Termodinamica para Ingenieros, FIS1523

I2

Facultad de Física
Pontificia Universidad Católica de Chile
Primer Semestre 2015

Tiempo para responder: 2 horas y 30 minutos

Atención!!

- Si utiliza lápiz de grafito, perderá la posibilidad de reclamar errores de corrección.
- El profesor no se hace responsable de las respuestas que los ayudantes puedan dar a sus consultas durante el examen.

Nombre: _____ **Sección:** _____

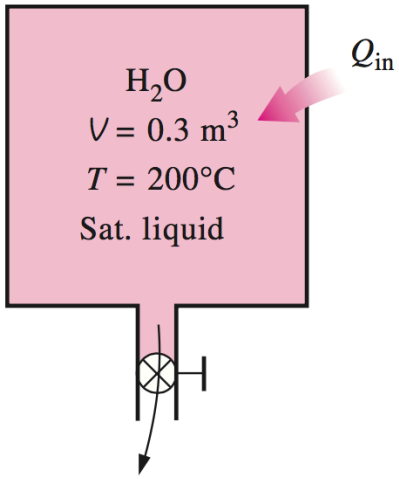
Problema 1

Se tiene un tanque rígido de volumen 0.3 m^3 completamente lleno de líquido saturado a 200° C. Una válvula en la parte de abajo se abre dejando salir el líquido, al mismo tiempo que calor se transfiere al tanque de tal forma que la temperatura en el interior se mantenga constante a 200° C. El proceso se detiene una vez que la mitad de la masa inicial ha sido extraída del tanque.

a) Calcule la masa inicial y final en el tanque (1.5 puntos)

b) Determine el estado (fase) del agua en el tanque en el estado final. Si es una mezcla saturada, determine la calidad (2 puntos)

c) Calcule la cantidad de calor transferido al tanque durante el proceso. Puede despreciar la energía cinética y potencial en su cálculo (2.5 puntos)



cen84959_ch18-ap01.qxd 8/11/06 1:21 PM Page 916

TABLE A–4

Saturated water—Temperature table

		Specific volume, m^3/kg		*Internal energy,* kJ/kg			*Enthalpy,* kJ/kg			*Entropy,* kJ/kg · K		
Temp., T °C	Sat. press., P_{sat} kPa	Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000	9.1556	9.1556
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151
100	101.42	0.001043	1.6720	419.06	2087.0	2506.0	419.17	2256.4	2675.6	1.3072	6.0470	7.3542
105	120.90	0.001047	1.4186	440.15	2071.8	2511.9	440.28	2243.1	2683.4	1.3634	5.9319	7.2952
110	143.38	0.001052	1.2094	461.27	2056.4	2517.7	461.42	2229.7	2691.1	1.4188	5.8193	7.2382
115	169.18	0.001056	1.0360	482.42	2040.9	2523.3	482.59	2216.0	2698.6	1.4737	5.7092	7.1829
120	198.67	0.001060	0.89133	503.60	2025.3	2528.9	503.81	2202.1	2706.0	1.5279	5.6013	7.1292
125	232.23	0.001065	0.77012	524.83	2009.5	2534.3	525.07	2188.1	2713.1	1.5816	5.4956	7.0771
130	270.28	0.001070	0.66808	546.10	1993.4	2539.5	546.38	2173.7	2720.1	1.6346	5.3919	7.0265
135	313.22	0.001075	0.58179	567.41	1977.3	2544.7	567.75	2159.1	2726.9	1.6872	5.2901	6.9773
140	361.53	0.001080	0.50850	588.77	1960.9	2549.6	589.16	2144.3	2733.5	1.7392	5.1901	6.9294
145	415.68	0.001085	0.44600	610.19	1944.2	2554.4	610.64	2129.2	2739.8	1.7908	5.0919	6.8827
150	476.16	0.001091	0.39248	631.66	1927.4	2559.1	632.18	2113.8	2745.9	1.8418	4.9953	6.8371
155	543.49	0.001096	0.34648	653.19	1910.3	2563.5	653.79	2098.0	2751.8	1.8924	4.9002	6.7927
160	618.23	0.001102	0.30680	674.79	1893.0	2567.8	675.47	2082.0	2757.5	1.9426	4.8066	6.7492
165	700.93	0.001108	0.27244	696.46	1875.4	2571.9	697.24	2065.6	2762.8	1.9923	4.7143	6.7067
170	792.18	0.001114	0.24260	718.20	1857.5	2575.7	719.08	2048.8	2767.9	2.0417	4.6233	6.6650
175	892.60	0.001121	0.21659	740.02	1839.4	2579.4	741.02	2031.7	2772.7	2.0906	4.5335	6.6242
180	1002.8	0.001127	0.19384	761.92	1820.9	2582.8	763.05	2014.2	2777.2	2.1392	4.4448	6.5841
185	1123.5	0.001134	0.17390	783.91	1802.1	2586.0	785.19	1996.2	2781.4	2.1875	4.3572	6.5447
190	1255.2	0.001141	0.15636	806.00	1783.0	2589.0	807.43	1977.9	2785.3	2.2355	4.2705	6.5059
195	1398.8	0.001149	0.14089	828.18	1763.6	2591.7	829.78	1959.0	2788.8	2.2831	4.1847	6.4678
200	1554.9	0.001157	0.12721	850.46	1743.7	2594.2	852.26	1939.8	2792.0	2.3305	4.0997	6.4302

