

ENER-2060 TEKNILLINEN TERMODYNAMIIKKA

TENTTI 18.12.2012

Ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

Kirjan Cengel & Boles: Thermodynamics, An engineering approach ja jaettavan Summary-monisteen käyttö on sallittu

1. Lämpövoimakone toimii lämmönlähteen ( $T_{\text{lähde}} = 800 \text{ °C}$ ) ja lämpönielun välillä ( $T_{\text{nielu}} = 40 \text{ °C}$ ). Jos lämpövoimakoneesta poistuva lämpövirta on  $80 \text{ kJ/s}$ , voi kone tuottaa enintään tehon

- a)  $80 \text{ kW}$       b)  $1520 \text{ kW}$       c)  $194 \text{ kW}$       d)  $214 \text{ kW}$       e)  $128 \text{ kW}$

2. Kosteaa ilmaa lämmitetään hyvin korkeaan lämpötilaan. Jos kaasun koostumus tasapainotilassa on  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{H}_2$  ja  $\text{NO}$ . Kuinka monta tasapainovakioyhtälöä tarvitaan seoksen tasapainokoostumuksen laskemiseen. Valitse oikea vaihtoehto:

- a) 1      b) 2      c) 3      d) 4      e) 5

3. Ilma-standardikiertoprosessi, jossa on vakio ominaislämmöt, on toteutettu mäntä-sylinterikoneena. Kiertoprosessi koostuu seuraavista neljästä prosessista:

1-2 Isentrooppinen puristus puristusasteen ollessa  $r = V_1/V_2$

2-3 Lämmöntuonti vakiotilavuudessa

3-4 Isentrooppinen paisunta paisuntasuhteen ollessa  $r_e = V_3/V_4$

4-1 Lämmönluovutus vakioaineessa tilavuussuhteen ollessa  $r_p = V_4/V_1$

(a) Piirrä prosessin P-v ja T-s kaaviot

(b) Johda kierto-prosessin termiselle hyötysuhteelle lauseke  $k$ ,  $r$  ja  $r_p$  funktiona.

(c) Johda hyötysuhteen raja-arvo kun  $r_p$  lähestyy yhtä ( $r_p \rightarrow 1$ ).

4. Lämpöeristetty jäykkä säiliö on jaettu kahteen osaan, joilla on eri tilavuus. Kumpikin osatilavuus sisältää samaa ideaalikaasua eri määrän samassa paineessa, mutta eri lämpötiloissa. Osia jakava (äärettömän ohut) seinä poistetaan ja kaasujen annetaan sekoittua. Oletetaan, että ominaislämpökapasiteetit ovat vakioita. Johda yksinkertainen lauseke seoksen lämpötilalle, joka on muotoa

$$T_3 = f\left(\frac{m_1}{m_3}, \frac{m_2}{m_3}, T_1, T_2\right)$$

jossa  $m_3$  ja  $T_3$  ovat seoksen massa ja loppulämpötila.

5. Laske, mikä oheisen kaavion mukaisen välitulistetun Rankine-höyrykiertoprosessin komponenteista tuottaa suurimman eksergian vähenemisen. Prosessin lämpönielu on lämpötilassa 10 °C ja lämmönlähde lämpötilassa 600 °C. Tilapisteiden arvot:

$$s_1 = s_2 = s_f @ 10 \text{ kPa} = 0.6492 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$s_3 = s_4 = 6.5579 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$s_5 = s_6 = 8.0893 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$q_{\text{in}, 2-3} = h_3 - h_2 = 3273.3 - 199.88 = 3073.4 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{\text{in}, 4-5} = h_5 - h_4 = 3485.4 - 2636.4 = 848.1 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{\text{out}} = 2373.1 \text{ kJ/kg}$$

