ชื่อ-สกุล.....รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 **ประจำปีการศึกษา 2555**

วันที่ 7 สิงหาคม 2555 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 216-391 Fundamental of Mechanical Engineering ห้อง A403

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมดมี 2 ตอน และมีทั้งหมด 18 หน้ารวมปก
   ตอนที่ 1 มี 5 ข้อ
   ตอนที่ 2 มี 2 ข้อ
   ให้ทำทุกข้อ
2. ให้แสดงวิธีทำโดยละเอียดลงในข้อสอบ
3. ให้เขียนชื่อ นามสกุล และรหัสนักศึกษาในข้อสอบทุกแผ่น
4. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบรวมทั้งตารางเทอร์โมไดนามิกส์
5. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

ดร. สมชาย แซ่อึ้ง
ดร. ภาสกร เวสสะโกศล

ผู้ออกข้อสอบ

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

สมการที่เกี่ยวข้อง

กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ สำหรับกฎอนุรักษ์พลังงาน	${}_1q_2 - {}_1w_2 = h_2 - h_1$ หน่วย kJ/kg $\sum \dot{m}_{in} h_{in} = \sum \dot{m}_{out} h_{out}$
ความสัมพันธ์ของเอนโทรปี และเอนทาลปี สำหรับของผสม	$s = s_f + x s_{fg}$ $\quad h = h_f + x h_{fg}$ $s_{fg} = s_g - s_f$ $\quad h_{fg} = h_g - h_f$
งานสำหรับกระบวนการปั๊มไอเซนโทรปิก	$-{}_1w_2 = v_1(P_2 - P_1)$
กระบวนการอัดหรือขยายตัวแบบไอเซนโทรปิก	$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\left(\frac{k-1}{k}\right)} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{k-1}$
ความร้อนจากกระบวนการความดันคงที่	$Q = mC_P\Delta T$
ความร้อนจากกระบวนการปริมาตรคงที่	$Q = mC_v\Delta T$
กำลังงาน	$\dot{W} = \dot{m}w$
กฎของแก๊ส	$PV = mRT$ $\quad R = 0.287\ kJ/kg \cdot K$ $Pv = RT$ $\quad = 0.287\ kPa \cdot m^3/kg \cdot K$
ความดันเฉลี่ยในลูกสูบ	$P_m = \left(\frac{W_{net}}{Swept\ \ Volume}\right) = \left(\frac{W_{net}}{V_{\max} - V_{\min}}\right)$

กำหนดให้ อากาศมีค่าต่อไปนี้คงที่

$C_P = 1.0035\ kJ/kg \cdot K$

$C_v = 0.718\ kJ/kg \cdot K$

$k = 1.4$

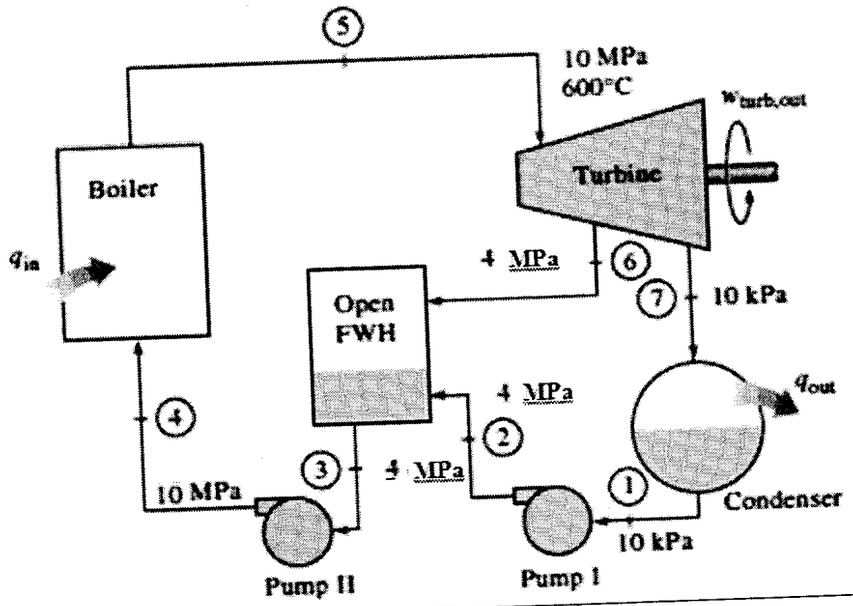
$R = 0.287\ kPa \cdot m^3/kg \cdot K$

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ-สกุล.....รหัส.....

