

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบไล่ ประจำปีการศึกษาที่ 1

วันที่ 8 ตุลาคม 2554

วิชา 216-231 Engineering Thermodynamic I

ประจำปีการศึกษา 2554

เวลา 13.30-16.30 น.

ห้อง R 200

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อใหญ่ / ให้ทำทุกข้อในกระดาษคำถาม
2. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
3. อนุญาตให้นำกระดาษ A4 เข้าห้องสอบได้ 1 แผ่น

รศ.กำพล ประทีปชัยกูร

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

1. ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1.1) ขดลวดไฟฟ้าความร้อนรับพลังงาน 5 kWh และจ่ายพลังงานความร้อน 6 kWh ไปยังห้อง
ถามว่า ประโยชน์นี้ เมื่ออธิบายด้วยกฎข้อที่ 1 และ 2 ของเทอร์โมไดนามิกส์ จะขัดแย้งหรือไม่ขัดแย้ง
กับกฎข้อใด (2 คะแนน)

1.2) การถ่ายโอนความร้อน 5 kWh ให้กับตัวต้านทานไฟฟ้าและผลิตกำลังไฟฟ้าออกมา
6 kWh จะขัดแย้งหรือไม่ขัดแย้งกับกฎข้อที่ 1 และ 2 ของเทอร์โมไดนามิกส์ (2 คะแนน)

1.3) เมื่อพิจารณาการอบขนมในเตาอบ อากาศร้อนในเตาอบ ถือว่าเป็น thermal energy
reservoir ได้หรือไม่ อธิบาย (2 คะแนน)

1.4) เป็นไปได้หรือไม่ที่เครื่องยนต์ความร้อนจะทำงานโดยไม่มีการคายความร้อนทิ้งไปยังแหล่ง
ความร้อนอุณหภูมิต่ำ อธิบาย (2 คะแนน)

1.5) คุณลักษณะของเครื่องยนต์ความร้อนมีอะไรบ้าง (4 คะแนน)

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

1.6) ให้นิยามของ Kelvin-Planck statement (2 คะแนน)

1.7) โรงจักรต้นกำลังขนาด 600 MW ซึ่งระบายความร้อนด้วยน้ำมีประสิทธิภาพเชิงความร้อน 40% ถ้าวัด อัตราการระบายความร้อนทิ้งมีค่าเท่าใด (2 คะแนน)

1.8) โรงจักรต้นกำลังไอน้ำ รับความร้อนจากเตาด้วยอัตรา 280 GJ/hr ขณะที่ไอน้ำไหลผ่านระบบท่อและอุปกรณ์อื่น ๆ เกิดการสูญเสียความร้อนจากไอน้ำไปยังบรรยากาศ 8 GJ/hr ถ้าปริมาณความร้อนที่คายทิ้งไปยังน้ำหล่อเย็น 145 GJ/hr กำลังสุทธิที่ได้มีค่าเท่าใด และประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีค่าเท่าใด (4 คะแนน)

1.9) เครื่องยนต์ความร้อนที่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อน 100% จำเป็นหรือไม่ว่าจะขัดแย้งกับ (ก) กฎข้อที่ 1 (ข) กฎข้อที่ 2 ของเทอร์โมไดนามิกส์ อธิบาย (3 คะแนน)

1.10) ถ้าต้องการต้มน้ำในหม้อ โดย (ก) วางหม้อบนเตาไฟฟ้า (ข) จุ่ม heater ไฟฟ้าลงในหม้อ วิธีใดมีประสิทธิภาพดีกว่า ในการต้มน้ำ อธิบาย (2 คะแนน)

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

2. ไอ้ไต้ที่ $100 \text{ kPa}, 150^\circ\text{C}$ ไหลเข้า diffuser ด้วยความเร็ว $152 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ และออกด้วยสถานะไออิมตัวที่ 115°C โดยมีความเร็ว $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ พื้นที่หน้าตัดตรงทางออกของ diffuser 774 cm^2 ให้หา
- ก) อัตราไหลเชิงมวลของไอน้ำ
 - ข) อัตราการถ่ายโอนความร้อน
 - ค) พื้นที่หน้าตัดทางเข้าของ diffuser

(25 คะแนน)

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

3) ในการออกแบบระบบทำความเย็นเพื่อเก็บรักษาไข่ไก่ $\left(\rho = 1080 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, c_p = 3.35 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$

