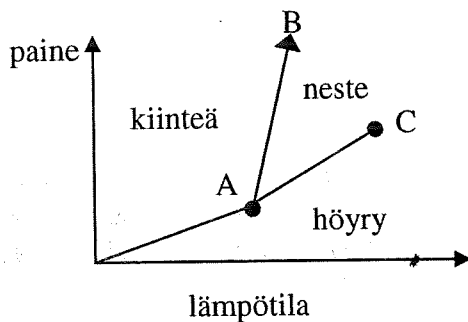


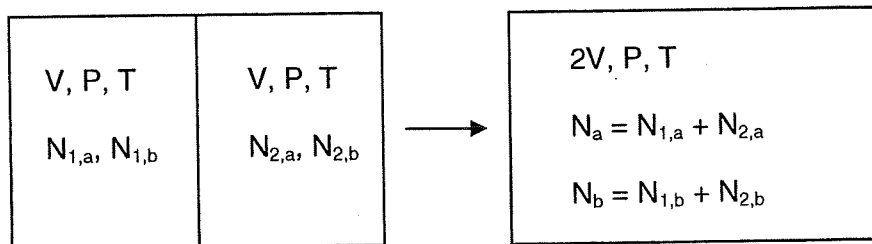
1. a) Johda seuraava Maxwellin yhtälö lähtien entalpian määrittelystä:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_{S,N} = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_{P,N}$$

- b) Selitä alla oleva faasidiagrammi:



2. Säiliö on jaettu kahteen osaan, joiden molempien tilavuus on V . Kummassakin osassa on ideaalikaasua lämpötilassa T ja paineessa P . Ensimmäisen osan kaasu koostuu $N_{1,a}$ kappaleesta tyyppin a molekyyliä ja $N_{1,b}$ kappaleesta tyyppin b molekyyliä ja toisen osan $N_{2,a}$ kappaleesta tyyppin a molekyyliä ja $N_{2,b}$ kappaleesta tyyppin b molekyyliä (kts. kuva alla). Oletetaan myös, että $N_{1,a} + N_{1,b} = N_{2,a} + N_{2,b}$. Osat yhdistetään ja kaasujen annetaan sekoittua niin, että loppulämpötila on T ja loppupaine P . Laske entropian muutos sekoittumisessa.



3. Kuinka suuri työ tehdään, kun ideaalikaasua puristetaan a) reversiibelisti ja adiabaattisesti, b) reversiibelisti ja isotermisesti tilavuudesta V_1 tilavuuteen V_2 ? Mikä on kaasuun siirtynyt lämpömäärä ja kaasun sisäenergian muutos kummassakin prosessissa? Miten poikkeavat työ, kaasuun siirtynyt lämpömäärä ja sisäenergian muutos, jos prosessi on reaalinen (irreversiibeli)?

4. Laske kokonaisentropian muutokset seuraavissa prosesseissa:

- 0,4 kg painoinen kuparikappale, lämpötila $100\text{ }^\circ\text{C}$, upotetaan järveen, jonka veden lämpötila on $10\text{ }^\circ\text{C}$.
- samanpainoinen kuparikappale, lämpötila nyt $10\text{ }^\circ\text{C}$, pudotetaan järveen (lämpötila edellä $10\text{ }^\circ\text{C}$) 100 m:n korkeudelta.
- kaksi 0,4 kg painoista kuparikappaletta, toisen lämpötila $100\text{ }^\circ\text{C}$ ja toisen $10\text{ }^\circ\text{C}$, liitetään yhteen.

Kuparikappaleiden $C_P = 160\text{ J/K}$.

5. Suljetussa Brayton-syklissä (kuva alla) on sekä kaksivaiheinen kompressorivälilämmityksellä että kaksivaiheinen turbiinivälilämmityksellä. Kummankin kompressorin isentrooppinen hyötysuhde on 95 % ja kummankin turbiinin 90 %. Välilämmitys ja välijäähdys tapahtuvat 5 atm paineessa, ja sykli toimii 1 atm ja 10 atm välissä. Turbiinin 1. vaiheen sisääntulon lämpötila on 1100 K ja kompressorin 1. vaiheen 27 °C. Välilämmitys nostaa turbiinin 2. vaiheen sisääntulolämpötilaksi 1100 K, ja välijäähdys laskee kompressorin 2. vaiheen sisääntulon 100 °C:een. Prosessit kompressoreissa ja turbiineissa voidaan olettaa adiabaattisiksi ja lämmönvaihtimet isobaarisiksi. Työaineena on Argon, joka oletetaan ideaalikaasuksi seuraavilla arvoilla: kaasuvakio $R = 0.208 \text{ kJ/kg}$, $\gamma = c_p/c_v = 5/3$. $1 \text{ atm} = 101,33 \text{ kPa}$.

- (a) Piirrä syklin $P-v$ -diagrammi
- (b) Piirrä syklin $T-s$ -diagrammi
- (c) Laske syklin hyötysuhde (%)

$$\frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}}$$

Vinkkejä:

- Ideaalikaasun ominaislämpökapasiteeteille pätee: $c_p - c_v = R$.
- Turbiinin isentrooppinen hyötysuhde määritellään todellisen turbiinin ja samaan ulostulopaineeseen päätyvän isentrooppisen turbiinin tekemän työn (w_{OUT}) suhteena. Kompressorille vastaavasti isentrooppisen prosessin ja todellisen prosessin tarvitseman ulkoisen työn (w_{IN}) suhteena.

$$\frac{T_A}{T_B} = \left(\frac{P_A}{P_B} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

- Ideaalikaasulle isentrooppisessa prosessissa ($A \rightarrow B$):