Nombre: _____ **Sección:** _____

Problema 2

Un aire acondicionado con refrigerante 134a es usado para mantener una habitación a 25 °C al liberar calor a los alrededores que se encuentran a 36 °C. La habitación gana calor a través de las ventanas y paredes a una tasa de 200 kJ/min, mientras que el calor generado por los computadores, televisión y luces son 800 W. El refrigerante entra a un compresor a 450 kPa como vapor saturado a una tasa de 100 L/min y sale a 1400 kPa y 60 °C. Determine,

(a) (3 puntos) El coeficiente de rendimiento real (COP).

(b) (1.5 puntos) El máximo coeficiente de rendimiento (COP_{max}).

(c) (1.5 puntos) La mínima tasa de flujo de volumen que se requiere en el compresor para las mismas condiciones a la salida y entrada de este.

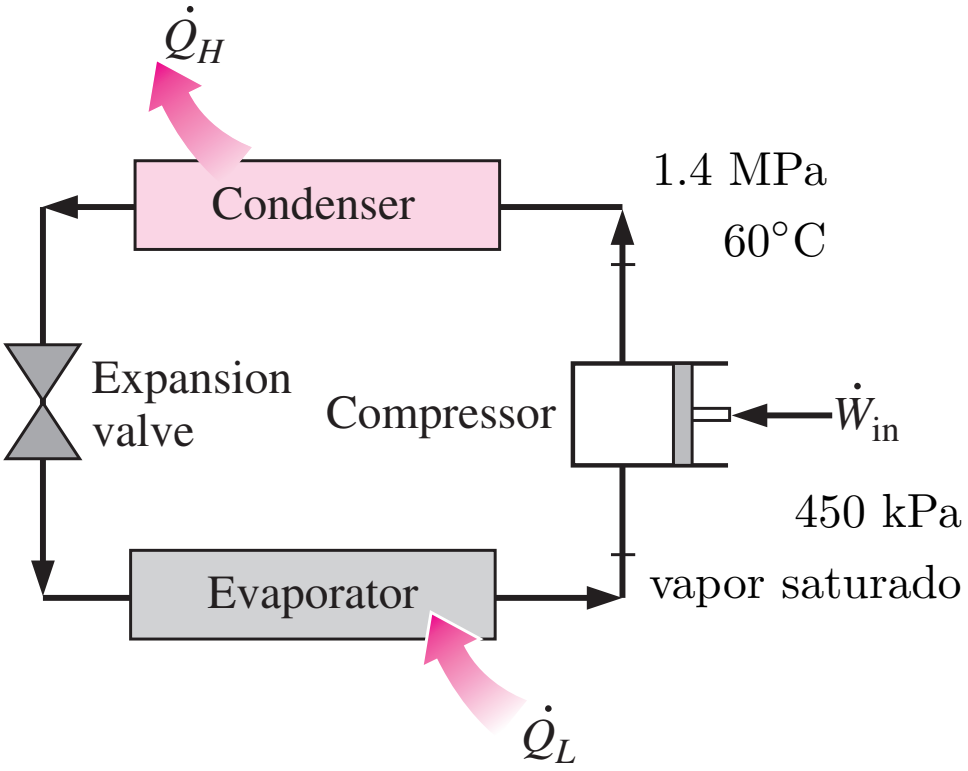


TABLE A–13

Superheated refrigerant-134a (*Concluded*)