ซึ่งมีมวลเฉลี่ยต่อฟอง 0.064 kg จากอุณหภูมิเริ่มต้น 32°C ไปที่อุณหภูมิตสุดท้าย 10°C โดยใช้อากาศ(ลม) ที่ 1°C โดยใส่ไข่เก็บไว้ในห้องเย็นด้วยอัตรา 10,000 ฟองต่อชั่วโมง ให้หา

ก) อัตราการดึงความร้อนออกจากไข่ในหน่วย $\frac{\text{kJ}}{\text{hr}}$

ข) อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศในหน่วย $\frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$

ถ้าอุณหภูมิของอากาศที่เพิ่มขึ้นไม่เกิน 6°C กำหนดความดันบรรยากาศ 101.325 kPa

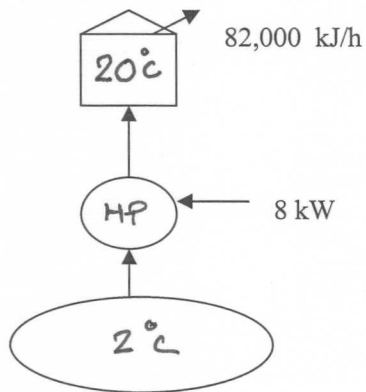
$$c_{p,air} = 1.005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, \quad R = 0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \quad (25 \text{ คะแนน})$$

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

4) ปั๊มความร้อนคาร์โนท์ ใช้ในการให้ความอบอุ่นแก่บ้าน เพื่อคงอุณหภูมิภายในบ้านไว้ที่ 20°C ในช่วงหน้าหนาว วันหนึ่งเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกบ้านอยู่ที่ 2°C และประมาณว่ามีความร้อนสูญเสียออกจากบ้านด้วยอัตรา $82,000 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$ ถ้าปั๊มความร้อนมีความต้องการกำลัง 8 kW ขณะทำงาน

- จะต้องเดินเครื่องปั๊มความร้อนยาวนานเท่าใดใน 1 วัน
- ราคาค่าความร้อนรวม โดยสมมุติว่า ค่าไฟฟ้ามีค่า 3 บาท ต่อ kWh
- หากใช้ heater ไฟฟ้าแทน ราคาค่าความร้อนจะเป็นเท่าใด

(20 คะแนน)



ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

5) สารทำความเย็น R-134a ไหลเข้า coil ของ evaporator ของระบบทำความเย็นในสถานะของผสมอิ่มตัว ที่ความดัน 200 kPa สารทำความเย็นนี้ ดูดซับความร้อน 120 kJ จากพื้นที่ ซึ่งคงอุณหภูมิที่ -5°C และสารทำความเย็นไหลออกจาก evaporator ในสถานะไออิ่มตัว ที่ความดันเดิม หา

ก) การเปลี่ยนแปลง entropy ของสารทำความเย็น

ข) การเปลี่ยนแปลง entropy ของพื้นที่ทำความเย็น

ค) การเปลี่ยนแปลง entropy รวม ของกระบวนการ

(15 คะแนน)

