

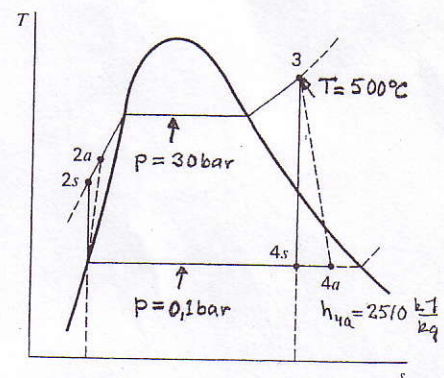
2010 Termodynamiikan perusteet Tentti 5.5.2008

Sallittu kirjallisuus: kaavakokoelma (älä tee siihen merkintöjä)

- Pakastimen sisälämpötila on -20°C . Kun ovi avataan, se täyttyy huoneessa olevalla lämpimällä ilmalla, joka oven sulkemisen jälkeen jäähtyy ja samalla ilman kosteus kondensoituu ja jäätyy.
 - Mikä on paine pakastimen sisällä oven sulkemisen jälkeen, kun lämpötila on tasoittunut -20°C ? Oletetaan, että pakastin täyttyy kokonaan huoneen ilmalla $T = 20^{\circ}\text{C}$ ja $p = 1\text{ bar}$. (Käytännössä ilmiön havaitsee siten, että heti sulkemisen jälkeen ovi on vaikea avata uudelleen.) $M = 28,965\text{ kg/mol}$.
 - Kuinka paljon jäätä muodostuu, jos pakastimen tilavuus on $0,5\text{ m}^3$ ja huoneessa olevan ilman suhteellinen kosteus on 80 %. $p_h(20^{\circ}\text{C}) = 2,337\text{ kN/m}^2$ Oleta, että kaikki ilmassa oleva vesihöyry jäätyy.
 - Millä voimalla oven kahvasta täytyy avattaessa vetää, jos oven korkeus on 1 m ja leveys 0,6 m?
- 2 a) Aineen ominaistilavuus $v = v(T, p)$. Osoita, että tällöin $dv/v = \beta dT - \kappa_T dp$, jossa β on tilavuuden lämpökerroin ja κ_T isoterminen kompressibiliteetti.
 - Johda puristustyön kaava suljetulle isotermiselle prosessille käyttäen a-kohdassa saatua tulosta ja määritelmää $w = -\int p dv$, jos paine muuttuu arvosta p_1 arvoon p_2 . Oleta aineominaisuudet vakioiksi. Huom. Kyseessä ei ole ideaalikaasu.
 - Mikä on b-kohdan puristusprosessissa poistettava lämpö?
 - Mikä on κ_T (numeroarvo) vedelle, jos paine muuttuu välillä 1-100 bar? Approksimoi osittaisderivaattaa ja ota tiedot tauukosta.
3. Puhaltimessa paine nousee 0,01 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?

4. Kuva esittää yksinkertaista voimalaitosprosessia. Turbiinin hyötysuhde on 0,82 ja pumpun 0,8.

- Mikä on turbiinin antama teho/massavirta $\frac{P_t}{\dot{m}}$?
- Mikä on syöttöpumpun tehontarve/massavirta $\frac{P_p}{\dot{m}}$?
- Mikä on prosessin hyötysuhde?
- Voimalaitoksen tuottama sähkö käytetään jäähdytysprosessin käyttämiseen, jossa lämpöä siirretään lämpötilasta -20°C lämpötilaan $+20^{\circ}\text{C}$. Miten paljon jäähdytysprosessiin viedyllä teholla saadaan siirrettyä lämpöä, jos oletetaan Carnot-prosessi?
- Mikä on siirretty lämpö todellisuudessa?



5. Kaasuseos, jossa on 1 kg typpeä ja 2 kg argonia puristetaan isentrooppisesti suljetussa systeemissä tilasta $p = 1\text{ bar}$ ja $T = 20^{\circ}\text{C}$ paineeseen 4 bar.

- Seoksen molaarinen massa?
 - Ominaislämpö vakio paineessa?
 - Ominaislämpö vakio tilavuudessa?
 - $\gamma = c_p/c_v$?
 - Loppulämpötila puristuksen jälkeen?
 - Puristamiseen tarvittava työ?
- Käsittele seosta ideaalikaasuseoksena ja laske ensin seoksen isentrooppivakio $\gamma = c_p/c_v$. Typelle $M = 28\text{ kg/kmol}$, $c_p = 1,04\text{ kJ/kgK}$ ja argonille $M = 40\text{ kg/kmol}$, $c_p = 0,52\text{ kJ/kgK}$.