1. วัฏจักรแรงคินทำงานที่ความดันระหว่าง 10 MPa และ 10 kPa โดยไอน้ำที่เข้ากังหันมีอุณหภูมิ 600 °C ถ้าดึงไอน้ำบางส่วนไปใช้ในการอุ่นน้ำป้อนที่เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบเปิด ที่ระดับความดัน 4 MPa ส่วนที่เหลือจะถูกส่งผ่านไปที่เครื่องควบแน่น โดยน้ำที่ออกจากเครื่องอุ่นน้ำป้อนจะเป็นของเหลวอิ่มตัวพอดี

จงหาเติมคำในตาราง



จุดที่	P(MPa)	h(kJ/kg)	s(kJ/kg.K)	สถานะ	หมายเหตุ
1	0.01			ของเหลวอิ่มตัว	v_1= m^3/kg
2	4.00				W = kJ/kg
3	4.00			ของเหลวอิ่มตัว	W = kJ/kg
4	10.00				v_3= m^3/kg
5	10.00				
6	4.00				
7	0.01				x=

จงหา

1.1 สัดส่วนไอน้ำที่ดึงไปใช้ในการอุ่นน้ำป้อน

1.2 งานสุทธิของวัฏจักร

1.3 ถ้าวัฏจักรมีกำลังสุทธิ 50 MW จงหาว่าจะต้องใช้ปั๊มขนาดกำลังเท่าไร

แนะนำให้เขียน T-S Diagram ก่อน

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

TABLE A-3 Properties of Saturated Water (Liquid–Vapor): Pressure Table

Press. bar	Temp. °C	Specific Volume m^3/kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K	
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Sat. Vapor u_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Sat. Vapor s_g
0.04	28.96	1.0040	34.800	121.45	2415.2	121.46	2432.9	2554.4	0.4226	8.4746
0.06	36.16	1.0064	23.739	151.53	2425.0	151.53	2415.9	2567.4	0.5210	8.3304
0.08	41.51	1.0084	18.103	173.87	2432.2	173.88	2403.1	2577.0	0.5926	8.2287
0.10	45.81	1.0102	14.674	191.82	2437.9	191.83	2392.8	2584.7	0.6493	8.1502
0.20	60.06	1.0172	7.649	251.38	2456.7	251.40	2358.3	2609.7	0.8320	7.9085
0.30	69.10	1.0223	5.229	289.20	2468.4	289.23	2336.1	2625.3	0.9439	7.7686
0.40	75.87	1.0265	3.993	317.53	2477.0	317.58	2319.2	2636.8	1.0259	7.6700
0.50	81.33	1.0300	3.240	340.44	2483.9	340.49	2305.4	2645.9	1.0910	7.5939
0.60	85.94	1.0331	2.732	359.79	2489.6	359.86	2293.6	2653.5	1.1453	7.5320
0.70	89.95	1.0360	2.365	376.63	2494.5	376.70	2283.3	2660.0	1.1919	7.4797
0.80	93.50	1.0380	2.087	391.58	2498.8	391.66	2274.1	2665.8	1.2329	7.4346
0.90	96.71	1.0410	1.869	405.06	2502.6	405.15	2265.7	2670.9	1.2695	7.3949
1.00	99.63	1.0432	1.694	417.36	2506.1	417.46	2258.0	2675.5	1.3026	7.3594
1.50	111.4	1.0528	1.159	466.94	2519.7	467.11	2226.5	2693.6	1.4336	7.2233
2.00	120.2	1.0605	0.8857	504.49	2529.5	504.70	2201.9	2706.7	1.5301	7.1271
2.50	127.4	1.0672	0.7187	535.10	2537.2	535.37	2181.5	2716.9	1.6072	7.0527
3.00	133.6	1.0732	0.6058	561.15	2543.6	561.47	2163.8	2725.3	1.6718	6.9919
3.50	138.9	1.0786	0.5243	583.95	2546.9	584.33	2148.1	2732.4	1.7275	6.9405
4.00	143.6	1.0836	0.4625	604.31	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.7766	6.8959
