

Tampereen teknillinen yliopisto
KEB-40100 LÄMPÖTEKNIikka
Välikoe 1 26.10.2017 / Seppo Syrjälä

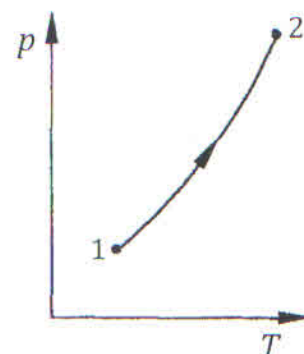
Sallittu kirjallisuus: jaettava kaavakokoelma

Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen; älä tee siihen merkintöjä

Ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu

1. Alkutilanteessa suljetussa tilassa olevan ilman paine $p_1 = 200$ kPa ja lämpötila $T_1 = 100$ °C.

- (a) Mikä on ilman tiheys alkutilanteessa?
(b) Ilma käy läpi isokoorisen (tilavuus = vakio) tilanmuutoksen $1 \rightarrow 2$ siten, että $p_2 = 400$ kPa. Laske tilanmuutoksessa tehty työ $w (= W/m)$ ja tuotu lämpö $q (= Q/m)$.
(c) Määritä kulmakerroin $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$ pisteessä 1 (anna lukuarvo).

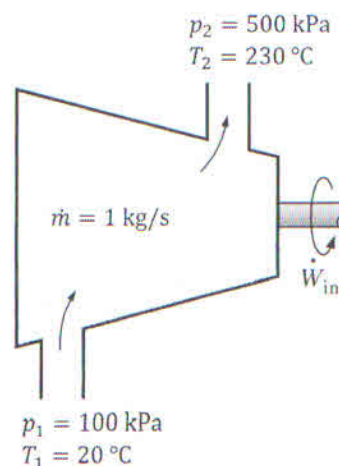


Ota ilman aineominaisuudet lämpötilassa 500 K; kts. taulukko seuraavalla sivulla. Myös moolimassa löytyy seuraavalta sivulta.

2. Kompressorissa puristetaan ilmaa 1 kg/s; ilman tila ennen ja jälkeen kompressorin on annettu kuvassa. Määritä

- (a) Kompressorin ottama teho
(b) Kompressorin isentrooppinen hyötysuhde

Ota ilman aineominaisuudet lämpötilassa 400 K.



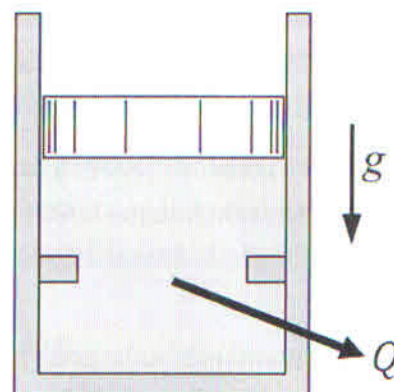
3. Kostean ilman lämpötila on 40 °C, paine 1 bar ja suhteellinen kosteus 43 %.

- (a) Paljonko vesihöyryä (kg) on kuutiometrissä?
(b) Mikä on suhteellinen kosteus, jos kostea ilma lämmitetään lämpötilaan 60 °C?
(c) Mikä on suhteellinen kosteus, jos kostea ilma jäädytetään lämpötilaan 20 °C?

4. Kuvan mukaisessa sylinterissä on vapaasti (kitkattomasti) liikkuva mäntä. Sylinterissä on ilmaa 1 kg, joka on alkutilanteessa paineessa 2000 kPa ja lämpötilassa 1000 K. Ilmasta siirtyy lämpöä ympäristöön siten, että ilman loppulämpötilaksi tulee 400 K. Mäntä voi laskeutua korkeintaan sylinterissä oleviin ulokkeisiin (stoppareihin) saakka; tällöin sylinterin tilavuus on 0.05 m^3 . Määritä

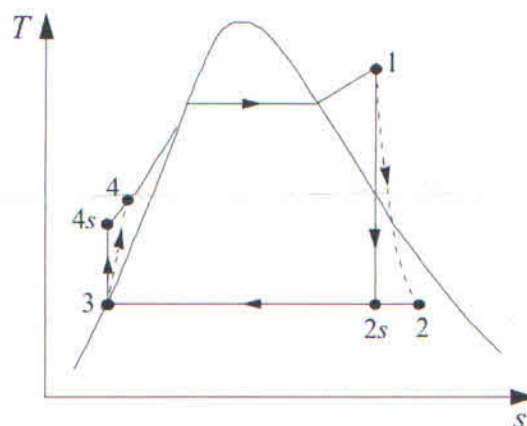
- (a) Sylinterin tilavuus alkutilanteessa
 (b) Prosessin aikana tehty työ, W
 (c) Prosessin aikana poistettu lämpö, Q

Ota ilman aineominaisuudet lämpötilassa 700 K.



5. Kuvan mukaisessa yksinkertaisessa höyryvoimalaitos-prosessissa $p_1 = 6 \text{ MPa}$, $T_1 = 510 \text{ °C}$ ja $p_2 = 0.025 \text{ MPa}$. Pisteessä 3 vesi on kylläistä nestettä. Isentrooppinen hyötysuhde on turbiinille 87 % ja pumpulle 80 %. Höyryn massavirta on 10 kg/s . Määritä

- (a) Lämpötila T_2 ja höyrypitoisuus x_2
 (b) Turbiinin antama teho
 (c) Pumpun ottama teho



Aineominaisuudet ilmalle:

Lämpötila K	c_p kJ/kg · K	c_v kJ/kg · K	k
250	1.003	0.716	1.401
300	1.005	0.718	1.400
350	1.008	0.721	1.398
400	1.013	0.726	1.395
450	1.020	0.733	1.391
500	1.029	0.742	1.387
550	1.040	0.753	1.381
600	1.051	0.764	1.376
650	1.063	0.776	1.370
700	1.075	0.788	1.364
750	1.087	0.800	1.359
800	1.099	0.812	1.354
900	1.121	0.834	1.344
1000	1.142	0.855	1.336

Moolimassat: ilma $M = 28.97 \text{ kg/kmol}$; vesi $M = 18.01 \text{ kg/kmol}$