



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
ข้อสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2551

ChE 141 Thermodynamics I

ภาควิชาวิศวกรรมเคมีชั้นปีที่ 2

สอบวันพฤหัสบดีที่ 24 กรกฎาคม 2551

เวลา 9.00-12.00 น.

- คำสั่ง
1. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ
  2. ให้นำเครื่องคำนวณตามระเบียบของมหาวิทยาลัยฯ เข้าห้องสอบได้
  3. ข้อสอบมีทั้งหมด 9 หน้า 4 ข้อ (50 คะแนน) โดยแบ่งเป็น 2 หมวด  
หมวด ก. หน้า 2 ถึงหน้า 5 (2 ข้อ)  
หมวด ข. หน้า 6 ถึงหน้า 9 (2 ข้อ)
  4. ให้ทำข้อสอบทั้งหมดลงในข้อสอบ และให้นักศึกษาเขียนชื่อ-สกุล, รหัส ลงในข้อสอบให้ครบถ้วน


เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

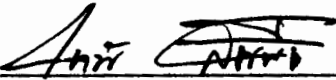
ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและสมุดคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ชื่อ-สกุล \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

  
(ดร. บุญยพัต สุภานิช และ รศ.ดร. อนวัช สังข์เพชร)  
ผู้ออกข้อสอบ

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากภาควิชาวิศวกรรมเคมีแล้ว

  
(รศ.ดร. อนวัช สังข์เพชร)  
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี

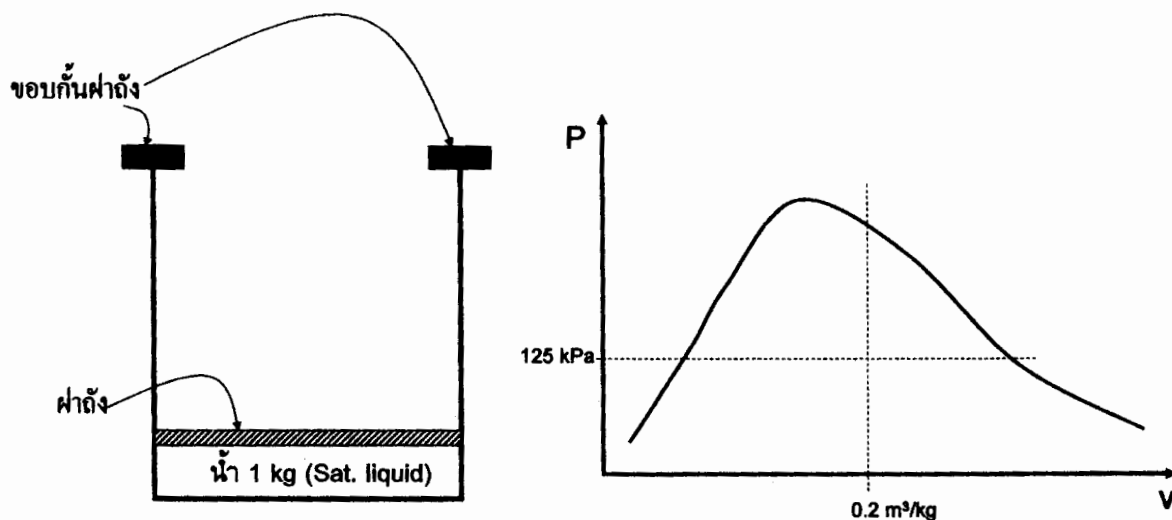
ชื่อ-สกุล \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

ข้อ 1 (15 คะแนน)