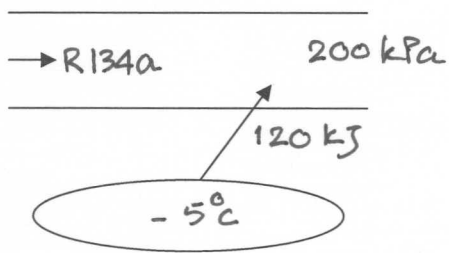


TABLE A-4

Saturated water—Temperature table

Temp., <i>T</i> °C	Sat. press., <i>P</i> _{sat} kPa	Specific volume, m ³ /kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg · K		
		Sat. liquid, <i>v</i> _f	Sat. vapor, <i>v</i> _g	Sat. liquid, <i>u</i> _f	Evap., <i>u</i> _{fg}	Sat. vapor, <i>u</i> _g	Sat. liquid, <i>h</i> _f	Evap., <i>h</i> _{fg}	Sat. vapor, <i>h</i> _g	Sat. liquid, <i>s</i> _f	Evap., <i>s</i> _{fg}	Sat. vapor, <i>s</i> _g
0.01	0.6113	0.001000	206.14	0.0	2375.3	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.000	9.1562	9.1562
5	0.8721	0.001000	147.12	20.97	2361.3	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	0.0761	8.9496	9.0257
10	1.2276	0.001000	106.38	42.00	2347.2	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	0.1510	8.7498	8.9008
15	1.7051	0.001001	77.93	62.99	2333.1	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	0.2245	8.5569	8.7814
20	2.339	0.001002	57.79	83.95	2319.0	2402.9	83.96	2454.1	2538.1	0.2966	8.3706	8.6672
25	3.169	0.001003	43.36	104.88	2304.9	2409.8	104.89	2442.3	2547.2	0.3674	8.1905	8.5580
30	4.246	0.001004	32.89	125.78	2290.8	2416.6	125.79	2430.5	2556.3	0.4369	8.0164	8.4533
35	5.628	0.001006	25.22	146.67	2276.7	2423.4	146.68	2418.6	2565.3	0.5053	7.8478	8.3531
40	7.384	0.001008	19.52	167.56	2262.6	2430.1	167.57	2406.7	2574.3	0.5725	7.6845	8.2570
45	9.593	0.001010	15.26	188.44	2248.4	2436.8	188.45	2394.8	2583.2	0.6387	7.5261	8.1648
50	12.349	0.001012	12.03	209.32	2234.2	2443.5	209.33	2382.7	2592.1	0.7038	7.3725	8.0763
55	15.758	0.001015	9.568	230.21	2219.9	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	0.7679	7.2234	7.9913
60	19.940	0.001017	7.671	251.11	2205.5	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	0.8312	7.0784	7.9096
65	25.03	0.001020	6.197	272.02	2191.1	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	0.8935	6.9375	7.8310
70	31.19	0.001023	5.042	292.95	2176.6	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	0.9549	6.8004	7.7553
75	38.58	0.001026	4.131	313.90	2162.0	2475.9	313.93	2321.4	2635.3	1.0155	6.6669	7.6824
80	47.39	0.001029	3.407	334.86	2147.4	2482.2	334.91	2308.8	2643.7	1.0753	6.5369	7.6122
85	57.83	0.001033	2.828	355.84	2132.6	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1343	6.4102	7.5445
90	70.14	0.001036	2.361	376.85	2117.7	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	6.2866	7.4791
95	84.55	0.001040	1.982	397.88	2102.7	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2500	6.1659	7.4159
Sat. press., MPa												
100	0.10135	0.001044	1.6729	418.94	2087.6	2506.5	419.04	2257.0	2676.1	1.3069	6.0480	7.3549
105	0.12082	0.001048	1.4194	440.02	2072.3	2512.4	440.15	2243.7	2683.8	1.3630	5.9328	7.2958
110	0.14327	0.001052	1.2102	461.14	2057.0	2518.1	461.30	2230.2	2691.5	1.4185	5.8202	7.2387
115	0.16906	0.001056	1.0366	482.30	2041.4	2523.7	482.48	2216.5	2699.0	1.4734	5.7100	7.1833
120	0.19853	0.001060	0.8919	503.50	2025.8	2529.3	503.71	2202.6	2706.3	1.5276	5.6020	7.1296
125	0.2321	0.001065	0.7706	524.74	2009.9	2534.6	524.99	2188.5	2713.5	1.5813	5.4962	7.0775
130	0.2701	0.001070	0.6685	546.02	1993.9	2539.9	546.31	2174.2	2720.5	1.6344	5.3925	7.0269
135	0.3130	0.001075	0.5822	567.35	1977.7	2545.0	567.69	2159.6	2727.3	1.6870	5.2907	6.9777
140	0.3613	0.001080	0.5089	588.74	1961.3	2550.0	589.13	2144.7	2733.9	1.7391	5.1908	6.9299
145	0.4154	0.001085	0.4463	610.18	1944.7	2554.9	610.63	2129.6	2740.3	1.7907	5.0926	6.8833
150	0.4758	0.001091	0.3928	631.68	1927.9	2559.5	632.20	2114.3	2746.5	1.8418	4.9960	6.8379
155	0.5431	0.001096	0.3468	653.24	1910.8	2564.1	653.84	2098.6	2752.4	1.8925	4.9010	6.7935
160	0.6178	0.001102	0.3071	674.87	1893.5	2568.4	675.55	2082.6	2758.1	1.9427	4.8075	6.7502
165	0.7005	0.001108	0.2727	696.56	1876.0	2572.5	697.34	2066.2	2763.5	1.9925	4.7153	6.7078
170	0.7917	0.001114	0.2428	718.33	1858.1	2576.5	719.21	2049.5	2768.7	2.0419	4.6244	6.6663
175	0.8920	0.001121	0.2168	740.17	1840.0	2580.2	741.17	2032.4	2773.6	2.0909	4.5347	6.6256
180	1.0021	0.001127	0.19405	762.09	1821.6	2583.7	763.22	2015.0	2778.2	2.1396	4.4461	6.5857
185	1.1227	0.001134	0.17409	784.10	1802.9	2587.0	785.37	1997.1	2782.4	2.1879	4.3586	6.5465
190	1.2544	0.001141	0.15654	806.19	1783.8	2590.0	807.62	1978.8	2786.4	2.2359	4.2720	6.5079
195	1.3978	0.001149	0.14105	828.37	1764.4	2592.8	829.98	1960.0	2790.0	2.2835	4.1863	6.4698