T °C	v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
	P = 0.50 MPa (T_{sat} = 15.71°C)				P = 0.60 MPa (T_{sat} = 21.55°C)				P = 0.70 MPa (T_{sat} = 26.69°C)			
Sat.	0.041118	238.75	259.30	0.9240	0.034295	241.83	262.40	0.9218	0.029361	244.48	265.03	0.9199
20	0.042115	242.40	263.46	0.9383								
30	0.044338	250.84	273.01	0.9703	0.035984	249.22	270.81	0.9499	0.029966	247.48	268.45	0.9313
40	0.046456	259.26	282.48	1.0011	0.037865	257.86	280.58	0.9816	0.031696	256.39	278.57	0.9641
50	0.048499	267.72	291.96	1.0309	0.039659	266.48	290.28	1.0121	0.033322	265.20	288.53	0.9954
60	0.050485	276.25	301.50	1.0599	0.041389	275.15	299.98	1.0417	0.034875	274.01	298.42	1.0256
70	0.052427	284.89	311.10	1.0883	0.043069	283.89	309.73	1.0705	0.036373	282.87	308.33	1.0549
80	0.054331	293.64	320.80	1.1162	0.044710	292.73	319.55	1.0987	0.037829	291.80	318.28	1.0835
90	0.056205	302.51	330.61	1.1436	0.046318	301.67	329.46	1.1264	0.039250	300.82	328.29	1.1114
100	0.058053	311.50	340.53	1.1705	0.047900	310.73	339.47	1.1536	0.040642	309.95	338.40	1.1389
110	0.059880	320.63	350.57	1.1971	0.049458	319.91	349.59	1.1803	0.042010	319.19	348.60	1.1658
120	0.061687	329.89	360.73	1.2233	0.050997	329.23	359.82	1.2067	0.043358	328.55	358.90	1.1924
130	0.063479	339.29	371.03	1.2491	0.052519	338.67	370.18	1.2327	0.044688	338.04	369.32	1.2186
140	0.065256	348.83	381.46	1.2747	0.054027	348.25	380.66	1.2584	0.046004	347.66	379.86	1.2444
150	0.067021	358.51	392.02	1.2999	0.055522	357.96	391.27	1.2838	0.047306	357.41	390.52	1.2699
160	0.068775	368.33	402.72	1.3249	0.057006	367.81	402.01	1.3088	0.048597	367.29	401.31	1.2951
	P = 0.80 MPa (T_{sat} = 31.31°C)				P = 0.90 MPa (T_{sat} = 35.51°C)				P = 1.00 MPa (T_{sat} = 39.37°C)			
Sat.	0.025621	246.79	267.29	0.9183	0.022683	248.85	269.26	0.9169	0.020313	250.68	270.99	0.9156
40	0.027035	254.82	276.45	0.9480	0.023375	253.13	274.17	0.9327	0.020406	251.30	271.71	0.9179
50	0.028547	263.86	286.69	0.9802	0.024809	262.44	284.77	0.9660	0.021796	260.94	282.74	0.9525
60	0.029973	272.83	296.81	1.0110	0.026146	271.60	295.13	0.9976	0.023068	270.32	293.38	0.9850
70	0.031340	281.81	306.88	1.0408	0.027413	280.72	305.39	1.0280	0.024261	279.59	303.85	1.0160
80	0.032659	290.84	316.97	1.0698	0.028630	289.86	315.63	1.0574	0.025398	288.86	314.25	1.0458
90	0.033941	299.95	327.10	1.0981	0.029806	299.06	325.89	1.0860	0.026492	298.15	324.64	1.0748
100	0.035193	309.15	337.30	1.1258	0.030951	308.34	336.19	1.1140	0.027552	307.51	335.06	1.1031
110	0.036420	318.45	347.59	1.1530	0.032068	317.70	346.56	1.1414	0.028584	316.94	345.53	1.1308
120	0.037625	327.87	357.97	1.1798	0.033164	327.18	357.02	1.1684	0.029592	326.47	356.06	1.1580
130	0.038813	337.40	368.45	1.2061	0.034241	336.76	367.58	1.1949	0.030581	336.11	366.69	1.1846
140	0.039985	347.06	379.05	1.2321	0.035302	346.46	378.23	1.2210	0.031554	345.85	377.40	1.2109
150	0.041143	356.85	389.76	1.2577	0.036349	356.28	389.00	1.2467	0.032512	355.71	388.22	1.2368
160	0.042290	366.76	400.59	1.2830	0.037384	366.23	399.88	1.2721	0.033457	365.70	399.15	1.2623
170	0.043427	376.81	411.55	1.3080	0.038408	376.31	410.88	1.2972	0.034392	375.81	410.20	1.2875
180	0.044554	386.99	422.64	1.3327	0.039423	386.52	422.00	1.3221	0.035317	386.04	421.36	1.3124
	P = 1.20 MPa (T_{sat} = 46.29°C)				P = 1.40 MPa (T_{sat} = 52.40°C)				P = 1.60 MPa (T_{sat} = 57.88°C)			
Sat.	0.016715	253.81	273.87	0.9130	0.014107	256.37	276.12	0.9105	0.012123	258.47	277.86	0.9078
50	0.017201	257.63	278.27	0.9267								
60	0.018404	267.56	289.64	0.9614	0.015005	264.46	285.47	0.9389	0.012372	260.89	280.69	0.9163
70	0.019502	277.21	300.61	0.9938	0.016060	274.62	297.10	0.9733	0.013430	271.76	293.25	0.9535
80	0.020529	286.75	311.39	1.0248	0.017023	284.51	308.34	1.0056	0.014362	282.09	305.07	0.9875
90	0.021506	296.26	322.07	1.0546	0.017923	294.28	319.37	1.0364	0.015215	292.17	316.52	1.0194
100	0.022442	305.80	332.73	1.0836	0.018778	304.01	330.30	1.0661	0.016014	302.14	327.76	1.0500
110	0.023348	315.38	343.40	1.1118	0.019597	313.76	341.19	1.0949	0.016773	312.07	338.91	1.0795
120	0.024228	325.03	354.11	1.1394	0.020388	323.55	352.09	1.1230	0.017500	322.02	350.02	1.1081
130	0.025086	334.77	364.88	1.1664	0.021155	333.41	363.02	1.1504	0.018201	332.00	361.12	1.1360
140	0.025927	344.61	375.72	1.1930	0.021904	343.34	374.01	1.1773	0.018882	342.05	372.26	1.1632
150	0.026753	354.56	386.66	1.2192	0.022636	353.37	385.07	1.2038	0.019545	352.17	383.44	1.1900
160	0.027566	364.61	397.69	1.2449	0.023355	363.51	396.20	1.2298	0.020194	362.38	394.69	1.2163
170	0.028367	374.78	408.82	1.2703	0.024061	373.75	407.43	1.2554	0.020830	372.69	406.02	1.2421
180	0.029158	385.08	420.07	1.2954	0.024757	384.10	418.76	1.2807	0.021456	383.11	417.44	1.2676

