ENY-C2001 Termodynamiikka ja lämmönsiirto Tentti 2017-02-16 klo 16–20

Vastaa kaikkiin neljään tehtävään

Tehtävä 1

Tarkastellaan kylläistä vesihöyryä 100 bar paineessa. Arvioi, voidaanko vesihöyryä pitää näissä olosuhteissa ideaalikaasuna. Käytä arvioinnissasi vähintään kahta eri kriteeriä. Seuraavilla sivuilla on annettu taulukoitu kyllästyskäyrä ja vesihöyryn hs-piirros, joita voit käyttää apuna arvioinnissasi. Piirrä hs-piirrokseen näkyviin piste, joka vastaa kylläistä vesihöyryä 100 bar paineessa. Piirrä hs-piirroksen näkyviin myös muut pisteet, joita mahdollisesti käytät arvioinnissasi. Nimeä käyttämäsi pisteet selkeästi. Irroita hs-piirros tehtävä-paperista ja palauta se vastauspaperisi mukana. Muista merkitä nimesi palauttamaasi hs-piirrokseen.

Tehtävä 2

Voimalaitoksessa käytetään maakaasua 580 kg/h. Maakaasu saapuu laitokselle 5 bar paineessa ja 20 °C lämpötilassa. Laitoksella maakaasun paine korotetaan kompressorilla arvoon 16 bar. Analysoi paineen-korotusprosessia seuraavasti:

a) Laske maakaasun ainevirta (kmol/s) ja imutilavuusvirta kompressorin sisäänmenossa (m^3/s).
b) Laske puristuksen loppulämpötila, kun puristus oletetaan isentrooppiseksi.
c) Laske kompressorin tehontarve, kun puristus oletetaan isentrooppiseksi.
d) Laske puristuksen loppulämpötila, kun puristuksen isentrooppiseksi hyötysuhteeksi oletetaan 0,75.
e) Laske kompressorin tehontarve, kun puristuksen isentrooppiseksi hyötysuhteeksi oletetaan 0,75.
f) Arvioi, olisiko mielestäsi järkevää jakaa puristusprosessi kahteen vaiheeseen, joiden välillä vaiheesta 1 ulos tuleva maakaasu välijäähdytettäisiin ennen sisäänmenoa vaiheeseen 2.

Maakaasun voidaan olettaa olevan puhdasta metaania (CH_4). Voit käsitellä metaania tässä tehtävässä ideaalikaasuna.

Tehtävä 3

Teollisuusprosessista poistuu 0,3 kg/s kylläistä höyryä 2 bar paineessa. Höyryn sisältämää energiaa halutaan käyttää prosessissa tarvittavan ilman esilämmittämiseen. Tarkoitusta varten prosessiin lisätään lämmön-siirrin, jossa höyry lauhtuu kylläiseksi vedeksi. Höyryn paine ei muutu ko. lämmönsiirtimessä.

a) Määritä höyryn lauhtumislämpötila ja laske höyryn luovuttama lämpöteho.
b) Laske ilman loppulämpötila kun ilman massavirta on 11 kg/s ja alkulämpötila 20 °C.
c) Tarkastele, onko lämmönsiirtimen toiminta sopusoinnussa termodynamiikan 2. pääsäännön kanssa (ohje: tarkastele lämmönsiirtimen ainevirtojen entropian muutoksia).

Tehtävä 4

Alumiinilevyn mitat ovat: pituus 4 m, leveys 1,5 m ja paksuus 1 cm. Levy on lämmitetty uunissa 250 °C lämpötilaan. Ajan hetkellä t = 0 levy otetaan pois uunista. Kuinka kauan kestää levyn jäähtyminen 100 °C lämpötilaan, kun ympäristön lämpötila on 20 °C ja lämmönsiirtymiskertoimeksi levyn ja ympäristön välillä arvioidaan 20 W/m^2K? Kuinka suuri on levyn jäähtymisen aikana luovuttama energiamäärä? Kuinka suuria ovat levyn jäähtymisen aikana keskimäärin luovuttama lämpöteho ja lämpövirran tiheys?