4.50	147.9	1.0882	0.4140	622.25	2557.6	623.25	2120.7	2743.9	1.8207	6.8565
5.00	151.9	1.0926	0.3749	639.68	2561.2	640.23	2108.5	2748.7	1.8607	6.8212
6.00	158.9	1.1006	0.3157	669.90	2567.4	670.56	2086.3	2756.8	1.9312	6.7600
7.00	165.0	1.1080	0.2729	696.44	2572.5	697.22	2066.3	2763.5	1.9922	6.7080
8.00	170.4	1.1148	0.2404	720.22	2576.8	721.11	2048.0	2769.1	2.0462	6.6628
9.00	175.4	1.1212	0.2150	741.83	2580.5	742.83	2031.1	2773.9	2.0946	6.6226
10.0	179.9	1.1273	0.1944	761.68	2583.6	762.81	2015.3	2778.1	2.1387	6.5863
15.0	198.3	1.1539	0.1318	843.16	2594.5	844.84	1947.3	2792.2	2.3150	6.4448
20.0	212.4	1.1767	0.09963	906.44	2600.3	908.79	1890.7	2799.5	2.4474	6.3409
25.0	224.0	1.1973	0.07998	959.11	2603.1	962.11	1841.0	2803.1	2.5547	6.2575
30.0	233.9	1.2165	0.06668	1004.8	2604.1	1008.4	1795.7	2804.2	2.6457	6.1869
35.0	242.6	1.2347	0.05707	1045.4	2603.7	1049.8	1753.7	2803.4	2.7253	6.1253
40.0	250.4	1.2522	0.04978	1082.3	2602.3	1087.3	1714.1	2801.4	2.7964	6.0701
45.0	257.5	1.2692	0.04406	1116.2	2600.1	1121.9	1676.4	2798.3	2.8610	6.0199
50.0	264.0	1.2859	0.03944	1147.8	2597.1	1154.2	1640.1	2794.3	2.9202	5.9734
60.0	275.6	1.3187	0.03244	1205.4	2589.7	1213.4	1571.0	2784.3	3.0267	5.8892
70.0	285.9	1.3513	0.02737	1257.6	2580.5	1267.0	1505.1	2772.1	3.1211	5.8133
80.0	295.1	1.3842	0.02352	1305.6	2569.8	1316.6	1441.3	2758.0	3.2068	5.7432
90.0	303.4	1.4178	0.02048	1350.5	2557.8	1363.3	1378.9	2742.1	3.2858	5.6772
100.	311.1	1.4524	0.01803	1393.0	2544.4	1407.6	1317.1	2724.7	3.3596	5.6141
110.	318.2	1.4886	0.01599	1433.7	2529.8	1450.1	1255.5	2705.6	3.4295	5.5527

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

T °C	v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
	p = 40 bar = 4.0 MPa (T_{sat} = 250.4°C)			
Sat.	0.04978	2602.3	2801.4	6.0701
280	0.05546	2680.0	2901.8	6.2568
320	0.06199	2767.4	3015.4	6.4553
360	0.06788	2845.7	3117.2	6.6215
400	0.07341	2919.9	3213.6	6.7690
440	0.07872	2992.2	3307.1	6.9041
500	0.08643	3099.5	3445.3	7.0901
540	0.09145	3171.1	3536.9	7.2056
600	0.09885	3279.1	3674.4	7.3688
640	0.1037	3351.8	3766.6	7.4720
700	0.1110	3462.1	3905.9	7.6198
740	0.1157	3536.6	3999.6	7.7141

v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
p = 60 bar = 6.0 MPa (T_{sat} = 275.64°C)			
0.03244	2589.7	2784.3	5.8892
0.03317	2605.2	2804.2	5.9252
0.03876	2720.0	2952.6	6.1846
0.04331	2811.2	3071.1	6.3782
0.04739	2892.9	3177.2	6.5408
0.05122	2970.0	3277.3	6.6853
0.05665	3082.2	3422.2	6.8803
0.06015	3156.1	3517.0	6.9999
0.06525	3266.9	3658.4	7.1677
0.06859	3341.0	3752.6	7.2731
0.07352	3453.1	3894.1	7.4234
0.07677	3528.3	3989.2	7.5190

