


Sallittu kirjallisuus: Kaavakokoelma
 Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen.
 Älä tee merkintöjä kaavakokoelmaan!
 Graafisen laskimen käyttö sallittu.

Tehtävä 1.

Laboratoriossa on parhaillaan käynnissä taajuusmuuntajan komponentteja suojaavan kotelon tiiveysmittaukset. Se tapahtuu lisäämällä kotelon sisällä olevan ilman painetta lisäämällä kuvan männällä ilmaa koteloon ja mittaamalla paineen muutos ajan funktiona.

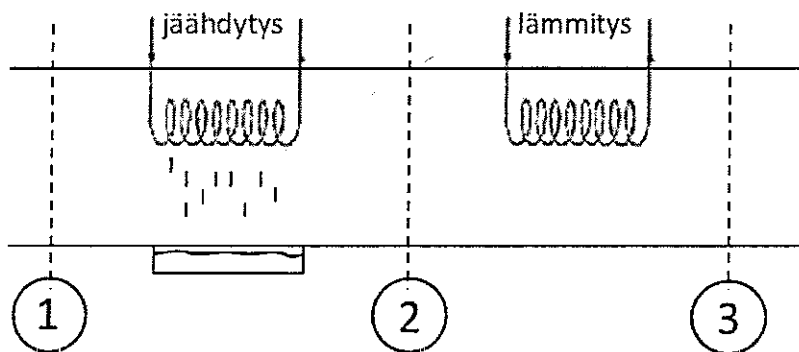
- Kuinka paljon ilmaa pitää lisätä (ΔV), jotta paine kaapin sisällä olisi 100 N/m^2 suurempi kuin ulkoilman ($= 1 \text{ bar}$)? Oleta isoterminen prosessi.
- Jos paine 100100 N/m^2 alenee ajassa 30 sekuntia arvoon 100080 N/m^2 , niin mikä on A, kun oletetaan että vuoto tapahtuu kuvan suuttimen läpi? Käytä virtaukselle keskinopeutta paine-ero välillä $80 - 100 \text{ N/m}^2$ ja oletta virtaus kokoonpuristumattomaksi.



Tehtävä 2.

Kosteaa ilmaa lämpötila on $T_1 = 30 \text{ °C}$, paine $p_1 = 1 \text{ bar}$ ja suhteellinen kosteus $\phi_1 = 100 \%$, tulee kanavaan, jossa 1-2 välillä ilma jäähdyytetään lämpötilaan $T_2 = 15 \text{ °C}$.

- 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 ?
- Kuinka paljon lämpöä kostean ilman lämpötilan nostoon vaaditaan/ilman massavirta (ϕ/\dot{m}_i)?



Tehtävä 3.

Ilmaa puristetaan isentrooppisesti suljetussa prosessissa alkutilasta p_1 ja T_1 siten, että puristuksen lopussa paine on p_2

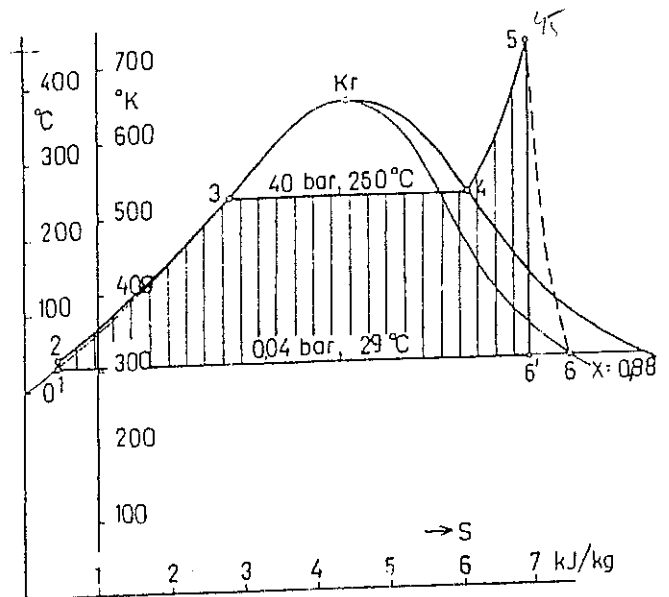
- Johda kaava puristuksen loppulämpötilalle T_2 lähtemällä yhtälöstä $p v^\gamma = \text{vakio}$.
- Mikä on lämpötila T_2 (numeroarvo), jos puristetaan ilmaa alkutilasta $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 20 \text{ °C}$ paineeseen $p_2 = 3 \text{ bar}$? Ilman ominaisuuksia on tenttipaperin lopussa.
- Johda ensimmäisestä pääsäännöstä lähtemällä kaava tehdyllä työllä (työ/massa).
- Mikä on entropian muutos kohdan a-puristuksessa?
- Mikä on puristustyö, jos kyseessä on isentrooppinen avoin prosessi paineesta p_1 paineeseen p_2 ?

Tehtävä 4.

Kuva esittää yksinkertaista voimalaitosprosessia.

Pisteen 5 lämpötila on 450 °C

- Mikä on h_1 , h_3 ja h_5 ?
- Mikä on turbiinin antama teho P_t/\dot{m} .
Pisteessä 6 höyryosuus on 0,88 ja $h_6 = 2270 \text{ kJ/kg}$
- Mikä on prosessin hyötysuhde (saatu teho/tuotu lämpö)?
- Miten paljon säästetään sähkö, jos sähkölämmityksen sijaan käytetään ilmalämpöpumppua, jonka lämpökerroin = mitä halutaan/mistä maksetaan on 2?
- Miten ulkoilman lämpötila vaikuttaa ilmalämpöpumpun lämpökertoimeen?



Tehtävä 5.

Elektroniikassa jäähditys on ongelma. Jos ilmajäähditys ei riitä, täytyy siirtyä nestejäähdytykseen, jolloin saattaa syntyä vuotoja. Vuotojen löytämiseksi on esitetty menetelmä, jossa jäähdytettävän nesteen painetta putkistossa nostetaan ja mitataan paineen muutos ajan funktiona.

- Johda kaava paineen nousulle, jos nesteen tilavuus on V_0 ja putkistoon pumpataan nestettä määrä ΔV . Oleta putkisto jäykäksi. (Laskettava $(\partial V/\partial p)_T$)
- Laske a-kohdan tuloksessa tarvittava aineominaisuus vedelle, kun vedelle tiedetään ominaistilavuuksia eri paineilla ja lämpötiloilla seuraavasti. (1 atm = 1,01325 bar)

p[atm]	T[°C]	v(p,T) [m ³ /1000 kg]
2	0	1,0001
2	100	1,0437
10	0	0,9997
10	100	1,0432

- Putkiston paine voi muuttua myös lämpötilan vaikutuksesta. Mikä on paineen muutos Δp , jos lämpötilan muutos on ΔT .

Aineominaisuuksia:

<u>Vesi</u>	<u>Ilma</u>
$c_p = 4200 \text{ J/kgK}$	$c_p = 1000 \text{ J/kgK}$
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$	$M = 28,965 \text{ kg/kmol}$
$M = 18 \text{ kg/kmol}$	$\gamma = 1,4$