

**Ene-39.2001 Termodynamiikka ja lämmönsiirto**

**Tentti 19.12.2009 klo 10-14, osa II (klo 13-14).**

Tehtävät 5 - 6 suoritetaan ilman mitään tukimateriaalia klo 13 -14.

5. Termodynamiikan toisen pääsäännön mukaan pätee jokaiselle muutosprosessille ja siinä tapahtuvalle entropian muutokselle

$$S(B) - S(A) \geq \int_A^B \frac{dQ}{T}$$

- a) Osoita tämän ja yleisen energiataseen perusteella että muutosprosesseissa, joissa  $T = \text{vakio}$  ja  $p = \text{vakio}$ , systeemi pyrkii aina lopulta stabiiliin tasapainotilaan, jossa Gibbsin energialla on minimiarvo.
- b) Osoita a-kohdan tuloksen perusteella, että tasapainotilassa kylläisen veden ja kylläisen vesihöyryn lämpötila määrittää paineen ja päinvastoin - paine määrittää lämpötilan, eli lyhyesti  $p = f(T)$  ja  $T = g(p)$ .

6. Käytä tehtävässä ilman ominaislämpökapasiteetille arvoa  $c_p = 1,0 \text{ kJ/kgK}$ .

- a) Ilma kiihdytetään suuttimessa likimain nopeudesta nolla arvoon  $240 \text{ m/s}$ . Ilma tulee suuttimeen lämpötilassa  $20^\circ\text{C}$ . Laske suuttimesta ulostulevan ilman lämpötila.
- b) Ilma tulee kuristusventtiiliin tilassa  $20^\circ\text{C}$  ja  $7 \text{ bar}$ . Paine putoaa venttiilissä arvoon  $2 \text{ bar}$ . Mikä on ilman lämpötila kuristusventtiilin jälkeen, jos virtausnopeudet ovat merkityksettömän pieniä?
- c) Sähköpatterille johdetaan puhaltimella huoneilmaa  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  lämpötilassa  $20^\circ\text{C}$ . Ilma lämpenee patterissa lämpötilaan  $60^\circ\text{C}$  ja painehäviö patterissa on  $5 \text{ kPa}$ . Virtausnopeudet oletetaan merkityksettömän pieniksi. Laske patterin ottama sähköteho.
- d) Laske c-kohdan puhaltimen ottama akseliteho, kun puhaltimen (isentropinen) hyötysuhde on  $0,65$ .

$$P = \dot{m} \Delta p \Delta T$$

$$Pa = \frac{N}{m^2} = \frac{kg \cdot m/s^2}{m^2} = \frac{kg \cdot m^3/s^2}{m^3} = \frac{kg \cdot m^2/s^2}{m^3} = \frac{kg \cdot m^2}{s^2 \cdot m^3} = \frac{kg}{s^2 \cdot m}$$

$$W = F_s = \nu \cdot m = kg \cdot m/s^2 = kg \cdot m^2/s^2$$

$$\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$