หมวด ก) มี 2 ข้อให้ทำในข้อสอบ

1) ถังใบหนึ่งมีน้ำบรรจุอยู่ 1 kg โดยมีฝาปิดอยู่บนผิวน้ำดังรูป ที่สภาวะเริ่มต้นน้ำเป็นของเหลวอิ่มตัว (Saturated liquid) โดยความดันที่กดทับอยู่มีค่าเป็น 125 kPa เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำในถัง น้ำจะเริ่มระเหยกลายเป็นไอ จนกระทั่งฝาดังลอยขึ้นจนถึงขอบถังด้านบน (ชนขอบกันฝาดังในรูป) ที่ตำแหน่งนี้ปริมาตรในถังมีค่าเป็น 0.2 m<sup>3</sup> หากให้ความร้อนต่อไปจนกระทั่งน้ำในถังมีสภาพเป็นไออิ่มตัว (Saturated liquid) จงหา

- อุณหภูมิและปริมาตรเริ่มต้นของน้ำในถัง
- ความดันและอุณหภูมิของน้ำที่สภาวะสุดท้ายภายในถัง
- ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ให้แก่น้ำในถัง
- เส้นทาง (path) การเปลี่ยนแปลงสภาวะของน้ำในถังนี้บนกราฟ P-v diagram เป็นอย่างไร ให้ sketch คร่าวๆ ลงบนรูปที่กำหนดให้



ให้ใช้ข้อมูลจากตารางไอน้ำที่กำหนดให้สำหรับข้อ 1 และ 2

**Conversion factor:** 1 kPa = 1 kJ/m<sup>3</sup>

**Conservation of Energy:**

$$\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} = \Delta \dot{E}_{system}$$

$$\dot{Q}_{in} + \sum \dot{m}_{in} \left( h_{in} + \frac{\bar{V}_{in}^2}{2} + gz_{in} \right) + \dot{W}_{in} - \dot{Q}_{out} - \sum \dot{m}_{out} \left( h_{out} + \frac{\bar{V}_{out}^2}{2} + gz_{out} \right) - \dot{W}_{out} = \Delta \dot{E}_{system}$$

ตารางคุณสมบัติของไอน้ำ (สำหรับข้อ 1 และ 2)