TABLE A–12

Saturated refrigerant-134a—Pressure table

		Specific volume, m^3/kg		*Internal energy,* kJ/kg			*Enthalpy,* kJ/kg			*Entropy,* kJ/kg · K		
Press., P kPa	Sat. temp., T_{sat} °C	Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
60	−36.95	0.0007098	0.31121	3.798	205.32	209.12	3.841	223.95	227.79	0.01634	0.94807	0.96441
70	−33.87	0.0007144	0.26929	7.680	203.20	210.88	7.730	222.00	229.73	0.03267	0.92775	0.96042
80	−31.13	0.0007185	0.23753	11.15	201.30	212.46	11.21	220.25	231.46	0.04711	0.90999	0.95710
90	−28.65	0.0007223	0.21263	14.31	199.57	213.88	14.37	218.65	233.02	0.06008	0.89419	0.95427
100	−26.37	0.0007259	0.19254	17.21	197.98	215.19	17.28	217.16	234.44	0.07188	0.87995	0.95183
120	−22.32	0.0007324	0.16212	22.40	195.11	217.51	22.49	214.48	236.97	0.09275	0.85503	0.94779
140	−18.77	0.0007383	0.14014	26.98	192.57	219.54	27.08	212.08	239.16	0.11087	0.83368	0.94456
160	−15.60	0.0007437	0.12348	31.09	190.27	221.35	31.21	209.90	241.11	0.12693	0.81496	0.94190
180	−12.73	0.0007487	0.11041	34.83	188.16	222.99	34.97	207.90	242.86	0.14139	0.79826	0.93965
200	−10.09	0.0007533	0.099867	38.28	186.21	224.48	38.43	206.03	244.46	0.15457	0.78316	0.93773
240	−5.38	0.0007620	0.083897	44.48	182.67	227.14	44.66	202.62	247.28	0.17794	0.75664	0.93458
280	−1.25	0.0007699	0.072352	49.97	179.50	229.46	50.18	199.54	249.72	0.19829	0.73381	0.93210
320	2.46	0.0007772	0.063604	54.92	176.61	231.52	55.16	196.71	251.88	0.21637	0.71369	0.93006
360	5.82	0.0007841	0.056738	59.44	173.94	233.38	59.72	194.08	253.81	0.23270	0.69566	0.92836
400	8.91	0.0007907	0.051201	63.62	171.45	235.07	63.94	191.62	255.55	0.24761	0.67929	0.92691
450	12.46	0.0007985	0.045619	68.45	168.54	237.00	68.81	188.71	257.53	0.26465	0.66069	0.92535
500	15.71	0.0008059	0.041118	72.93	165.82	238.75	73.33	185.98	259.30	0.28023	0.64377	0.92400
550	18.73	0.0008130	0.037408	77.10	163.25	240.35	77.54	183.38	260.92	0.29461	0.62821	0.92282
600	21.55	0.0008199	0.034295	81.02	160.81	241.83	81.51	180.90	262.40	0.30799	0.61378	0.92177
650	24.20	0.0008266	0.031646	84.72	158.48	243.20	85.26	178.51	263.77	0.32051	0.60030	0.92081
700	26.69	0.0008331	0.029361	88.24	156.24	244.48	88.82	176.21	265.03	0.33230	0.58763	0.91994
750	29.06	0.0008395	0.027371	91.59	154.08	245.67	92.22	173.98	266.20	0.34345	0.57567	0.91912
800	31.31	0.0008458	0.025621	94.79	152.00	246.79	95.47	171.82	267.29	0.35404	0.56431	0.91835
850	33.45	0.0008520	0.024069	97.87	149.98	247.85	98.60	169.71	268.31	0.36413	0.55349	0.91762
900	35.51	0.0008580	0.022683	100.83	148.01	248.85	101.61	167.66	269.26	0.37377	0.54315	0.91692
950	37.48	0.0008641	0.021438	103.69	146.10	249.79	104.51	165.64	270.15	0.38301	0.53323	0.91624
1000	39.37	0.0008700	0.020313	106.45	144.23	250.68	107.32	163.67	270.99	0.39189	0.52368	0.91558
1200	46.29	0.0008934	0.016715	116.70	137.11	253.81	117.77	156.10	273.87	0.42441	0.48863	0.91303
1400	52.40	0.0009166	0.014107	125.94	130.43	256.37	127.22	148.90	276.12	0.45315	0.45734	0.91050
1600	57.88	0.0009400	0.012123	134.43	124.04	258.47	135.93	141.93	277.86	0.47911	0.42873	0.90784
1800	62.87	0.0009639	0.010559	142.33	117.83	260.17	144.07	135.11	279.17	0.50294	0.40204	0.90498
2000	67.45	0.0009886	0.009288	149.78	111.73	261.51	151.76	128.33	280.09	0.52509	0.37675	0.90184
2500	77.54	0.0010566	0.006936	166.99	96.47	263.45	169.63	111.16	280.79	0.57531	0.31695	0.89226
3000	86.16	0.0011406	0.005275	183.04	80.22	263.26	186.46	92.63	279.09	0.62118	0.25776	0.87894