p = 80 bar = 8.0 MPa (T_{sat} = 295.06°C)			
Sat.	0.02352	2569.8	2758.0	5.7432
320	0.02682	2662.7	2877.2	5.9489
360	0.03089	2772.7	3019.8	6.1819
400	0.03432	2863.8	3138.3	6.3634
440	0.03742	2946.7	3246.1	6.5190
480	0.04034	3025.7	3348.4	6.6586
520	0.04313	3102.7	3447.7	6.7871
560	0.04582	3178.7	3545.3	6.9072
600	0.04845	3254.4	3642.0	7.0206
640	0.05102	3330.1	3738.3	7.1283
700	0.05481	3443.9	3882.4	7.2812
740	0.05729	3520.4	3978.7	7.3782

p = 100 bar = 10.0 MPa (T_{sat} = 311.06°C)			
0.01803	2544.4	2724.7	5.6141
0.01925	2588.8	2781.3	5.7103
0.02331	2729.1	2962.1	6.0060
0.02641	2832.4	3096.5	6.2120
0.02911	2922.1	3213.2	6.3805
0.03160	3005.4	3321.4	6.5282
0.03394	3085.6	3425.1	6.6622
0.03619	3164.1	3526.0	6.7864
0.03837	3241.7	3625.3	6.9029
0.04048	3318.9	3723.7	7.0131
0.04358	3434.7	3870.5	7.1687
0.04560	3512.1	3968.1	7.2670

p = 120 bar = 12.0 MPa (T_{sat} = 324.75°C)			
Sat.	0.01426	2513.7	2684.9	5.4924
360	0.01811	2678.4	2895.7	5.8361
400	0.02108	2798.3	3051.3	6.0747
440	0.02355	2896.1	3178.7	6.2586
480	0.02576	2984.4	3293.5	6.4154
520	0.02781	3068.0	3401.8	6.5555
560	0.02977	3149.0	3506.2	6.6840
600	0.03164	3228.7	3608.3	6.8037
640	0.03345	3307.5	3709.0	6.9164
700	0.03610	3425.2	3858.4	7.0749
740	0.03781	3503.7	3957.4	7.1746

p = 140 bar = 14.0 MPa (T_{sat} = 336.75°C)			
0.01149	2476.8	2637.6	5.3717
0.01422	2617.4	2816.5	5.6602
0.01722	2760.9	3001.9	5.9448
0.01954	2868.6	3142.2	6.1474
0.02157	2962.5	3264.5	6.3143
0.02343	3049.8	3377.8	6.4610
0.02517	3133.6	3486.0	6.5941
0.02683	3215.4	3591.1	6.7172
0.02843	3296.0	3694.1	6.8326
0.03075	3415.7	3846.2	6.9939
0.03225	3495.2	3946.7	7.0952

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

2. โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส ทำงานโดยมีอัตราส่วนความดัน 6 : 1 อากาศเข้า compressor ที่ 100 kPa 300 K และอุณหภูมิที่เข้า Turbine 1,000 K ถ้ามีการติดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่ออุ่นอากาศโดยนำเอาไอเสียจากกังหันมาอุ่นอากาศที่จะเข้าห้องเผาไหม้ โดยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมีประสิทธิภาพ 80 % จงคำนวณหาประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้านี้

กำหนดให้ค่าคุณสมบัติของอากาศเป็นดังนี้

ความจุความร้อนจำเพาะ 1 kJ\kgK

ค่าอัตราส่วนความจุความร้อนจำเพาะมีค่า k=1.4

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

3. วัฏจักรดีเซลมาตรฐานอากาศมีอากาศเป็นของไหลทำงานโดยมีอัตราส่วนการอัด 10 : 1 อากาศที่ 95 kPa 27°C ถูกป้อนเข้าสู่วัฏจักรโดยมีกระบวนการอัดเป็นแบบไอเซนโทรปิก ส่วนภายใต้กระบวนการรับความร้อนนั้น มีความร้อนเข้าไปเท่ากับ 800 kJ/kg จงหาประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักร

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

4. สารทำความเย็น 134a เข้า Compressor ที่ความดัน 1 bar อุณหภูมิ -1 °C ด้วยอัตรา 0.05 kg/s และเข้า Condenser ที่ความดัน 8 bar 70°C โดยที่ทางออกของ Condenser มีอุณหภูมิ 26 °C หลังจากนั้นสารทำความเย็นได้ผ่านวาล์วลดความดัน (Throttled Valve) จนมีความดัน 1.5 bar จงหา

a. กำลังในการทำความเย็นของวัฏจักรนี้เป็น kW

b. ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของ Compressor

c. ค่าสัมประสิทธิสมรรถนะของวัฏจักร (COP)

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

Properties of Saturated Refrigerant 134a (Liquid–Vapor): Temperature Table

Temp. °C	Press. bar	Specific Volume m³/kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K	
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Sat. Vapor u_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Sat. Vapor s_g
−40	0.5164	0.7055	0.3569	−0.04	204.45	0.00	222.88	222.88	0.0000	0.9560
−36	0.6332	0.7113	0.2947	4.68	206.73	4.73	220.67	225.40	0.0201	0.9506
−32	0.7704	0.7172	0.2451	9.47	209.01	9.52	218.37	227.90	0.0401	0.9456
−28	0.9305	0.7233	0.2052	14.31	211.29	14.37	216.01	230.38	0.0600	0.9411
−26	1.0199	0.7265	0.1882	16.75	212.43	16.82	214.80	231.62	0.0699	0.9390
−24	1.1160	0.7296	0.1728	19.21	213.57	19.29	213.57	232.85	0.0798	0.9370
−22	1.2192	0.7328	0.1590	21.68	214.70	21.77	212.32	234.08	0.0897	0.9351
−20	1.3299	0.7361	0.1464	24.17	215.84	24.26	211.05	235.31	0.0996	0.9332
−18	1.4483	0.7395	0.1350	26.67	216.97	26.77	209.76	236.53	0.1094	0.9315
−16	1.5748	0.7428	0.1247	29.18	218.10	29.30	208.45	237.74	0.1192	0.9298
−12	1.8540	0.7498	0.1068	34.25	220.36	34.39	205.77	240.15	0.1388	0.9267
−8	2.1704	0.7569	0.0919	39.38	222.60	39.54	203.00	242.54	0.1583	0.9239
−4	2.5274	0.7644	0.0794	44.56	224.84	44.75	200.15	244.90	0.1777	0.9213
0	2.9282	0.7721	0.0689	49.79	227.06	50.02	197.21	247.23	0.1970	0.9190
4	3.3765	0.7801	0.0600	55.08	229.27	55.35	194.19	249.53	0.2162	0.9169
8	3.8756	0.7884	0.0525	60.43	231.46	60.73	191.07	251.80	0.2354	0.9150
12	4.4294	0.7971	0.0460	65.83	233.63	66.18	187.85	254.03	0.2545	0.9132
16	5.0416	0.8062	0.0405	71.29	235.78	71.69	184.52	256.22	0.2735	0.9116
20	5.7160	0.8157	0.0358	76.80	237.91	77.26	181.09	258.36	0.2924	0.9102
24	6.4566	0.8257	0.0317	82.37	240.01	82.90	177.55	260.45	0.3113	0.9089
26	6.8530	0.8309	0.0298	85.18	241.05	85.75	175.73	261.48	0.3208	0.9082
28	7.2675	0.8362	0.0281	88.00	242.08	88.61	173.89	262.50	0.3302	0.9076
30	7.7006	0.8417	0.0265	90.84	243.10	91.49	172.00	263.50	0.3396	0.9070
32	8.1528	0.8473	0.0250	93.70	244.12	94.39	170.09	264.48	0.3490	0.9064
34	8.6247	0.8530	0.0236	96.58	245.12	97.31	168.14	265.45	0.3584	0.9058
36	9.1168	0.8590	0.0223	99.47	246.11	100.25	166.15	266.40	0.3678	0.9053
38	9.6298	0.8651	0.0210	102.38	247.09	103.21	164.12	267.33	0.3772	0.9047
40	10.164	0.8714	0.0199	105.30	248.06	106.19	162.05	268.24	0.3866	0.9041
42	10.720	0.8780	0.0188	108.25	249.02	109.19	159.94	269.14	0.3960	0.9035
44	11.299	0.8847	0.0177	111.22	249.96	112.22	157.79	270.01	0.4054	0.9030
48	12.526	0.8989	0.0159	117.22	251.79	118.35	153.33	271.68	0.4243	0.9017
52	13.851	0.9142	0.0142	123.31	253.55	124.58	148.66	273.24	0.4432	0.9004
56	15.278	0.9308	0.0127	129.51	255.23	130.93	143.75	274.68	0.4622	0.8990
60	16.813	0.9488	0.0114	135.82	256.81	137.42	138.57	275.99	0.4814	0.8973
70	21.162	1.0027	0.0086	152.22	260.15	154.34	124.08	278.43	0.5302	0.8918
80	26.324	1.0766	0.0064	169.88	262.14	172.71	106.41	279.12	0.5814	0.8827
90	32.435	1.1949	0.0046	189.82	261.34	193.69	82.63	276.32	0.6380	0.8655
100	39.742	1.5443	0.0027	218.60	248.49	224.74	34.40	259.13	0.7196	0.8117

