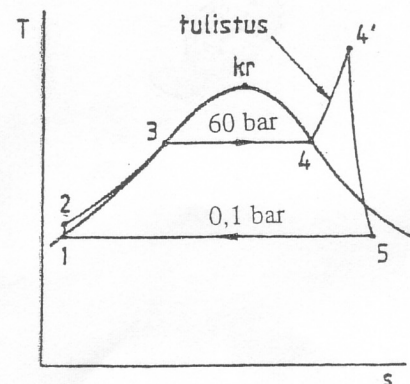


1. Pakastimen sisälämpötila on -20°C . Kun ovi avataan, se täyttyy huoneessa olevalla lämpimällä ilmalla, joka oven sulkemisen jälkeen jäähtyy ja samalla ilman kosteus kondensoituu ja jäätyy.
 - a. Mikä on paine pakastimen sisällä oven sulkemisen jälkeen, kun lämpötila on tasoittunut -20°C ? Oletetaan, että pakastin täyttyy kokonaan huoneen ilmalla $T = 20^{\circ}\text{C}$ ja $p = 1$ bar. (Käytännössä ilmiön havaitsee siten, että heti sulkemisen jälkeen ovi on vaikea avata uudelleen.) $M_i = 28,965$ kg/kmol, $M_h = 18$ kg/kmol.
 - b. Kuinka paljon jäätä muodostuu, jos pakastimen tilavuus on $0,5\text{m}^3$ ja huoneessa olevan ilman suhteellinen kosteus on 80 %. Oleta, että kaikki ilmassa oleva vesihöyry jäätyy. Jos et löydä $p'_h(T)$ arvoja, oleta $p'_h(20^{\circ}\text{C}) = 2000\text{N/m}^2$.
2. Täysin jäykkä suljettava säiliö täytetään kokonaan vedellä, jonka lämpötila on 20°C ja paine 1 bar. Tämän jälkeen veden lämpötila nostetaan arvoon 25°C . Mikä on veden paine lämpötilan noston jälkeen? Laske ensin $(\partial p / \partial T)_v \cdot \beta = 207 \cdot 10^{-6} \text{1/K}$, $\kappa_T = 40 \cdot 10^{-6} \text{1/bar}$, $c_p = 4,2 \cdot 10^3 \text{J/kgK}$.
 - b. Kuinka paljon säiliöön pitää tuoda lämpöä?
 - c. Kuinka paljon paine nousee, jos veden sijasta säiliössä on ilmaa, jonka paine on 1 bar ja lämpötila 20°C ja lämpötilaa nostetaan 5°C ?



3. Kuva esittää yksinkertaista höyryvoimalaitosprosessia Ts-tasossa, $\dot{m} = 20$ kg/s.
 - a) Mikä on entalpia pisteissä 1, 3 ja 4?
 - b) Mikä on turbiinin antama teho, jos lämpötila pisteessä 4' = 500°C ja isentrooppinen hyötysuhde 0,8?
 - c) Mikä on höyryn höyrypitoisuus turbiinin jälkeen?
 - d) Millä tavalla lasket entalpian pisteessä 2, jos prosessi välillä 1-2 on isentrooppinen?
4. Ilmastointiputkessa, $d = 0,2$ m ja pituus 100 m, virtaa ilmaa keskinopeudella 10 m/s. Virtauksen saa aikaan putken päässä oleva puhallin, johon ilma tulee paineessa 1 bar ja lämpötilassa 20°C .
 - a. Mikä on ilman tiheys ennen puhallinta?
 - b. Mikä on oltava puhaltimen jälkeinen paine, jotta virtaus on mahdollinen? On siis laskettava virtauksen painehäviö. Tarkista ensin, onko virtaus laminaari vaiko turbulenti.
 - c. Mikä on puhaltimen ottama teho b-kohdassa, jos virtaus oletetaan kokoonpuristumattomaksi? Puhaltimen $\eta = 0,6$.
 - d. Mikä on ilman lämpötilan muutos puristuksessa, jos puristus on isentrooppinen? $v = 1,57 \cdot 10^{-5} \text{m}^3/\text{s}$, $M = 28,965$ kg/kmol. $\gamma = 1,4$. Jos b-kohta ei ratkea, oleta $\Delta p = 500 \text{N/m}^2$.

5. Pystysuorassa oleva kuuma levy jäähtyy konvektion ja säteilyn vaikutuksesta.

- a) Mikä on kohdassa x levyn jäähtymisnopeus $\partial T / \partial t$, jos säteilystä ja konvektiosta syntyvä lämmönsiirtokerroin on $15 \text{W/m}^2\text{K}$ ja levyn lämpötila on 100°C . Oleta, että levyn lämpötila on paksuussuunnassa vakio.
- b) Mikä on levyn lämpötilaa $T(y,t)$ hallitseva osittaisdiff. yhtälö alku- ja reunaehtoineen? $2b = 1 \text{cm}$, $\rho = 7800 \text{kg/m}^3$, $c_p = 430 \text{J/kgK}$.
- c) Esitä, millä tavalla lasket luonnollisen konvektion ja säteilyn synnyttämän lämmönsiirtokertoimen, jos pystypinnan korkeus ja lämpötila tiedetään.

