

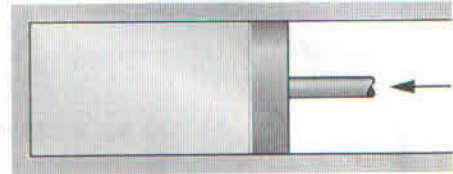
Tampereen teknillinen yliopisto  
KEB-40100 LÄMPÖTEKNIikka  
Välikoe 1, 15.10.2018 / Seppo Syrjälä

Sallittu kirjallisuus: jaettava kaavakokoelma  
Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen; älä tee siihen merkintöjä  
Ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu

1. Suljetussa säiliössä on ilmaa paineessa 250 kPa ja lämpötilassa 25 °C.

- (a) Mikä on ilman tiheys?  
(b) Ilmaa puristetaan isotermisesti siten, että loppupaine on 500 kPa. Määritä vaadittava työ  $w (= W/m)$ .

- (c) Täytyykö (b)-kohdassa tuoda tai poistaa lämpöä? Jos niin miten paljon ja mihin suuntaan?  
Ilmalle:  $M = 28.97 \text{ kg/kmol}$ ;  $c_p = 1008 \text{ J/(kg °C)}$ ;  $c_v = 720 \text{ J/(kg °C)}$ .

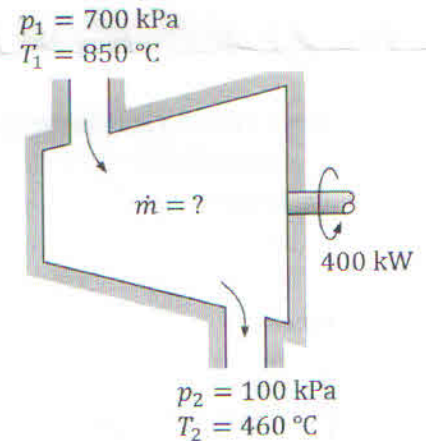


2. Kaasuturbiinin antama teho on 400 kW. Paineet ja lämpötilat ennen ja jälkeen turbiinin on annettu kuvassa.

Määritä:

- (a) Kaasun massavirta,  $\dot{m}$   
(b) Turbiinin isentrooppinen hyötysuhde

Laske ilmaprosessina:  $c_p = 1107 \text{ J/(kg °C)}$ ;  $c_v = 820 \text{ J/(kg °C)}$ .

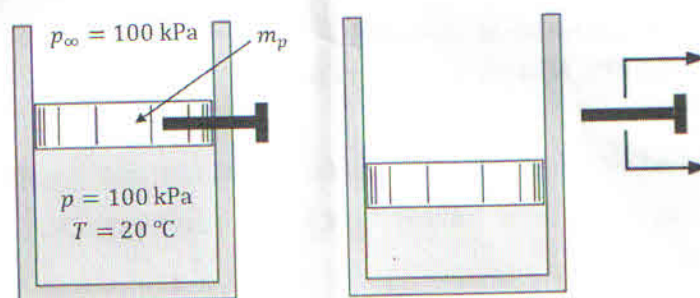


3. Säiliössä (tilavuus 1 m<sup>3</sup>) olevan kostean ilman lämpötila on 50 °C, paine 100 kPa ja suhteellinen kosteus 60 %.

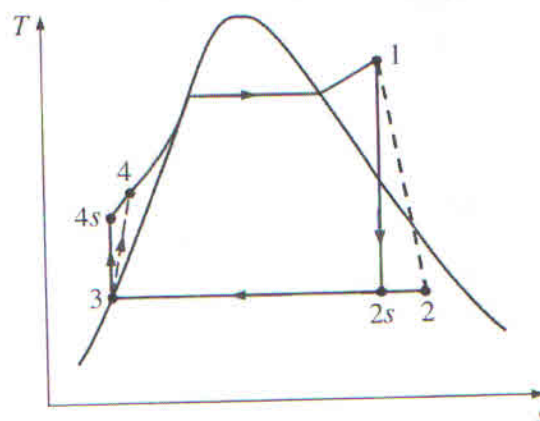
- (a) Paljonko säiliössä on kuivaa ilmaa (kg) ja vesihöyryä (kg)?  
(b) Jos kostea ilma jäädytetään lämpötilaan 30 °C, niin paljonko vesihöyryä (kg) kondensoituu (tiivistyy nesteeksi)?  
(c) Jos kostea ilma lämmitetään lämpötilasta 30 °C takaisin alkulämpötilaan, 50 °C, niin mikä nyt on ilman suhteellinen kosteus?

Ilmalle:  $M = 28.97 \text{ kg/kmol}$ ; vedelle:  $M = 18.01 \text{ kg/kmol}$ .

4. Ilmaa on kuvan mukaisessa lämpöeristetyssä säiliössä paineessa 100 kPa ja lämpötilassa 20 °C. Ympäristön paine on 100 kPa.
- (a) Säiliössä olevan männän kiinnitys irrotetaan, jonka jälkeen mäntä liikkuu kitkattomasti alaspäin siten, että säiliön tilavuus pienenee puoleen alkuperäisestä. Määritä männän massa,  $m_p$ , kun prosessi on isentrooppinen. Sylinterin (ja männän) halkaisija on 20 cm.
- (b) Mikä on ilman lämpötila tilavuuden muutoksen jälkeen?
- (c) Säiliöön tuodaan lämpöä niin paljon, että mäntä nousee takaisin alkuperäiseen asemaan. Paljonko lämpöä täytyy tuoda (määritä  $q = Q/m$ )?
- Ilmalle:  $M = 28.97 \text{ kg/kmol}$ ;  $c_p = 1035 \text{ J/(kg °C)}$ ;  $c_v = 750 \text{ J/(kg °C)}$



5. Kuva esittää yksinkertaista voimalaitosprosessia lämpötila-entropia ( $T-s$ ) -tasossa. Vesihöyryn massavirta on 10 kg/s. Prosessista tunnetaan seuraavat arvot:  $p_1 = 3 \text{ MPa}$ ,  $T_1 = 500 \text{ °C}$ ,  $p_2 = 25 \text{ kPa}$ ,  $x_2 = 0.95$ . Pisteessä 3 vesi on kylläistä nestettä. Pumpun isentrooppinen hyötysuhde on 80 %.



- (a) Määritä entalpiat  $h_1$ ,  $h_{2s}$  ja  $h_4$  sekä lämpötila  $T_3$ .
- (b) Määritä turbiinin isentrooppinen hyötysuhde sekä turbiinin antama teho.
- (c) Lauhuttamiseen on käytettävissä 15 asteista vettä lähellä olevasta järvestä. Mikä pitää vähintään olla veden massavirta, jos halutaan, että se lämpiää lauhduttimessa korkeintaan 15 °C. Vedelle  $c = 4180 \text{ J/(kg K)}$ .