

2016ko ekainaren 24a

## Ingeniaritza Termikoa

Denbora: 40 min

### 1. Problema

Zilindro adiabatiko batean 1 kg aire dago 1,5 bareko presioan eta 15 °C-tan. Helize baten bidez 100 kJ-eko lana ematen zaio sistemari prozesu isokoro batean.

Kalkula bitez:

- a) Hasierako presiorainoko zabaltze prozesu adiabatiko bidez berreskura daitekeen lanik handiena (4 p).
- b) Nahasgailuaren ekintzak sisteman eragiten duen entropiaren aldaketa (4 p).
- c) Halaber, prozesu osoaren adierazpen grafikoa T,s diagraman (2 p).

2016ko ekainaren 24a

## Ingeniaritza Termikoa

Denbora: 50 min

### 2. Problema

Galdaretan goiberotutako ur lurrunaren tenperatura erregulatzeko, tenperatura-egokigailuak erabili ohi dira. Horietan ur hotzaren emari bat injektatzen da ur lurrun goiberotuaren emarian.

Galdara batetik 150 t/h-ko ur lurrun goisatuaren emaria irtetzen da 30 baretan eta 480 °C-tan. Horren tenperatura 460°C-tan egokitzeko, 20 °C-ko uraren emari jakin bat erabiltzen da 30 baretan. Hurrengo hauek erantzun:

- Bai galderatik irtetzen den ur lurrunaren goisaturatuaren entalpia espezifikoa eta entropía espezifikoa eta baita tenperatura egokitzeko erabiltzen den ur likidoaren entalpia espezifikoa eta entropía espezifikoa ere kalkulatu (2,5 p).
- Tenperatura egokigailua adiabatikoa izanez gero, egokitze prozesua grafikoki adierazi h-s diagraman adierazi. Zein da ur hotzaren emaria? Zein da denborarekiko sortutako entropia? (3,5 p).
- Aurreko atala errepikatu tenperatura egokigailua adiabatiko izan beharrean, egokigailuari heldutako potentziatik %1 alde egiten bazaio 15 °C-ko tenperaturako atmosferara (4 p).

	$p = 30.0 \text{ bar} = 3.0 \text{ MPa}$ ( $T_{\text{sat}} = 312.42^{\circ}\text{C}$ )				$p = 30.0 \text{ bar} = 3.0 \text{ MPa}$ ( $T_{\text{sat}} = 233.90^{\circ}\text{C}$ )			
Sat.	0.0996	2690.3	2799.5	6.3409	0.0667	2604.1	2804.2	6.1869
240	0.1085	2659.6	2876.5	6.4952	0.0682	2619.7	2824.3	6.2265
280	0.1200	2736.4	2976.4	6.6828	0.0771	2709.9	2941.3	6.4462
320	0.1308	2807.9	3069.5	6.8452	0.0850	2788.4	3043.4	6.6245
360	0.1411	2877.0	3159.3	6.9917	0.0923	2861.7	3138.7	6.7801
400	0.1512	2945.2	3247.6	7.1271	0.0994	2932.8	3230.9	6.9212
440	0.1611	3013.4	3335.5	7.2540	0.1062	3002.9	3321.5	7.0520
500	0.1757	3116.2	3467.6	7.4317	0.1162	3108.0	3456.5	7.2338
540	0.1853	3185.6	3556.1	7.5434	0.1227	3178.4	3546.6	7.3474
600	0.1996	3290.9	3690.1	7.7024	0.1324	3285.0	3682.3	7.5085
640	0.2091	3362.2	3780.4	7.8035	0.1388	3357.0	3773.5	7.6106
700	0.2232	3470.9	3917.4	7.9487	0.1484	3466.5	3911.7	7.7571

**TABLE A-5** Properties of Compressed Liquid Water

$T$ °C	$v \times 10^3$ m <sup>3</sup> /kg	$u$ kJ/kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg · K	$v \times 10^3$ m <sup>3</sup> /kg	$u$ kJ/kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg · K
$p = 25 \text{ bar} = 2.5 \text{ MPa}$ ( $T_{sat} = 223.99^\circ\text{C}$ )					$p = 50 \text{ bar} = 5.0 \text{ MPa}$ ( $T_{sat} = 263.99^\circ\text{C}$ )			
20	1.0006	83.80	86.30	.2961	.9995	83.65	88.65	.2956
40	1.0067	167.25	169.77	.5715	1.0056	166.95	171.97	.5705
80	1.0280	334.29	336.86	1.0737	1.0268	333.72	338.85	1.0720
100	1.0423	418.24	420.85	1.3050	1.0410	417.52	422.72	1.3030
140	1.0784	587.82	590.52	1.7369	1.0768	586.76	592.15	1.7343
180	1.1261	761.16	763.97	2.1375	1.1240	759.63	765.25	2.1341
200	1.1555	849.9	852.8	2.3294	1.1530	848.1	853.9	2.3255
220	1.1898	940.7	943.7	2.5174	1.1866	938.4	944.4	2.5128
Sat.	1.1973	959.1	962.1	2.5546	1.2859	1147.8	1154.2	2.9202

2016ko ekainaren 24a

## Ingeniaritza Termikoa

Denbora: 50 minutu

### 3. Problema

2 cm-ko barruko diametroko eta 13 m luzerako hodi batetik ura pasa arazten da. Ura berotu nahi da 15 °C-ko tenperaturatik 75 °C-tara. Horretarako hodiak duen erresistentzia elektrikodun berogailu batek **beroketa uniforme** ematen dio urari azalera osoan. Hodiaren kanpoko azalera ondo isolatuta dago eta, etengabeko egoeran, **barruan sortutako bero fluxu osoa urari ematen zaio**.

Sistemarekin lortu behar den ur beroaren emaria **8 l/min** da.

Uraren batez besteko propietateak honako hauek direla kontsideratuz:

$\rho = 990,1 \text{ kg/m}^3$	Dentsitatea
$k = 0,637 \text{ W/m}^\circ\text{C}$	Eroankortasun termikoa
$\nu = \mu/\rho = 0,602 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	Biskositate zinematikoa
$c = 4179 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$	Bero espezifikoa
$Pr = 4,32$	Prandtl zenbakia

Hurrengo hau eskatzen da:

- Erresistentzia elektrikoaren **potentzia nominala**. (3 puntu)
- Fluxua **laminarra, aldi-baterakoa edo turbulenta** den zehaztu. Erantzuna arrazoitu. (3 puntu)
- Hodiaren **barruko azalaren tenperatura**, irteeran. (4 puntu)

$$[Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}]$$