H₂O

TABLE A-6

Superheated water

<i>T</i> °C	<i>v</i> m ³ /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg · K	<i>v</i> m ³ /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg · K	<i>v</i> m ³ /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg · K
<i>P</i> = 0.01 MPa (45.81°C)*				<i>P</i> = 0.05 MPa (81.33°C)				<i>P</i> = 0.10 MPa (99.63°C)				
Sat. [†]	14.674	2437.9	2584.7	8.1502	3.240	2483.9	2645.9	7.5939	1.6940	2506.1	2675.5	7.3594
50	14.869	2443.9	2592.6	8.1749								
100	17.196	2515.5	2687.5	8.4479	3.418	2511.6	2682.5	7.6947	1.6958	2506.7	2676.2	7.3614
150	19.512	2587.9	2783.0	8.6882	3.889	2585.6	2780.1	7.9401	1.9364	2582.8	2776.4	7.6134
200	21.825	2661.3	2879.5	8.9038	4.356	2659.9	2877.7	8.1580	2.172	2658.1	2875.3	7.8343
250	24.136	2736.0	2977.3	9.1002	4.820	2735.0	2976.0	8.3556	2.406	2733.7	2974.3	8.0333
300	26.445	2812.1	3076.5	9.2813	5.284	2811.3	3075.5	8.5373	2.639	2810.4	3074.3	8.2158
400	31.063	2968.9	3279.6	9.6077	6.209	2968.5	3278.9	8.8642	3.103	2967.9	3278.2	8.5435
500	35.679	3132.3	3489.1	9.8978	7.134	3132.0	3488.7	9.1546	3.565	3131.6	3488.1	8.8342
600	40.295	3302.5	3705.4	10.1608	8.057	3302.2	3705.1	9.4178	4.028	3301.9	3704.4	9.0976
700	44.911	3479.6	3928.7	10.4028	8.981	3479.4	3928.5	9.6599	4.490	3479.2	3928.2	9.3398
800	49.526	3663.8	4159.0	10.6281	9.904	3663.6	4158.9	9.8852	4.952	3663.5	4158.6	9.5652
900	54.141	3855.0	4396.4	10.8396	10.828	3854.9	4396.3	10.0967	5.414	3854.8	4396.1	9.7767
1000	58.757	4053.0	4640.6	11.0393	11.751	4052.9	4640.5	10.2964	5.875	4052.8	4640.3	9.9764
1100	63.372	4257.5	4891.2	11.2287	12.674	4257.4	4891.1	10.4859	6.337	4257.3	4891.0	10.1659
1200	67.987	4467.9	5147.8	11.4091	13.597	4467.8	5147.7	10.6662	6.799	4467.7	5147.6	10.3463
1300	72.602	4683.7	5409.7	11.5811	14.521	4683.6	5409.6	10.8382	7.260	4683.5	5409.5	10.5183
<i>P</i> = 0.20 MPa (120.23°C)				<i>P</i> = 0.30 MPa (133.55°C)				<i>P</i> = 0.40 MPa (143.63°C)				
Sat.	0.8857	2529.5	2706.7	7.1272	0.6058	2543.6	2725.3	6.9919	0.4625	2553.6	2738.6	6.8959
150	0.9596	2576.9	2768.8	7.2795	0.6339	2570.8	2761.0	7.0778	0.4708	2564.5	2752.8	6.9299
200	1.0803	2654.4	2870.5	7.5066	0.7163	2650.7	2865.6	7.3115	0.5342	2646.8	2860.5	7.1706
250	1.1988	2731.2	2971.0	7.7086	0.7964	2728.7	2967.6	7.5166	0.5951	2726.1	2964.2	7.3789
300	1.3162	2808.6	3071.8	7.8926	0.8753	2806.7	3069.3	7.7022	0.6548	2804.8	3066.8	7.5662
400	1.5493	2966.7	3276.6	8.2218	1.0315	2965.6	3275.0	8.0330	0.7726	2964.4	3273.4	7.8985
500	1.7814	3130.8	3487.1	8.5133	1.1867	3130.0	3486.0	8.3251	0.8893	3129.2	3484.9	8.1913
600	2.013	3301.4	3704.0	8.7770	1.3414	3300.8	3703.2	8.5892	1.0055	3300.2	3702.4	8.4558
700	2.244	3478.8	3927.6	9.0194	1.4957	3478.4	3927.1	8.8319	1.1215	3477.9	3926.5	8.6987
800	2.475	3663.1	4158.2	9.2449	1.6499	3662.9	4157.8	9.0576	1.2372	3662.4	4157.3	8.9244
900	2.705	3854.5	4395.8	9.4566	1.8041	3854.2	4395.4	9.2692	1.3529	3853.9	4395.1	9.1362
1000	2.937	4052.5	4640.0	9.6563	1.9581	4052.3	4639.7	9.4690	1.4685	4052.0	4639.4	9.3360
1100	3.168	4257.0	4890.7	9.8458	2.1121	4256.8	4890.4	9.6585	1.5840	4256.5	4890.2	9.5256
1200	3.399	4467.5	5147.5	10.0262	2.2661	4467.2	5147.1	9.8389	1.6996	4467.0	5146.8	9.7060
1300	3.630	4683.2	5409.3	10.1982	2.4201	4683.0	5409.0	10.0110	1.8151	4682.8	5408.8	9.8780
<i>P</i> = 0.50 MPa (151.86°C)				<i>P</i> = 0.60 MPa (158.85°C)				<i>P</i> = 0.80 MPa (170.43°C)				
Sat.	0.3749	2561.2	2748.7	6.8213	0.3157	2567.4	2756.8	6.7600	0.2404	2576.8	2769.1	6.6628
200	0.4249	2642.9	2855.4	7.0592	0.3520	2638.9	2850.1	6.9665	0.2608	2630.6	2839.3	6.8158
250	0.4744	2723.5	2960.7	7.2709	0.3938	2720.9	2957.2	7.1816	0.2931	2715.5	2950.0	7.0384
300	0.5226	2802.9	3064.2	7.4599	0.4344	2801.0	3061.6	7.3724	0.3241	2797.2	3056.5	7.2328
350	0.5701	2882.6	3167.7	7.6329	0.4742	2881.2	3165.7	7.5464	0.3544	2878.2	3161.7	7.4089
400	0.6173	2963.2	3271.9	7.7938	0.5137	2962.1	3270.3	7.7079	0.3843	2959.7	3267.1	7.5716
500	0.7109	3128.4	3483.9	8.0873	0.5920	3127.6	3482.8	8.0021	0.4433	3126.0	3480.6	7.8673
600	0.8041	3299.6	3701.7	7.3522	0.6697	3299.1	3700.9	8.2674	0.5018	3297.9	3699.4	8.1333
700	0.8969	3477.5	3925.9	8.5952	0.7472	3477.0	3925.3	8.5107	0.5601	3476.2	3924.2	8.3770
800	0.9896	3662.1	4156.9	8.8211	0.8245	3661.8	4156.5	8.7367	0.6181	3661.1	4155.6	8.6033
900	1.0822	3853.6	4394.7	9.0329	0.9017	3853.4	4394.4	8.9486	0.6761	3852.8	4393.7	8.8153
1000	1.1747	4051.8	4639.1	9.2328	0.9788	4051.5	4638.8	9.1485	0.7340	4051.0	4638.2	9.0153
1100	1.2672	4256.3	4889.9	9.4224	1.0559	4256.1	4889.6	9.3381	0.7919	4255.6	4889.1	9.2050
1200	1.3596	4466.8	5146.6	9.6029	1.1330	4466.5	5146.3	9.5185	0.8497	4466.1	5145.9	9.3855
1300	1.4521	4682.5	5408.6	9.7749	1.2101	4682.3	5408.3	9.6906	0.9076	4681.8	5407.9	9.5575

*The temperature in parentheses is the saturation temperature at the specified pressure.

†Properties of saturated vapor at the specified pressure.