Saturated water—Pressure table

Press., P kPa	Sat. temp., T <sub>sat</sub> °C	Specific volume, m <sup>3</sup> /kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg · K		
		Sat. liquid, v <sub>f</sub>	Sat. vapor, v <sub>g</sub>	Sat. liquid, u <sub>f</sub>	Evap., u <sub>fg</sub>	Sat. vapor, u <sub>g</sub>	Sat. liquid, h <sub>f</sub>	Evap., h <sub>fg</sub>	Sat. vapor, h <sub>g</sub>	Sat. liquid, s <sub>f</sub>	Evap., s <sub>fg</sub>	Sat. vapor, s <sub>g</sub>
1.0	6.97	0.001000	129.19	29.302	2355.2	2384.5	29.303	2484.4	2513.7	0.1059	8.8690	8.9749
1.5	13.02	0.001001	87.964	54.686	2338.1	2392.8	54.688	2470.1	2524.7	0.1956	8.6314	8.8270
2.0	17.50	0.001001	66.990	73.431	2325.5	2398.9	73.433	2459.5	2532.9	0.2606	8.4621	8.7227
2.5	21.08	0.001002	54.242	88.422	2315.4	2403.8	88.424	2451.0	2539.4	0.3118	8.3302	8.6422
3.0	24.08	0.001003	45.654	100.98	2306.9	2407.9	100.98	2443.9	2544.8	0.3543	8.2222	8.5765
4.0	28.96	0.001004	34.791	121.39	2293.1	2414.5	121.39	2432.3	2553.7	0.4224	8.0510	8.4734
5.0	32.87	0.001005	28.185	137.75	2282.1	2419.8	137.75	2423.0	2560.7	0.4762	7.9176	8.3938
7.5	40.29	0.001008	19.233	168.74	2261.1	2429.8	168.75	2405.3	2574.0	0.5763	7.6738	8.2501
10	45.81	0.001010	14.670	191.79	2245.4	2437.2	191.81	2392.1	2583.9	0.6492	7.4996	8.1488
15	53.97	0.001014	10.020	225.93	2222.1	2448.0	225.94	2372.3	2598.3	0.7549	7.2522	8.0071
20	60.06	0.001017	7.6481	251.40	2204.6	2456.0	251.42	2357.5	2608.9	0.8320	7.0752	7.9073
25	64.96	0.001020	6.2034	271.93	2190.4	2462.4	271.96	2345.5	2617.5	0.8932	6.9370	7.8302
30	69.09	0.001022	5.2287	289.24	2178.5	2467.7	289.27	2335.3	2624.6	0.9441	6.8234	7.7675
40	75.86	0.001026	3.9933	317.58	2158.8	2476.3	317.62	2318.4	2636.1	1.0261	6.6430	7.6691
50	81.32	0.001030	3.2403	340.49	2142.7	2483.2	340.54	2304.7	2645.2	1.0912	6.5019	7.5931
75	91.76	0.001037	2.2172	384.36	2111.8	2496.1	384.44	2278.0	2662.4	1.2132	6.2426	7.4558
100	99.61	0.001043	1.6941	417.40	2088.2	2505.6	417.51	2257.5	2675.0	1.3028	6.0562	7.3589
101.325	99.97	0.001043	1.6734	418.95	2087.0	2506.0	419.06	2256.5	2675.6	1.3069	6.0476	7.3545
125	105.97	0.001048	1.3750	444.23	2068.8	2513.0	444.36	2240.6	2684.9	1.3741	5.9100	7.2841
150	111.35	0.001053	1.1594	466.97	2052.3	2519.2	467.13	2226.0	2693.1	1.4337	5.7894	7.2231
175	116.04	0.001057	1.0037	486.82	2037.7	2524.5	487.01	2213.1	2700.2	1.4850	5.6865	7.1716