Title: Knovel Steam Tables

Table: 1a. Saturation Properties vs. Temperature - SI Units

T	p	v'	u'	h'	s'	v'	u"	h"	s"
[°C]	[MPa]	[m^3/kg]	[kJ/kg]	[kJ/kg]	[kJ/kgK]	[m^3/kg]	[kJ/kg]	[kJ/kg]	[kJ/kgK]
0	0.0006112	0.001000	-0.0422	-0.04159	-0.000155	206.1	2375	2501	9.156
10	0.0012282	0.001000	42.02	42.02	0.1511	106.3	2389	2519	8.900
20	0.0023392	0.001002	83.92	83.92	0.2965	57.76	2402	2537	8.666
30	0.0042467	0.001004	125.7	125.7	0.4368	32.88	2416	2556	8.452
40	0.0073844	0.001008	167.5	167.5	0.5724	19.52	2429	2574	8.256
50	0.012351	0.001012	209.3	209.3	0.7038	12.03	2443	2591	8.075
60	0.019946	0.001017	251.1	251.2	0.8312	7.668	2456	2609	7.908
70	0.031201	0.001023	293.0	293.0	0.955	5.040	2469	2626	7.754
80	0.047415	0.001029	334.9	334.9	1.075	3.405	2482	2643	7.611
90	0.070182	0.001036	376.9	377.0	1.193	2.359	2494	2660	7.478
100	0.10142	0.001043	419.0	419.1	1.307	1.672	2506	2676	7.354
110	0.14338	0.001052	461.2	461.4	1.419	1.209	2518	2691	7.238
120	0.19867	0.001060	503.6	503.8	1.528	0.8913	2529	2706	7.129
130	0.27026	0.001070	546.1	546.4	1.635	0.6681	2540	2720	7.026
140	0.3615	0.001080	588.8	589.2	1.739	0.5085	2550	2733	6.929
150	0.4761	0.001091	631.7	632.3	1.842	0.3925	2559	2746	6.837
160	0.61814	0.001102	674.9	675.6	1.943	0.3068	2568	2757	6.749
170	0.79205	0.001114	718.3	719.2	2.042	0.2426	2576	2768	6.665
180	1.0026	0.001127	762.1	763.2	2.140	0.1939	2583	2777	6.584
190	1.255	0.001141	806.1	807.6	2.236	0.1564	2589	2785	6.506
200	1.5547	0.001157	850.6	852.4	2.331	0.1272	2594	2792	6.430
210	1.9074	0.001173	895.5	897.7	2.425	0.1043	2598	2797	6.357
220	2.3193	0.001190	940.9	943.6	2.518	0.0861	2601	2801	6.284
230	2.7968	0.001209	986.8	990.2	2.610	0.07151	2603	2803	6.213
240	3.3467	0.001229	1033	1038	2.702	0.05971	2603	2803	6.143
250	3.9759	0.001252	1081	1086	2.793	0.05009	2602	2801	6.072
260	4.6921	0.001276	1129	1135	2.885	0.04218	2599	2797	6.002
270	5.5028	0.001303	1178	1185	2.976	0.03562	2594	2790	5.930
280	6.4165	0.001333	1228	1237	3.068	0.03015	2586	2780	5.858
290	7.4416	0.001366	1280	1290	3.161	0.02556	2576	2767	5.783
300	8.5877	0.001404	1333	1345	3.255	0.02166	2564	2750	5.706
310	9.8647	0.001448	1388	1402	3.351	0.01834	2547	2728	5.624
320	11.284	0.001499	1445	1462	3.449	0.01548	2526	2701	5.537
330	12.858	0.001561	1506	1526	3.552	0.01298	2499	2666	5.442
340	14.6	0.001638	1571	1594	3.660	0.01078	2465	2622	5.336
350	16.529	0.001740	1642	1671	3.778	0.008801	2418	2564	5.211
360	18.666	0.001740	1642	1671	3.778	0.008801	2418	2564	5.211
370	21.043	0.001740	1642	1671	3.778	0.008801	2418	2564	5.211
373.946	22.064	0.003106	2019	2088	4.412	0.003106	2019	2088	4.412