

ENY-C2001 Termodynamiikka ja lämmönsiirto

1. VÄLIKOE, 24.10.2016 klo 14:30 – 17:30

Vastaa molempiin tehtäviin.

Tehtävä 1

Tarkastellaan nestemäisen veden ominaisuuksia ja niiden muutoksia paineen ja lämpötilan funktioina.

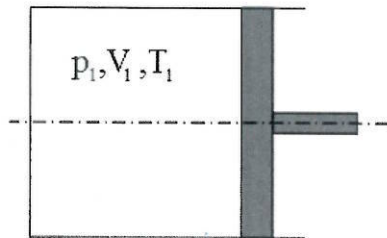
- a) Tarkastellaan pistettä A, jossa vesi on kylläisenä nesteinä lämpötilassa 140 °C. Laske (tai määritä sopivien taulukoiden avulla) veden paine, ominaistilavuus, ominaisentalpia ja ominaissisäenergia.
- b) Tarkastellaan pistettä B, jossa vesi on kylläisenä nesteinä paineessa 10 bar. Laske (tai määritä sopivien taulukoiden avulla) kylläisen veden lämpötila, ominaistilavuus, ominaisentalpia ja ominaissisäenergia.
- c) Tarkastellaan pistettä C, jossa veden lämpötila on 140 °C ja paine 10 bar. Piirrä pT-kaavio, jossa näkyvät pisteet A, B ja C sekä kyllästyskäyrä. Kuvan ei tarvitse olla mittatarkka, mutta sen pitää olla selkeä ja varustettu riittäväillä selostuksilla. Arvioi veden tilavuuden lämpötilakertoimen γ arvo pisteessä C. Ohje: oletetaan, että paineen vaikutus nestemäisen veden ominaistilavuuteen on ainakin nyt tarkasteltavalla painealueella merkityksetön.
- d) Arvioi veden ominaisentalpia ja ominaissisäenergia pisteessä C. Arvioi veden c_p :n arvo pisteessä C. Kummasta veden ominaisentalpian muutos näyttää tulostesi perusteella riippuvan voimakkaammin, lämpötilan muutoksesta vai paineen muutoksesta?

Ohje: sovelta d)-kohdassa oppikirjassa annettua kaavaa (169): $\Delta h = c_p \Delta T + v(1 - \gamma T) \Delta p$

KÄÄNNÄ

Tehtävä 2

Sylinterissä (kuva alla) on heliumkaasua, joka suorittaa kiertoprosessin $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$. Tila pisteessä 1 on $p_1 = 1,0 \text{ bar (abs)}$; $V_1 = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ ja $T_1 = 20^\circ\text{C}$. Lisäksi tiedetään, että $p_2 = 3,0 \text{ bar (abs)}$.



Prosessivaiheet ovat:

- 1 \rightarrow 2 lämmöntuonti vakiotilavuudessa
- 2 \rightarrow 3 paisunta vakiolämpötilassa
- 3 \rightarrow 1 puristus vakiopaineessa

- a) Laske heliumin ainemäärä (mol) ja massa (kg).
- b) Laske paineet, lämpötilat ja tilavuudet pisteissä 2 ja 3.
- c) Hahmottele paperille kuva, joka esittää ko. kiertoprosessia pV-tasossa. Merkitse pisteet 1, 2 ja 3 piirroksesi. Kuva voi olla vapaalla kädellä piirretty, mutta sen pitää olla selkeä. Akseleiden nimien ja mittayksiköiden tulee olla näkyvissä kuvassa. Kuvan ei tarvitse olla mittatarkka, mutta vältä tarpeettoman suuria vääristymiä.
- d) Laske heliumin sisäenergian muutokset, työ ja lämpö eri prosessivaiheiden aikana. Tarkista, että koko kiertoprosessille $\Delta U = 0$ ja $\Sigma Q = \Sigma W$.
- e) Laske prosessihyötysuhde (prosessista saatu nettotyö / prosessiin tuotu lämpö).