Nombre: _____ **Sección:** _____

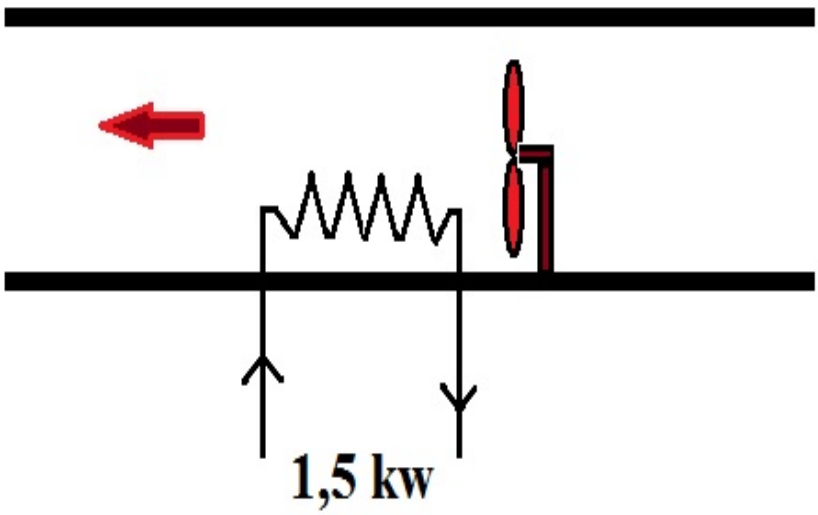
Problema 3

Un sistema usado para secar el pelo consiste en un ducto con calentadores de resistencia. Un ventilador pequeño impulsa aire y lo hace circundar las resistencias, donde se calienta como muestra la figura. A un sistema de este tipo, que opera de una manera estacionaria de potencia eléctrica 1.5 kW, entra aire a 100 kPa y 27 °C y sale a 100 kPa y 57 °C. El área transversal de la salida del sistema es 50 cm^2. Despreciando los cambios de energía cinética y potencial, la potencia consumida por el ventilador y las pérdidas de calor a través de las paredes del sistema, determine

(a) El flujo volumétrico del aire en la entrada.

(b) La velocidad del aire a la salida.

Asuma que el aire se comporta como gas ideal, con:
$c_P = 1.005$ kJ/(kg · K) y $\mathcal{R}_{Aire} = 0.287$ kJ/(kg · K).



Nombre: _____ **Sección:** _____

Problema 4

Importante: marque con una cruz (X) sólo la alternativa correcta.

	a	b	c	d	e
1					
2					
3					
4					
5					
6					

1. Si mediante un proceso reversible se congela 1 litro de agua líquida a T=0 ºC y P=1 atm hasta conseguir agua congelada a la misma presión y temperatura

(a) La entropía del agua aumenta.

(b) La entropía del agua disminuye.

(c) La entropía del agua permanece constante.

(d) Con los datos disponibles no se puede determinar, pero debe aumentar o permanecer constante, nunca disminuir.

(e) Ninguna de las anteriores.

2. Un reservorio de energía térmica a una temperatura de 1000 K transfiere calor a una máquina térmica completamente reversible. Esta máquina transfiere calor a un sumidero que se encuentra a una temperatura de 300 K. Si la entropía del sumidero se incrementa en 20 kJ/K ¿Cuánto calor (en valor absoluto) se transfiere a la máquina térmica desde el reservorio caliente?

(a) 20000 kJ

(b) 14000 kJ

(c) 6000 kJ

(d) 0 kJ

(e) Ninguna de las anteriores

3. La variación de entropía del universo debida a una máquina que funciona según un ciclo de Carnot es:

(a) Mayor que cero.

(b) Menor que cero.

(c) Cero.

(d) Puede ser mayor o menor que cero dependiendo de las condiciones.

(e) Ninguna de las anteriores.

4. Un congelador enfría a una velocidad de 850 kJ/h. La temperatura del congelador debe ser la adecuada para conservar alimentos en su interior a $-12\,^{\circ}$C. La temperatura ambiente es de unos 21°C y el coeficiente de desempeño (CDF, COP) del dispositivo es de tan sólo el 50 % del coeficiente de desempeño de un refrigerador reversible que opere entre las mismas temperaturas. Bajo estas condiciones, la potencia que debe tener el motor es:

(a) 53.0 W

(b) 190.8 W

(c) 215.2 W

(d) 59.7 W

(e) No se puede determinar

5. Los únicos dispositivos que en algunas circunstancias pueden considerarse como dispositivos isoentálpicos ($h_{entrada} = h_{salida}$) son:

(a) Las toberas y difusores.

(b) Las cámaras de mezclado.

(c) Las válvulas de estrangulamiento.

(d) Los intercambiadores de calor.

(e) Las turbinas y compresores.

6. Un recipiente rígido de 1000 litros contiene aire cuya densidad es 1.18×10^{-3} g/cm^3. Ese recipiente se conecta a un tubo de suministro de alta presión, mediante una válvula. La válvula se abre y se deja entrar aire al recipiente, hasta que la densidad del aire en el recipiente aumenta a 7.20×10^{-3} g/cm^3. Determine la masa de aire que ha entrado al recipiente.

