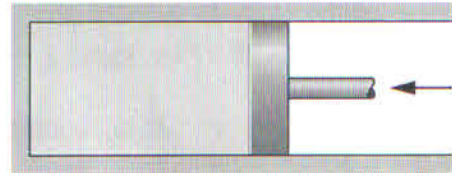


Tampereen teknillinen yliopisto
KEB-40100 LÄMPÖTEKNIikka
Välikoe 1, 15.10.2018 / Seppo Syrjäjä

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 $w (= W/m)$.



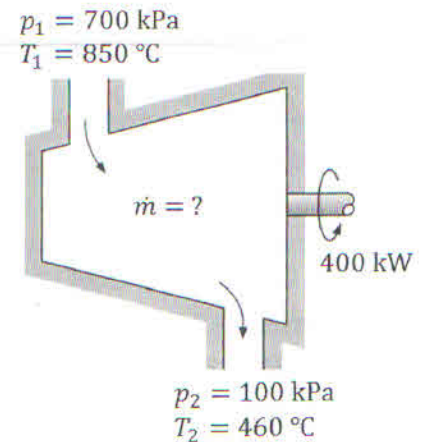
- (c) Täytyykö (b)-kohdassa tuoda tai poistaa lämpöä? Jos niin miten paljon ja mihin suuntaan?
Ilmalle: $M = 28.97 \text{ kg/kmol}$; $c_p = 1008 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$; $c_v = 720 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$.

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: $c_p = 1107 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$; $c_v = 820 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$.



3. Säiliössä (tilavuus 1 m³) 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: $M = 18.01 \text{ kg/kmol}$.

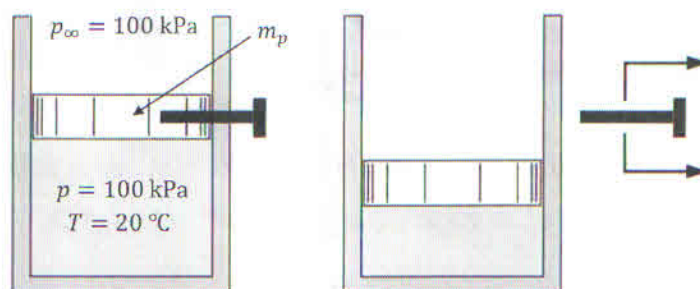
4. Ilmaa on kuvan mukaisessa lämpöeristetyssä säiliössä paineessa 100 kPa ja lämpötilassa 20 °C. Ympäristön paine on 100 kPa.

(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 kyläistä 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) Lauhduttamiseen on käytettävissä 15 asteista vettä lähellä olevasta järvestä. Mikä pitää vähintään olla veden massavirta, jos halutaan, että se lämpiää lauhduttimessa korkeintaan 15 °C. Vedelle $c = 4180 \text{ J/(kg K)}$.