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

Properties of Saturated Refrigerant 134a (Liquid–Vapor): Pressure Table

Press. bar	Temp. °C	Specific Volume m^3/kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K	
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Sat. Vapor u_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Sat. Vapor s_g
0.6	−37.07	0.7097	0.3100	3.41	206.12	3.46	221.27	224.72	0.0147	0.9520
0.8	−31.21	0.7184	0.2366	10.41	209.46	10.47	217.92	228.39	0.0440	0.9447
1.0	−26.43	0.7258	0.1917	16.22	212.18	16.29	215.06	231.35	0.0678	0.9395
1.2	−22.36	0.7323	0.1614	21.23	214.50	21.32	212.54	233.86	0.0879	0.9354
1.4	−18.80	0.7381	0.1395	25.66	216.52	25.77	210.27	236.04	0.1055	0.9322
1.6	−15.62	0.7435	0.1229	29.66	218.32	29.78	208.19	237.97	0.1211	0.9295
1.8	−12.73	0.7485	0.1098	33.31	219.94	33.45	206.26	239.71	0.1352	0.9273
2.0	−10.09	0.7532	0.0993	36.69	221.43	36.84	204.46	241.30	0.1481	0.9253
2.4	−5.37	0.7618	0.0834	42.77	224.07	42.95	201.14	244.09	0.1710	0.9222
2.8	−1.23	0.7697	0.0719	48.18	226.38	48.39	198.13	246.52	0.1911	0.9197
3.2	2.48	0.7770	0.0632	53.06	228.43	53.31	195.35	248.66	0.2089	0.9177
3.6	5.84	0.7839	0.0564	57.54	230.28	57.82	192.76	250.58	0.2251	0.9160
4.0	8.93	0.7904	0.0509	61.69	231.97	62.00	190.32	252.32	0.2399	0.9145
5.0	15.74	0.8056	0.0409	70.93	235.64	71.33	184.74	256.07	0.2723	0.9117
6.0	21.58	0.8196	0.0341	78.99	238.74	79.48	179.71	259.19	0.2999	0.9097
7.0	26.72	0.8328	0.0292	86.19	241.42	86.78	175.07	261.85	0.3242	0.9080
8.0	31.33	0.8454	0.0255	92.75	243.78	93.42	170.73	264.15	0.3459	0.9066
9.0	35.53	0.8576	0.0226	98.79	245.88	99.56	166.62	266.18	0.3656	0.9054
10.0	39.39	0.8695	0.0202	104.42	247.77	105.29	162.68	267.97	0.3838	0.9043
12.0	46.32	0.8928	0.0166	114.69	251.03	115.76	155.23	270.99	0.4164	0.9023
14.0	52.43	0.9159	0.0140	123.98	253.74	125.26	148.14	273.40	0.4453	0.9003
16.0	57.92	0.9392	0.0121	132.52	256.00	134.02	141.31	275.33	0.4714	0.8982
18.0	62.91	0.9631	0.0105	140.49	257.88	142.22	134.60	276.83	0.4954	0.8959
20.0	67.49	0.9878	0.0093	148.02	259.41	149.99	127.95	277.94	0.5178	0.8934
25.0	77.59	1.0562	0.0069	165.48	261.84	168.12	111.06	279.17	0.5687	0.8854
30.0	86.22	1.1416	0.0053	181.88	262.16	185.30	92.71	278.01	0.6156	0.8735