(a) 6.02 kg

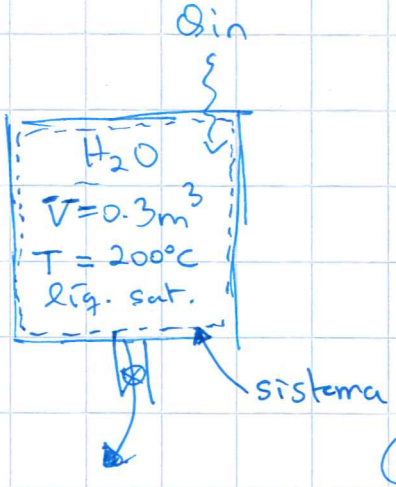
(b) 6.02 g

(c) 8.38 g

(d) 83.8 g

(e) No se puede determinar.

I2, Problema 1



(a) De la tabla A-4, vemos que

$v_1 = v_{f@200°C} = 0.001157 \ m^3/kg$ (0.5)

Por ende $m_1 = \frac{V}{v_1} = 259.4 \ kg$. (0.5)

Conservación de masa: $\cancel{m_{entra}^{0}} - m_{sale} = m_2 - m_1$

y el enunciado dice que $m_{sale} = \frac{m_1}{2}$

Por ende: $m_2 = \frac{m_1}{2} = 129.7 \ kg$. (y $m_{sale} = m_2 = 129.7 \ kg$) (0.5)

(b) $v_2 = \frac{V}{m_2} \Rightarrow v_2 = \frac{0.3 m^3}{129.7 \ kg} = 0.002313 \ m^3/kg$

En la tabla A-4 vemos que $\begin{cases} v_{f@200°C} = 0.001157 \ m^3/kg \\ v_{g@200°C} = 0.12721 \ m^3/kg. \end{cases}$ (0.5)

Puesto que $v_{f@200°C} < v_2 < v_{g@200°C}$

$\longrightarrow$ ¡mezcla saturada! (0.5)

Tenemos que $v_2 = v_f + x v_{fg} \Rightarrow x = \frac{v_2 - v_f}{v_{fg}}$

por lo que $x = \frac{0.002313 - 0.001157}{0.12721 - 0.001157} = 0.009171$ (1)

(c) Balance de energía: $\Delta E = E_2 - E_1 = Q_{neto} - \cancel{W_{neto}^{0}} + \sum_{entra} \cancel{m\theta^{0}} - \sum_{sale} m\theta$

$= U_2 - U_1$ (ignoramos cambios en energía cinética y potencial)

$- m_{sale} h_{sale}$ (ignoramos energía cinética y potencial)

Nos queda $U_2 - U_1 = Q_{neto} - m_{sale} h_{sale}$

$m_2 u_2 - m_1 u_1 = Q_{neto} - m_{sale} h_{sale}$ (1.25)

De la tabla A-4 vemos que $h_{sale} = h_{g@200°C} = 852.26 \ kJ/kg$ (0.25)

y $u_2 = u_{f@200°C} + x u_{fg@200°C} = 850.46 + 0.009171(1743.7)$

$= 866.45 \ kJ/kg$ (0.25)

y $u_1 = u_{g@200°C} = 850.46 \text{ kJ/kg}$. (0.25)

Luego, $Q_{neto} = m_2 u_2 - m_1 u_1 + m_{sale} h_{sale}$

$= (129.7)(866.45) - 259.4(850.46) + 129.7(852.26)$

$= 2307.4 \text{ kJ}$ (0.5)

Note que $Q_{neto} > 0$ como esperado, ya que es calor que entra al sistema

Problema 3 – Solución

El aire acondicionado debe retirar calor de la habitación. Este consiste en el calor que ingreso por las paredes y ventanas como el generado por los artefactos electrónicos,

$$\dot{Q}_L = 200\,\frac{kJ}{60\,sec} + 0.8\,kW = \left(\frac{10}{3} + 0.8\right)kW = 4.13\,kW$$

1.0

Por lo tanto el COP actual es,

$$COP = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{in}}$$

donde $\dot{Q}_L$ es la cantidad deseada y $\dot{W}_{in}$ la cantidad requerida. $\dot{W}_{in}$ se puede obtener mediante balance de energía en el compresor,

$$\dot{Q} - \dot{W}_{otros} = \frac{d}{dt}\int_{V_c} \rho e dV + \sum_{out} \dot{m}_{out} \theta_{out} - \sum_{in} \dot{m}_{in} \theta_{in}$$

despreciando cambios de energía cinética, potencial y asumiendo el compresor como aislado tenemos que

$$-\dot{W} = \dot{m}(h_{out} - h_{in})$$

para un sistema estacionario. Luego,

$$\dot{W}_{in} = -\dot{W} = \dot{m}(h_{out} - h_{in}) \qquad 0.5$$

$P_{in} = 450\,kPa$ (vapor saturado) $\Rightarrow$ $h_{in} = h_g @ 450\,kPa$

$h_{in} = 257.53\,kJ/kg$ y $v_{in} = v_g @ 450\,kPa = 0.045619\,m^3/kg$

Para calcular h_{out} consideramos que

$P_{out} = 1400\ kPa$ y $T_{out} = 60°C \Rightarrow h_{out} = 285.47\ \frac{kJ}{kg}$