200	120.21	0.001061	0.88578	504.50	2024.6	2529.1	504.71	2201.6	2706.3	1.5302	5.5968	7.1270
225	123.97	0.001064	0.79329	520.47	2012.7	2533.2	520.71	2191.0	2711.7	1.5706	5.5171	7.0877
250	127.41	0.001067	0.71873	535.08	2001.8	2536.8	535.35	2181.2	2716.5	1.6072	5.4453	7.0525
275	130.58	0.001070	0.65732	548.57	1991.6	2540.1	548.86	2172.0	2720.9	1.6408	5.3800	7.0207
300	133.52	0.001073	0.60582	561.11	1982.1	2543.2	561.43	2163.5	2724.9	1.6717	5.3200	6.9917
325	136.27	0.001076	0.56199	572.84	1973.1	2545.9	573.19	2155.4	2728.6	1.7005	5.2645	6.9650
350	138.86	0.001079	0.52422	583.89	1964.6	2548.5	584.26	2147.7	2732.0	1.7274	5.2128	6.9402
375	141.30	0.001081	0.49133	594.32	1956.6	2550.9	594.73	2140.4	2735.1	1.7526	5.1645	6.9171
400	143.61	0.001084	0.46242	604.22	1948.9	2553.1	604.66	2133.4	2738.1	1.7765	5.1191	6.8955
450	147.90	0.001088	0.41392	622.65	1934.5	2557.1	623.14	2120.3	2743.4	1.8205	5.0356	6.8561
500	151.83	0.001093	0.37483	639.54	1921.2	2560.7	640.09	2108.0	2748.1	1.8604	4.9603	6.8207
550	155.46	0.001097	0.34261	655.16	1908.8	2563.9	655.77	2096.6	2752.4	1.8970	4.8916	6.7886
600	158.83	0.001101	0.31560	669.72	1897.1	2566.8	670.38	2085.8	2756.2	1.9308	4.8285	6.7593
650	161.98	0.001104	0.29260	683.37	1886.1	2569.4	684.08	2075.5	2759.6	1.9623	4.7699	6.7322
700	164.95	0.001108	0.27278	696.23	1875.6	2571.8	697.00	2065.8	2762.8	1.9918	4.7153	6.7071
750	167.75	0.001111	0.25552	708.40	1865.6	2574.0	709.24	2056.4	2765.7	2.0195	4.6642	6.6837
800	170.41	0.001115	0.24035	719.97	1856.1	2576.0	720.87	2047.5	2768.3	2.0457	4.6160	6.6616
850	172.94	0.001118	0.22690	731.00	1846.9	2577.9	731.95	2038.8	2770.8	2.0705	4.5705	6.6409
900	175.35	0.001121	0.21489	741.55	1838.1	2579.6	742.56	2030.5	2773.0	2.0941	4.5273	6.6213
950	177.66	0.001124	0.20411	751.67	1829.6	2581.3	752.74	2022.4	2775.2	2.1166	4.4862	6.6027
1000	179.88	0.001127	0.19436	761.39	1821.4	2582.8	762.51	2014.6	2777.1	2.1381	4.4470	6.5850
1100	184.06	0.001133	0.17745	779.78	1805.7	2585.5	781.03	1999.6	2780.7	2.1785	4.3735	6.5520
1200	187.96	0.001138	0.16326	796.96	1790.9	2587.8	798.33	1985.4	2783.8	2.2159	4.3058	6.5217
1300	191.60	0.001144	0.15119	813.10	1776.8	2589.9	814.59	1971.9	2786.5	2.2508	4.2428	6.4936
1400	195.04	0.001149	0.14078	828.35	1763.4	2591.8	829.96	1958.9	2788.9	2.2835	4.1840	6.4675
1500	198.29	0.001154	0.13171	842.82	1750.6	2593.4	844.55	1946.4	2791.0	2.3143	4.1287	6.4430

**ตารางคุณสมบัติของไอน้ำ (สำหรับข้อ 1 และ 2)**

Superheated water (Continued)

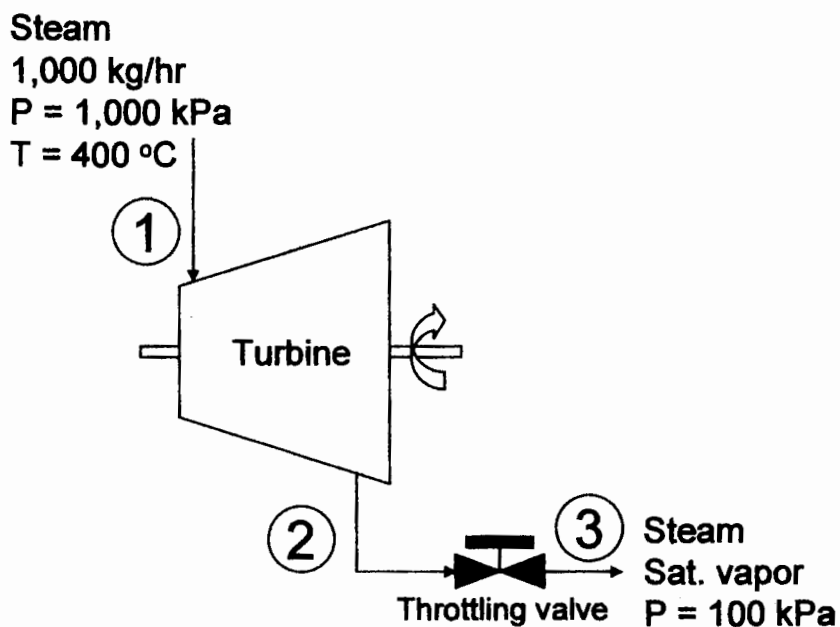
T °C	v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	v m³/kg	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
P = 1.00 MPa (179.88°C)				P = 1.20 MPa (187.96°C)				P = 1.40 MPa (195.04°C)				
Sat.	0.19437	2582.8	2777.1	6.5850	0.16326	2587.8	2783.8	6.5217	0.14078	2591.8	2788.9	6.4675
200	0.20602	2622.3	2828.3	6.6956	0.16934	2612.9	2816.1	6.5909	0.14303	2602.7	2803.0	6.4975
250	0.23275	2710.4	2943.1	6.9265	0.19241	2704.7	2935.6	6.8313	0.16356	2698.9	2927.9	6.7488
300	0.25799	2793.7	3051.6	7.1246	0.21386	2789.7	3046.3	7.0335	0.18233	2785.7	3040.9	6.9553
350	0.28250	2875.7	3158.2	7.3029	0.23455	2872.7	3154.2	7.2139	0.20029	2869.7	3150.1	7.1379
400	0.30661	2957.9	3264.5	7.4670	0.25482	2955.5	3261.3	7.3793	0.21782	2953.1	3258.1	7.3046
500	0.35411	3125.0	3479.1	7.7642	0.29464	3123.4	3477.0	7.6779	0.25216	3121.8	3474.8	7.6047
600	0.40111	3297.5	3698.6	8.0311	0.33395	3296.3	3697.0	7.9456	0.28597	3295.1	3695.5	7.8730
700	0.44783	3476.3	3924.1	8.2755	0.37297	3475.3	3922.9	8.1904	0.31951	3474.4	3921.7	8.1183
800	0.49438	3661.7	4156.1	8.5024	0.41184	3661.0	4155.2	8.4176	0.35288	3660.3	4154.3	8.3458
900	0.54083	3853.9	4394.8	8.7150	0.45059	3853.3	4394.0	8.6303	0.38614	3852.7	4393.3	8.5587
1000	0.58721	4052.7	4640.0	8.9155	0.48928	4052.2	4639.4	8.8310	0.41933	4051.7	4638.8	8.7595
1100	0.63354	4257.9	4891.4	9.1057	0.52792	4257.5	4891.0	9.0212	0.45247	4257.0	4890.5	8.9497
1200	0.67983	4469.0	5148.9	9.2866	0.56652	4468.7	5148.5	9.2022	0.48558	4468.3	5148.1	9.1308
1300	0.72610	4685.8	5411.9	9.4593	0.60509	4685.5	5411.6	9.3750	0.51866	4685.1	5411.3	9.3036
P = 1.60 MPa (201.37°C)				P = 1.80 MPa (207.11°C)				P = 2.00 MPa (212.38°C)				
Sat.	0.12374	2594.8	2792.8	6.4200	0.11037	2597.3	2795.9	6.3775	0.09959	2599.1	2798.3	6.3390
225	0.13293	2645.1	2857.8	6.5537	0.11678	2637.0	2847.2	6.4825	0.10381	2628.5	2836.1	6.4160
250	0.14190	2692.9	2919.9	6.6753	0.12502	2686.7	2911.7	6.6088	0.11150	2680.3	2903.3	6.5475
300	0.15866	2781.6	3035.4	6.8864	0.14025	2777.4	3029.9	6.8246	0.12551	2773.2	3024.2	6.7684
350	0.17459	2866.6	3146.0	7.0713	0.15460	2863.6	3141.9	7.0120	0.13860	2860.5	3137.7	6.9583
400	0.19007	2950.8	3254.9	7.2394	0.16849	2948.3	3251.6	7.1814	0.15122	2945.9	3248.4	7.1292
500	0.22029	3120.1	3472.6	7.5410	0.19551	3118.5	3470.4	7.4845	0.17568	3116.9	3468.3	7.4337
600	0.24999	3293.9	3693.9	7.8101	0.22200	3292.7	3692.3	7.7543	0.19962	3291.5	3690.7	7.7043
700	0.27941	3473.5	3920.5	8.0558	0.24822	3472.6	3919.4	8.0005	0.22326	3471.7	3918.2	7.9509
800	0.30865	3659.5	4153.4	8.2834	0.27426	3658.8	4152.4	8.2284	0.24674	3658.0	4151.5	8.1791
900	0.33780	3852.1	4392.6	8.4965	0.30020	3851.5	4391.9	8.4417	0.27012	3850.9	4391.1	8.3925
1000	0.36687	4051.2	4638.2	8.6974	0.32606	4050.7	4637.6	8.6427	0.29342	4050.2	4637.1	8.5936
1100	0.39589	4256.6	4890.0	8.8878	0.35188	4256.2	4889.6	8.8331	0.31667	4255.7	4889.1	8.7842
1200	0.42488	4467.9	5147.7	9.0689	0.37766	4467.6	5147.3	9.0143	0.33989	4467.2	5147.0	8.9654
1300	0.45383	4684.8	5410.9	9.2418	0.40341	4684.5	5410.6	9.1872	0.36308	4684.2	5410.3	9.1384
P = 2.50 MPa (223.95°C)				P = 3.00 MPa (233.85°C)				P = 3.50 MPa (242.56°C)				
Sat.	0.07995	2602.1	2801.9	6.2558	0.06667	2603.2	2803.2	6.1856	0.05706	2603.0	2802.7	6.1244
225	0.08026	2604.8	2805.5	6.2629	0.07063	2644.7	2856.5	6.2893	0.05876	2624.0	2829.7	6.1764
250	0.08705	2663.3	2880.9	6.4107	0.08118	2750.8	2994.3	6.5412	0.06845	2738.8	2978.4	6.4484
300	0.09894	2762.2	3009.6	6.6459	0.09056	2844.4	3116.1	6.7450	0.07680	2836.0	3104.9	6.6601
350	0.10979	2852.5	3127.0	6.8424	0.09938	2933.6	3231.7	6.9235	0.08456	2927.2	3223.2	6.8428
400	0.12012	2939.8	3240.1	7.0170	0.10789	3021.2	3344.9	7.0856	0.09198	3016.1	3338.1	7.0074
450	0.13015	3026.2	3351.6	7.1768	0.11620	3108.6	3457.2	7.2359	0.09919	3104.5	3451.7	7.1593
500	0.13999	3112.8	3462.8	7.3254	0.1245	3285.5	3682.8	7.5103	0.11325	3282.5	3678.9	7.4357
600	0.15931	3288.5	3686.8	7.5979	0.14841	3467.0	3912.2	7.7590	0.12702	3464.7	3909.3	7.6855
700	0.17835	3469.3	3915.2	7.8455	0.16420	3654.3	4146.9	7.9885	0.14061	3652.5	4144.6	7.9156
800	0.19722	3656.2	4149.2	8.0744	0.17988	3847.9	4387.5	8.2028	0.15410	3846.4	4385.7	8.1304
900	0.21597	3849.4	4389.3	8.2882	0.19549	4047.7	4634.2	8.4045	0.16751	4046.4	4632.7	8.3324
1000	0.23466	4049.0	4635.6	8.4897	0.21105	4253.6	4886.7	8.5955	0.18087	4252.5	4885.6	8.5236
1100	0.25330	4254.7	4887.9	8.6804	0.22658	4465.3	5145.1	8.7771	0.19420	4464.4	5144.1	8.7053
1200	0.27190	4466.3	5146.0	8.8618	0.24207	4682.6	5408.8	8.9502	0.20750	4681.8	5408.0	8.8786
1300	0.29048	4683.4	5409.5	9.0349								

ชื่อ-สกุล \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

ข้อ 2 (10 คะแนน)

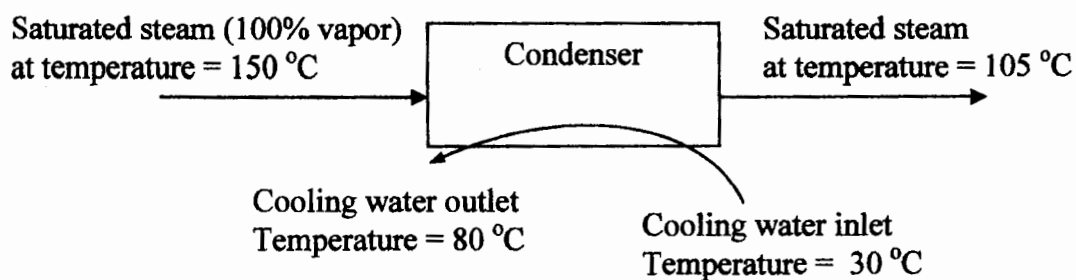
2) ไอน้ำที่ความดัน 1,000 kPa อุณหภูมิ 400 °C ไหลผ่านเทอร์ไบน์ด้วยอัตราการไหล 1,000 kg/hr ของไหลออกจากเทอร์ไบน์ที่ความดัน 200 kPa จะไหลผ่าน throttling valve ทำให้ได้ไอน้ำอิ่มตัว ออกจากวาล์วที่ความดัน 100 kPa จงหา

- ก) อุณหภูมิของไอน้ำที่ทางออกของเทอร์ไบน์ (หมายเลข 2)
- ข) ไอน้ำที่ทางออกของเทอร์ไบน์ (หมายเลข 2) มีสถานะเป็นอย่างไร (ของเหลว ไอ หรือ ของผสมไอ-ของเหลว) หากมีสถานะเป็นของผสมไอ-ของเหลว ค่าสัดส่วนไอ (vapor quality) ที่ตำแหน่งนี้มีค่าเป็นเท่าไร
- ค) งานที่ได้จากเทอร์ไบน์นี้มีค่าเป็นเท่าไรในหน่วย kW



ชื่อ-สกุล \_\_\_\_\_

รหัส \_\_\_\_\_

**ข้อ 3 (15 คะแนน)**

Saturated steam ซึ่งเป็น saturated vapor ที่อุณหภูมิ  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  ไหลเข้าสู่เครื่องควบแน่น (condenser) ในอัตรา  $3\text{ m}^3/\text{s}$  โดยไอน้ำจะควบแน่นเป็น saturated steam อุณหภูมิ  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  ซึ่งมีของเหลว (saturated liquid) บางส่วน เครื่องควบแน่นนี้ใช้น้ำเป็นสารหล่อเย็น โดยน้ำที่เข้า condenser มีอุณหภูมิ  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  เมื่อได้รับความร้อนจากไอน้ำแล้ว น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  จงคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำหล่อเย็นที่จะทำให้ 90% โดยน้ำหนักของ saturated steam ขาเข้าควบแน่นเป็นของเหลว

ข้อมูลเพิ่มเติม  $C_p$  ของน้ำ =  $4.18\text{ kJ/kg }^{\circ}\text{C}$

# Thermodynamic properties of steam (Table 3)

## Saturated steam

Temp °C $T$	Press. MPa $P$	Specific Volume		Internal Energy			Enthalpy			Entropy		
		Sat. Liquid $\hat{v}^L$	Sat. Vapor $\hat{v}^V$	Sat. Liquid $\hat{u}^L$	Evap. $\Delta\hat{u}$	Sat. Vapor $\hat{u}^V$	Sat. Liquid $\hat{h}^L$	Evap. $\Delta\hat{h}$	Sat. Vapor $\hat{h}^V$	Sat. Liquid $\hat{s}^L$	Evap. $\Delta\hat{s}$	Sat. Vapor $\hat{s}^V$
100	0.101 35	0.001 044	1.6729	418.94	2087.6	2506.5	419.04	2257.0	2676.1	1.3069	6.0480	7.3549
105	0.120 82	0.001 048	1.4194	440.02	2072.3	2512.4	440.15	2243.7	2683.8	1.3630	5.9328	7.2958
110	0.143 27	0.001 052	1.2102	461.14	2057.0	2518.1	461.30	2230.2	2691.5	1.4185	5.8202	7.2387
115	0.169 06	0.001 056	1.0366	482.30	2041.4	2523.7	482.48	2216.5	2699.0	1.4734	5.7100	7.1833
120	0.198 53	0.001 060	0.8919	503.50	2025.8	2529.3	503.71	2202.6	2706.3	1.5276	5.6020	7.1296
125	0.2321	0.001 065	0.7706	524.74	2009.9	2534.6	524.99	2188.5	2713.5	1.5813	5.4962	7.0775
130	0.2701	0.001 070	0.6685	546.02	1993.9	2539.9	546.31	2174.2	2720.5	1.6344	5.3925	7.0269
135	0.3130	0.001 075	0.5822	567.35	1977.7	2545.0	567.69	2159.6	2727.3	1.6870	5.2907	6.9777
140	0.3613	0.001 080	0.5089	588.74	1961.3	2550.0	589.13	2144.7	2733.9	1.7391	5.1908	6.9299
145	0.4154	0.001 085	0.4463	610.18	1944.7	2554.9	610.63	2129.6	2740.3	1.7907	5.0926	6.8833
150	0.4758	0.001 091	0.3928	631.68	1927.9	2559.5	632.20	2114.3	2746.5	1.8418	4.9960	6.8379
155	0.5431	0.001 096	0.3468	653.24	1910.8	2564.1	653.84	2098.6	2752.4	1.8925	4.9010	6.7935
160	0.6178	0.001 102	0.3071	674.87	1893.5	2568.4	675.55	2082.6	2758.1	1.9427	4.8075	6.7502

$\hat{v}$  [=] m<sup>3</sup>/kg;  $\hat{u}, \hat{h}$  [=] J/g = kJ/kg;  $\hat{s}$  [=] kJ/kg K

## Superheated steam

$T$ °C	$P = 0.50$ MPa (151.86)				$P = 0.60$ MPa (158.85)				$P = 0.80$ MPa (170.43)			
	$\hat{v}$	$\hat{u}$	$\hat{h}$	$\hat{s}$	$\hat{v}$	$\hat{u}$	$\hat{h}$	$\hat{s}$	$\hat{v}$	$\hat{u}$	$\hat{h}$	$\hat{s}$
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

†Note: Number in parenthesis is temperature of saturated steam at the specified pressure.

$\hat{v}$  [=] m<sup>3</sup>/kg;  $\hat{u}, \hat{h}$  [=] J/g = kJ/kg;  $\hat{s}$  [=] kJ/kg K

ชื่อ-สกุล \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

ข้อ 4 saturated steam vapor ความดัน 1 bar ไหลเข้าสู่ compressor ที่มีประสิทธิภาพ 80% และออกจาก compressor โดยมีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 20 bar จงคำนวณหาอุณหภูมิขาออกของ steam โดยใช้ temperature-entropy diagram ที่ให้มา (ขอให้นักศึกษากำหนดจุด inlet และ outlet ของ steam ลงใน diagram ให้ชัดเจน)

Entropy balance equation

$$\frac{dS}{dt} = \sum_{j=1}^J \dot{M}_j(\hat{S}) + \frac{\dot{Q}}{T} + \dot{S}_p$$



Energy balance equation

$$\frac{d}{dt}(U + E_k + E_p) = \sum_{j=1}^J \dot{M}_j(\hat{H} + \hat{E}_k + \hat{E}_p) + \dot{Q} - \dot{W}$$

Entropy balance equation

$$\frac{dS}{dt} = \sum_{j=1}^J \dot{M}_j(\hat{S}) + \frac{\dot{Q}}{T} + \dot{S}_p$$