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

Properties of Superheated Refrigerant 134a Vapor

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
	p = 0.6 bar = 0.06 MPa (T_{sat} = −37.07°C)				p = 1.0 bar = 0.10 MPa (T_{sat} = −26.43°C)			
Sat.	0.31003	206.12	224.72	0.9520	0.19170	212.18	231.35	0.9395
−20	0.33536	217.86	237.98	1.0062	0.19770	216.77	236.54	0.9602
−10	0.34992	224.97	245.96	1.0371	0.20686	224.01	244.70	0.9918
0	0.36433	232.24	254.10	1.0675	0.21587	231.41	252.99	1.0227
10	0.37861	239.69	262.41	1.0973	0.22473	238.96	261.43	1.0531
20	0.39279	247.32	270.89	1.1267	0.23349	246.67	270.02	1.0829
30	0.40688	255.12	279.53	1.1557	0.24216	254.54	278.76	1.1122
40	0.42091	263.10	288.35	1.1844	0.25076	262.58	287.66	1.1411
50	0.43487	271.25	297.34	1.2126	0.25930	270.79	296.72	1.1696
60	0.44879	279.58	306.51	1.2405	0.26779	279.16	305.94	1.1977
70	0.46266	288.08	315.84	1.2681	0.27623	287.70	315.32	1.2254
80	0.47650	296.75	325.34	1.2954	0.28464	296.40	324.87	1.2528
90	0.49031	305.58	335.00	1.3224	0.29302	305.27	334.57	1.2799

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
	p = 8.0 bar = 0.80 MPa (T_{sat} = 31.33°C)				p = 9.0 bar = 0.90 MPa (T_{sat} = 35.53°C)			
Sat.	0.02547	243.78	264.15	0.9066	0.02255	245.88	266.18	0.9054
40	0.02691	252.13	273.66	0.9374	0.02325	250.32	271.25	0.9217
50	0.02846	261.62	284.39	0.9711	0.02472	260.09	282.34	0.9566
60	0.02992	271.04	294.98	1.0034	0.02609	269.72	293.21	0.9897
70	0.03131	280.45	305.50	1.0345	0.02738	279.30	303.94	1.0214
80	0.03264	289.89	316.00	1.0647	0.02861	288.87	314.62	1.0521
90	0.03393	299.37	326.52	1.0940	0.02980	298.46	325.28	1.0819
100	0.03519	308.93	337.08	1.1227	0.03095	308.11	335.96	1.1109
110	0.03642	318.57	347.71	1.1508	0.03207	317.82	346.68	1.1392
120	0.03762	328.31	358.40	1.1784	0.03316	327.62	357.47	1.1670
130	0.03881	338.14	369.19	1.2055	0.03423	337.52	368.33	1.1943
140	0.03997	348.09	380.07	1.2321	0.03529	347.51	379.27	1.2211
150	0.04113	358.15	391.05	1.2584	0.03633	357.61	390.31	1.2475
160	0.04227	368.32	402.14	1.2843	0.03736	367.82	401.44	1.2735
170	0.04340	378.61	413.33	1.3098	0.03838	378.14	412.68	1.2992
180	0.04452	389.02	424.63	1.3351	0.03939	388.57	424.02	1.3245