Luego $\dot{m} = \rho \dot{V} = \frac{\dot{V}}{v_{in}} = \frac{100 \times 1000 \times (10^{-2})^3\ m^3}{60\ sec \times 0.045619\ m^3/kg} = 0.0365\ \frac{kg}{s}$ 0.5

Por lotanto,

$$\dot{W}_{in} = 0.0365\ \frac{kg}{s} \times (285.47 - 257.53)\ \frac{kJ}{kg}$$

$$= 1.02\ \frac{kJ}{s} = 1.02\ kW \quad 0.5$$

Finalmente,

$$COP_{real} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{in}} = \frac{4.13\ kW}{1.02\ kW} = 4.05 \quad 0.5$$

b) El coeficiente de rendimiento para el caso reversible se puede calcular a partir de las temperaturas de los reservorios. $T_H = 36°C$ (temperatura de los alrededores) 0.5
y T_C o $T_L = 25°C$ (temperatura de la habitación). 0.5

Luego

$$COP_{rev} = \frac{1}{T_H/T_L - 1} = \frac{1}{\frac{273+36}{273+25} - 1} = 27.1 \quad 0.5$$

c) Para calcular la mínima tasa de flujo de ~~masa~~ volumen requerida, calculamos la mínima potencia que se requiere ingresar al compresor,

$$\dot{W}_{in,min} = \frac{\dot{Q}_L}{COP_{rev}} = \frac{4.13\ kW}{27.1} = 0.15\ kW \quad 0.5$$

Por lo tanto, la mínima tasa de flujo de masa es,

$$\dot{m}_{min} = \frac{\dot{W}_{in,min}}{h_{out} - h_{in}} = \frac{0.15\ kW}{(285.47 - 257.53)\frac{kJ}{kg}}$$

$$= 0.0054\ kg/s \quad 0.5$$

Finalmente, la mínima tasa de flujo es

$$\dot{V}_{min} = \dot{m}_{min} v_{in} = 0.0054\ \frac{kg}{s} \times 0.045619\ m^3/kg$$

$$= 2.463 \times 10^{-4}\ \frac{m^3}{s} = 60 \times 1000 \times 2.463 \times 10^{-4}\ \frac{L}{min}$$

$$= 14.78\ L/min \quad 0.5$$

Nombre: Pauta Sección: _____

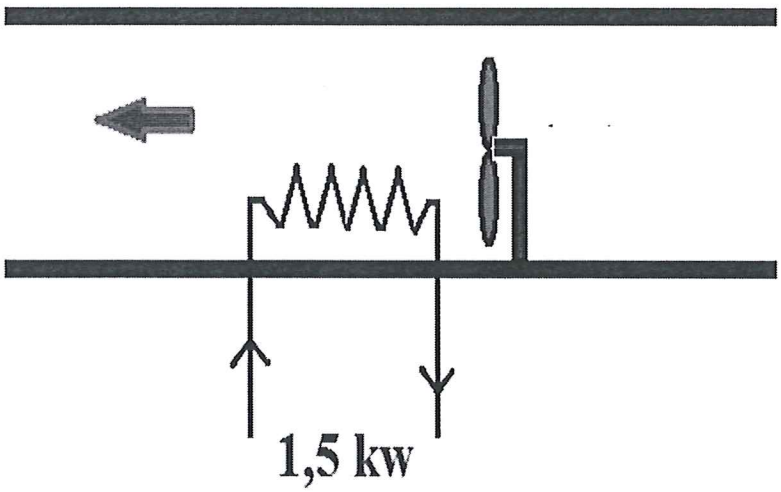
Problema 3

Un sistema usado para secar el pelo consiste en un ducto con calentadores de resistencia. Un ventilador pequeño impulsa aire y lo hace circundar las resistencias, donde se calienta como muestra la figura. A un sistema de este tipo, que opera de una manera estacionaria de potencia eléctrica 1.5 kW, entra aire a 100 kPa y 27 °C y sale a 100 kPa y 57 °C. El área transversal de la salida del sistema es 50 cm^2. Despreciando los cambios de energía cinética y potencial, la potencia consumida por el ventilador y las pérdidas de calor a través de las paredes del sistema, determine

(a) El flujo volumétrico del aire en la entrada.

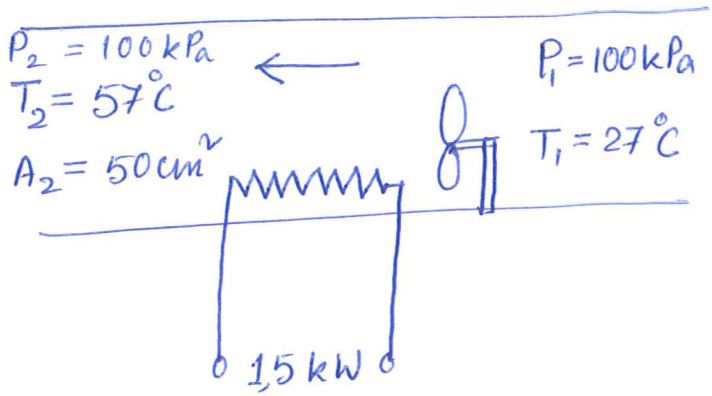
(b) La velocidad del aire a la salida.

Asuma que el aire se comporta como gas ideal, con:
$c_P = 1.005$ kJ/(kg · K) y $\mathcal{R}_{Aire} = 0.287$ kJ/(kg · K).



$R = 0,287 \ kJ/kg.K$

$c_p = 1,005 \ kJ/kg.K$ } tabla A2



$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m}$ (una entrada y una salida)

Balance de energía

$\Delta \dot{E} = \dot{E}_e - \dot{E}_s$

Estacionaria

$0 = \dot{E}_e - \dot{E}_s \Rightarrow \dot{E}_e = \dot{E}_s$ (0,5)

$\dot{W} + \dot{m} h_1 = \dot{m} h_2$ (0,5) $\left(\dot{Q}_s \cong \Delta E_c \cong \Delta E_p \cong 0 \right)$

$\Rightarrow \dot{W} = \dot{m} (h_2 - h_1) = \dot{m} c_p (T_2 - T_1)$ (1,0)

a) $\dot{m} = \dfrac{\dot{W}}{c_p (T_2 - T_1)} = \dfrac{1,5}{1,005 (330 - 300)} = 0.04975 \ kg/s$ (0,5)

$v_1 = \dfrac{R T_1}{P_1} = \dfrac{0,287 \times 300}{100} = 0,861 \ m^3/kg$ (1,0)

$\dot{V}_1 = \dot{m} v_1 = 0,04975 \times 0,861 = \boxed{0,0428 \ m^3/s}$

$\therefore \ \underline{\dot{V}_1 = 0,0428 \ m^3/s}$ (0,5)

b) $v_2 = \frac{RT_2}{P_2} = \frac{0,287 \times 330}{100} = 0,9471 \ m^3/kg$ (0,5)

$\dot{m} = \frac{1}{v_2} A_2 c_2$ (0,5)

$\Rightarrow c_2 = \frac{\dot{m} v_2}{A_2} = \frac{0,04975 \times 0.9471}{50 \times 10^{-4}} \ m/s$

(1,0)

$\Rightarrow \underline{c_2 = 9,42 \ m/2}$

1. Si mediante un proceso reversible se congela 1 litro de agua líquida a T=0 ºC y P=1atm hasta conseguir agua congelada a la misma presión y temperatura:

(a) La entropía del agua aumenta.
(b) La entropía del agua disminuye.
(c) La entropía del agua permanece constante.
(d) Con los datos disponibles no se puede determinar, pero debe aumentar o permanecer constante, nunca disminuir.
(e) Ninguna de las anteriores.

2. Un reservorio de energía térmica a una temperatura de 1000 K transfiere calor a una máquina térmica completamente reversible. Esta máquina transfiere calor a un sumidero que se encuentra a una temperatura de 300 K. Si la entropía del sumidero se incrementa en 20 kJ/K ¿Cuánto calor (en valor absoluto) se transfiere a la máquina térmica desde el reservorio caliente?

(a) 20000 KJ
(b) 14000 KJ
(c) 6000 KJ
(d) 0 KJ
(e) Ninguna de las anteriores.

3. La variación de entropía del universo debida a una máquina que funciona según un ciclo de Carnot es:

(a) Mayor que cero.
(b) Menor que cero.
(c) Cero.
(d) Puede ser mayor o menor que cero dependiendo de las condiciones.
(e) Ninguna de las anteriores.

4. Un congelador enfría a una velocidad de 850 KJ/h. La temperatura del congelador debe ser la adecuada para conservar alimentos en su interior a –12 ºC. La temperatura ambiente es de unos 21 ºC y el coeficiente de desempeño (CDF, COP…) del dispositivo es de tan sólo del 50% del coeficiente de desempeño de un refrigerador reversible que opere entre las mismas temperaturas. Bajo estas condiciones, la potencia que debe tener el motor es:

(a) 53.0 W
(b) 190.8 W
(c) 215.2 W
(d) 59.7 W
(e) No se puede determinar

5. Los únicos dispositivos que en algunas circunstancias pueden considerarse como dispositivos iséntalpicos *($h_{entrada}=h_{salida}$)* son:

(a) Las toberas y difusores.
(b) Las cámaras de mezclado.
(c) Las válvulas de estrangulamiento.
(d) Los intercambiadores de calor.
(e) Las turbinas y compresores.

6. Un recipiente rígido de 1000 litros contiene aire cuya densidad es $1.18 \cdot 10^{-3}$ g/cm^3. Ese recipiente se conecta a un tubo de suministro de alta presión, mediante una válvula. La válvula se abre y se deja entrar aire al recipiente, hasta que la densidad del aire en el recipiente aumenta a $7.20 \cdot 10^{-3}$ g/cm^3. Determine la masa de aire que ha entrado al recipiente.

(a) 6.02 kg
(b) 6.02 g
(c) 8.38 g
(d) 83.8 g
(e) No se puede determinar