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

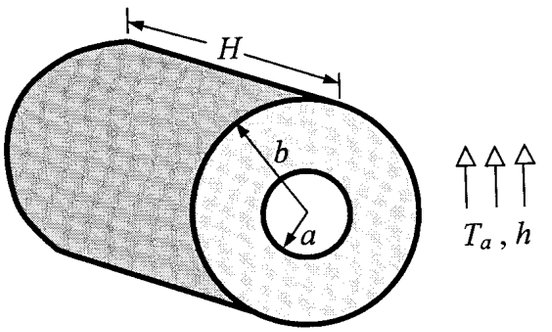
ตอนที่ 2 ออกและตรวจโดย ดร. ภาสกร เวสสะโกศล

ข้อ 1 ทรงกระบอกกลวงมีรัศมีใน $r = a$ และรัศมีนอก $r = b$ ได้รับความร้อนที่ผิวด้านในด้วยอัตรา q_0 W/m^2 และสูญเสียความร้อนออกจากผิวนอกให้แก่ของไหลอุณหภูมิ T_a และมีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน h ดังรูปที่ 1 **ไม่มีการผลิตพลังงานความร้อนในทรงกระบอกกลวงนี้และสมมุติว่า Thermal conductivity (k) ของวัสดุเป็นค่าคงที่** จงหา

(ก) สมการสำหรับอุณหภูมิผิวในของทรงกระบอก (T_1, ติดเป็นตัวแปรไว้)

(ข) สมการสำหรับอุณหภูมิผิวนอกของทรงกระบอก (T_2, ติดเป็นตัวแปรไว้)

(ค) ค่าของ T_1 และ T_2 เมื่อกำหนดให้: $a = 3$ cm, $b = 5$ cm, $h = 400$ W/(m^2.°C), $T_a = 100$°C, $k = 15$ W/(m.°C) และ $q_0 = 10^5$ W/m^2



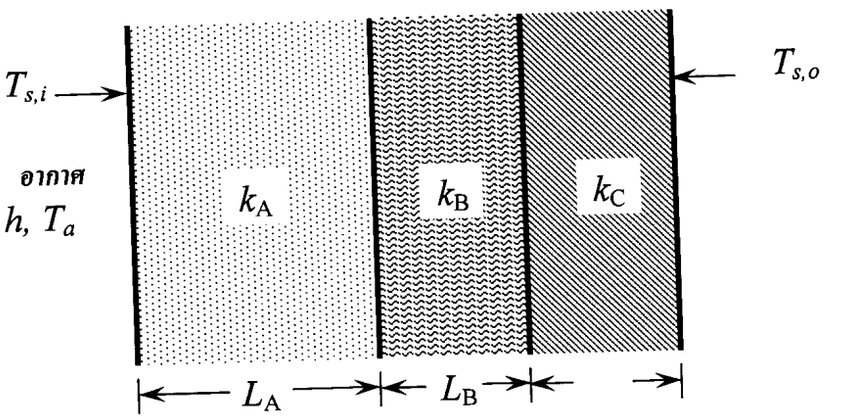
รูปที่ 1

พื้นที่สำหรับทำข้อสอบ

ข้อ 2 ผนังของเตาเผาเป็น composite wall ดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยวัสดุ 3 ชนิด วัสดุสองชนิดทราบค่า thermal conductivity แล้วได้แก่ k_A = 20 W/(m.°C) และ k_C = 50 W/(m.°C) ความหนาของวัสดุทั้งสองคือ L_A = 0.30 m, L_B = 0.15 m และ L_C = 0.15 m ถ้าการถ่ายเทความร้อนอยู่ในสภาวะคงตัว (steady state) อุณหภูมิที่ผิวด้านนอกของผนังเท่ากับ $T_{s,o}$ = 20°C อุณหภูมิที่ผิวด้านในของผนังเท่ากับ $T_{s,i}$ = 600°C และอุณหภูมิอากาศภายในเตาเผา T_o = 800°C สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน h คือ 25 W/(m^2.°C) ถามว่า

(ก) k_B มีค่าเท่ากับเท่าใด (ควรเขียนวงจรความต้านทานความร้อนและให้นิยามตัวแปรเพิ่มเติม)

(ข) อุณหภูมิ T_{AB} ระหว่างวัสดุ A และ B มีค่าเท่ากับเท่าใด



รูปที่ 2

พื้นที่สำหรับทำข้อสอบ

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา