เลขที่นั่งสอบ	
---------------	--

มหาวิทยาลัยเทค โน โลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 1/2552

CHE 141 Thermodynamics I สอบวันพฤหัสบดีที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2552 ภาควิชาวิศวกรรมเคมีปี 2 (ภาคปกติ) เวลา 9.00-12.00 น.

คำเตือน

- 1) ข้อสอบมี 4 ข้อ 12 หน้า (50 คะแนน) ให้ทำลงในข้อสอบ หากไม่พอทำในค้านหลัง
- 2) ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ
- 3) อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

_	
<u> </u>	
ชอ-นามสกุล	รหัสประจำตัว

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบเพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

(คร.บุณยพัต สุภานิช) ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ	คะแนน (50)
1	
2	
3	
4	

รวม

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากภาควิชาวิศวกรรมเคมีแล้ว

Ann Almis

(รศ.คร.อนวัช สังข์เพียร) - ราชาว หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี

ชานกพอนัสูต หาวิทมาลัยเทค โน โลยีพระชคบเคร็วจะเร

ชื่อ-นามสกล		รหัสประจำตัว
,, ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	***************************************	

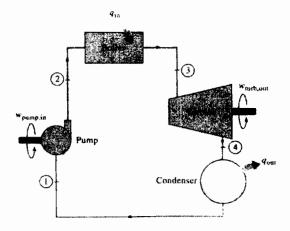
- 1) นักประดิษฐ์คนหนึ่งอ้างว่า Heat engine ที่เขาสร้างขึ้นทำงานในช่วงอุณหภูมิ 540 °C และ 50°C โดยรับความร้อนจาก Heat source ในอัตรา 300 MW และได้กำลังงานสุทธิเท่ากับ 120 MW จงหา
 - ก) Heat Engine เครื่องนี้มีโอกาสที่จะทำงานได้จริงตามที่อ้างหรือไม่ หากมีความเป็นไปได้ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Thermal efficiency) ของ Heat engine นี้มีค่าเป็นเท่าไร
 - บ) กำลังงานที่ได้จาก Heat Engine เครื่องนี้มีค่ามากหรือน้อยกว่ากำลังงานที่ได้จากวัฏจักร Carnot ที่ทำงานในช่วงอุณหภูมิเคียวกัน และรับความร้อนจาก heat source ในอัตราที่ เท่ากัน เป็นเท่าใด

(5 คะแนน)

สำหรับทำข้อ 1)

- 2) ในวัฏจักร Rankine วงรอบหนึ่ง น้ำถูกปั๊มป์แบบ Isentropic จากสถานะ Sat. liquid ที่ความคัน 0.15 MPa ไปยังความคัน 3.5 MPa แล้วจึงป้อนเข้าสู่ Boiler เพื่อต้มน้ำที่ความคันคงที่ จนได้ใจ น้ำ superheated ที่ความคัน 3.5 MPa อุณหภูมิ 320 °C ใอน้ำที่ได้นี้นำไปหมุน turbine ซึ่งมีค่า turbine efficiency เท่ากับ 85% โดยมีสภาวะที่ทางออกของ turbine เป็น 0.15 MPa ของไหลที่ ออกจาก turbine นี้จะถูกควบแน่นใน condenser ที่ความคันคงที่ เพื่อให้กลายเป็น Sat. liquid และนำกลับไปใช้ในวงรอบต่อไป หากน้ำที่ไหลในวัฏจักรนี้ มีค่าเป็น 2,500 kg/hr จงหาว่า
 - ก) อุณหภูมิที่ทางออกของ turbine มีค่าเป็นเท่าไร
 - ข) พลังงานกลสุทธิที่ได้จากระบบนี้ (Net Work) มีค่าเป็นเท่าไรในหน่วย kW
 - ค) อัตราการให้ความร้อนเพื่อต้มน้ำใน boiler นี้ มีค่าเป็นเท่าไรในหน่วย MW
 - ง) ประสิทธิภาพทางความร้อนของวัฏจักรนี้ (Cycle efficiency) มีค่าเป็นเท่าไร

$$(1 kJ/m3 = 1 kPa)$$
 (15 คะแนน)



Property	State 1	State 2	State 3	State 4
P (MPa)	0.15	3.5	3.5	0.15
T (°C)			320	
Phase Condition	Sat. liquid			
h (kJ/kg)				
s (kJ/kg.K)				

หรือเอาการ เอ

-... เมนองลัยเกลโนโลยีพระจ**ล**ุมเก**ล้าชนซึ่**

ตารางคุณสมบัติของ**ไอน้ำ**

Saturated water-Pressure table

			fic volume, m³/kg			Internal energy, kJ/kg		Enthalpy, kJ/kg			Entropy, k.J/kg · K		
Press., P kPa	Sat. temp., T _{sat} °C	Sat. liquid, v,	Sat. vapor, v _g	Sat. liquid, u,	`Evap.,	Sat. vapor, u _g	Sat. liquid, h,	Evap., h _{fg}	Sat. vapor, h _g	Sat. liquid, s,	Evap.,	Sat. vapor, s _g	
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	
3500	242.56	0.001235	0.057061	1045.4	1557.6	2603.0	1049.7	1753.0	2802.7	2.7253	3.3991	6.1244	
4000	250.35	0.001252	0.049779	1082.4	1519.3	2601.7	1087.4	1713.5	2800.8	2.7966	3.2731	6.0696	
5000	263.94	0.001286	0.039448	1148.1	1448.9	2597.0	1154.5	1639.7	2794.2	2.9207	3.0530	5.9737	
6000	275.59	0.001319	0.032449	1205.8	1384.1	2589.9	1213.8	1570. 9	2784.6	3.0275	2.8627	5.8902	
7000	285.83	0.001352	0.027378	1258.0	1323.0	2581.0	1267.5	1505.2	2772.6	3.1220	2.6927	5.8148	

Superl	neated wat	er (<i>Contil</i>	nued)						1			
T	V	U	h	5	v	U	h	S	ا <u></u>	U	h	5
°C	m³/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg · K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg · K	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg · K
·	Р:	= 2.50 Mi	Pa (223.95	5°C)	P	= 3.00 N	1Pa (233.	85°C)	P =	3.50 MP	a (242.56	5°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					0.05076	2624.0	2820.7	6 1764
250	.0.08705	2663.3	2880.9	6.4107	0.07063	2644.7				2024.0	2978.4	C 4494
300	0.09894	2762.2	3009.6	6.6459	0.08118	2750.8						
350	0.10979	2852.5	3127.0	6.8424	0.09056	2844.4					3104.9	
400	. 0.12012	2939.8	3240.1	7.0170	0.09938	2933.6	3231.	7 6.9235		2927.2		6.8428
450	0.13015	3026.2	3351.6	7.1768	0.10789	3021.2	3344.	9 7.0856	0.09198	3016.1	3338.1	7.0074
500	0.13999	3112.8	3462.8	7.3254	0.11620	3108.6	3457.	2 7.2359	0.09919		, 3451.7	
600	0.15931	3288.5	3686.8	7.5979	0.13245	3285.5	3682.	8 7.5103	0.11325	3282.5		7.4357
700	0.17835	3469.3	3915.2	7.8455	0.14841	3467.0	3912.	2 7.7590	0.12702	3464.7		7.6855
	0.17633		4149.2	8.0744	0.16420	3654.3	4146.	9 7.9885	0.14061	3652.5		7.9156
800	0.19722	3849.4	4389.3	8.2882	0.17988				0.15410	3846.4	4385.7	8.1304
900			4635.6	8.4897	0.19549				1	4046.4	4632.7	8.3324
1000	0.23466	4049.0			0.19349						4885.6	8.5236
1100	0.25330		4887.9	8.6804	,							8.7053
1200	0.27190		5146.0	8.8618	0.22658							8.8786
1300	0.29048	4683.4	5409.5	9.0349	0.24207	4682.6	5 5408.	8 <u>8.9502</u>	0.20750	7001.0		

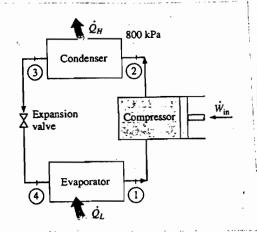


ชื่อ-นามสกุล	ผลาวัทยาลัยเทลโน โลยีพระจอยแลล้าธนรรหัสประจำตัว
สำหรับทำข้อ 2)	

สู่ ผู้ล ขาวข <i>ส</i> ถล		รษัสประจำตัว
១២-ជាសពវា្គ	***************************************	1 M tl T 1 2 A 1 M 1

- 3) ในระบบ Heat pump เครื่องหนึ่งที่ใช้ทำให้บ้านอุ่น ใช้สารทำความเย็นแบบ R-134a สารทำ ความเย็นนี้ไหลเข้าสู่ compressor ค้วยอัตราการไหล 64.8 kg/hr ที่ความคัน 0.1 MPa และมี สภาพเป็น Superheated ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิไออิ่มตัว 4 °C และออกจาก compressor ที่ ความคัน 0.8 MPa อุณหภูมิ 60 °C โดยการอัคนี้เป็นแบบ Adiabatic หลังจากนั้นจึงถ่ายเทความ ร้อนทิ้งสู่บรรยากาศผ่าน condenser และได้ของเหลวอิ่มตัวออกมา กำหนดให้การถ่ายเทความ ร้อนใน condenser และใน evaporator เป็นแบบ Isobaric จงหา
 - ก) การอัคใน compressor เป็นแบบใค มีอัตราการใช้กำลังงานเท่าไร (kW) และมีค่า compressor efficiency เป็นเท่าใค
 - ข) สภาวะของสารทำความเย็นที่ตำแหน่งต่างๆ ในตารางที่กำหนดให้ (Subcooled liquid, Sat. liquid, Mixed phase, Sat. vapor or Superheated vapor)
 - ค) % vapor quality ที่ทางออกของ Joule-Thomson วาล์วมีค่าเป็นเท่าไร
 - ง) ค่า COP ของ Heat pump นี้มีค่าเท่าไร

(15 คะแนน)



Property	State 1	State 2	State 3	State 4
P (MPa)	0.1	0.8	0.8	0.1
T (°C)				
Phase				
Condition				
h (kJ/kg)				
s (kJ/kg.K)				

ชื่อ-นามสกุลรหัสประจำตัวรหัสประจำตัว

ตารางคุณสมบัติ R-134a

Saturated refrigerant-134a—Pressure table

		Specific m³.	Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg · K			
Press., P kPa	Sat. temp., T _{sat} °C	Sat. liquid, v _r	Sat. vapor, v _g	Sat. liquid, u,	Evap., u _{fg}	Sat. vapor, u _g	Sat. liquid, h _f	Evap.,	Sat. vapor, h _g	Sat. liquid, s,	Evap.,	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
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

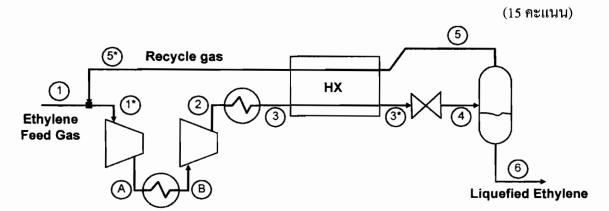
T	v	U	h	5	<i>y</i>	U	h	\$	V	u	h	5
<u>*C</u>	m³/kg	kJ/kg	k.l/kg	kJ/kg · K	m ³ /kg	kJ/kg	k.i/kg	kJ/kg·K	m³/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg·K
	P = 0.0	06 MPa (7,	<u>36.</u>	95°C)	P = 0	.10 MPs (T _{set} = -26	.37°C)	P = 0.	14 MPa (7 _{mt} = -18	77°C)
Sat.	0.31121	209.12	227.79	0.9644	0.19254	215.19	234.44	0.9518	0.14014	219.54	239.16	0.9446
-20	0.33608	220.60	240.76	1.0174	0.19841	219.66	239.50	0.9721				****
-10	0.35048	227.55	248.58	1.0477	0.20743	226.75	247.49	1.0030	0.14605	225.91	246.36	0.9724
0	0.36476	234.66	256.54	1.0774	0.21630	233.95	255.58	1.0332	0.15263	233.23	254,60	1.0031
10	0.37893	241.92	264.66	1.1066	0.22506	241.30	263.81	1.0628	0.15908	240.66	262,93	1.0331
20	0.39302	249.35	272.94	1.1353	0.23373	248.79	272.17	1.0918	0.16544	248.22		1.0624
30	0.40705	255.9 5	281.37	1.1636	0.24233	256.44	280.68	1.1203	0.17172	255.93	279,97	1.0912
40	0.42102	264.71	289.97	1.1915	0.25088	264.25	289.34	1.1484	0.17794	263.79	288.70	1.1195
50	0.43495	272.54	298.74	1.2191	0.25937	272.22	298.16	1.1762	0.18412	271.79	297,57	1.1474
60	0.44883	280.73	307.66	1.2463	0.26783	280.35	307.13	1.2035	0.19025	279.96	306.59	1.1749
70	0.46269	288.99	316.75	1.2732	0,27626	288.64	316.26	1.2305	0.19635	288,28	315.77	1.2020
80	0.47651	297.41	326.00	1.2997	0.28465	297.08	325.55	1.2572	0.20242	296.75	325.09	1.2288
90	0.49032	306.00	335.42	1.3260	0.29303	305.69	334.99	1.2836	0.20847	305.38	334.57	1,2553
100	0.50410	314,74	344.99	1,3520	0.30138	314.46	344.60	1.3096	0.21449	314.17	344.20	1.2814
	P = (0.80 MPa (T. = 31.	31°C)	P = 0.90 MPs (7_ = 35.51°C)				P = 1.00 MPa (T _{st} = 39.37°C)			
Sat.	0.02562	1 246.79	267.29	0.9183	0.022683	248,85	269.26	0.9169	0.020313	250.68	270.99	0.9156
40	0.02703	5 254.82	276.45	0.9480	0.023375	253.13	274.17	0.9327	0.020406	251.30	271.71	0.9179
50	0.02854	7 263.86	286.69	0.9802	0.024809	262,44	284.77	0.9660	0.021796	260.94	282.74	0.9525
60		3 272.83		-	0.026146	271.60	295.13	0.9976	0.023058	270.32	293,38	0.9850
70	0.03134	0 281.81	306.88	1.0408	0.027413	280.72	305.39	1.0280	0.024261	279.59	303.85	1.0160
80	0.03265	9 290.84	316.97	1.0698	0.028630	289.86	315.63	1.0574	0.025398	288.86	314.25	1.0458
90	0.03394		327.10		0.029806	299.06	325.89	1.0860	0.026492	298.15	324.64	1.0748
100	0.03519	3 309.15	337.30	1.1258	0.030951	308.34	336.19	1.114D	0.027552	307.51	335.06	1.1031
110	0.03642	0 318.45	347.59	1.1530	0.032068	317.70	346.56	1.1414	0.028584	316.94	345.53	1.1308
120	0.03762	5 327.87	357.97	1.1798	0.033164	327.18	357.02	1.1684	0.029592	326.47	356.06	1.1580
130	0.03881	3 337.40	368.45	1.2061	0.034241	336.76	367.58	1.1949	0.030581	336.11		
140	0.03998	5 347.06	379.05	1.2321	0.035302	346.46	378.23	1.2210	D.031554	345.85		1.2109
150	0.04114	3 356.85	389.76	1.2577	0.036349	356.28	389.00	1.2467	0.032512	355.71		1.2368
160	0.04229	0 366.76	400.59	1.2830	0.037384	366.23	399.88	1.2721	0.033457	365.70		1.2623
170	0.04342		411.55		0.038408	376.31	410.88	1.2972	0.034392	375.81		1.2875
160	0.04455	4 386.99	422.64	1.3327	0.039423	386.52	422.00	1.3221	0.035317	386.04	421.36	1.3124

นาวทยาลัยเทคโนโลยีพระจอรแก**ล้าข**ะ.....

ชื่อ-นามสกุล	รหัสประจำตัว
สำหรับทำข้อ 3)	

ชื่อ-นามสกุล	รหัสประจำตัว
	• 1. c. D • • • 111 • 111 111 111 111 111

- 4) ในการอัคก๊าซ Ethylene (C2H4) บริสุทธิ์ให้เป็นของเหลวโดยใช้กระบวนการแบบ Linde ดังรูป ข้างล่างที่กำหนดให้ ก๊าซ Ethylene ที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการอยู่ที่ความคัน 1 bar อุณหภูมิ 20 °C หลังจากนำก๊าซที่ป้อนเข้ามาผสมกับก๊าซที่ได้จากการ recycle แล้วจะได้ก๊าซผสมที่ความคัน 1 bar อุณหภูมิประมาณ -15°C จากนั้นก๊าซผสมนี้จึงไหลเข้าสู่ compressor แบบ 2 ขั้นตอน โดยที่ ขั้นตอนแรกอัคก๊าซแบบ Isentropic ไปที่ความคัน 15 bar แล้วจึงลดอุณหภูมิแบบ Isobaric ลง มาที่อุณหภูมิ 30°C จากนั้นจึงอัคในขั้นตอนที่สองแบบ Isentropic จนมีความคันเป็น 80 bar แล้วจึงลดอุณหภูมิใน Final cooler แบบ Isobaric จนมีค่าเท่ากับ 30°C จากนั้นจึงแลกเปลี่ยน ความร้อนกับสาย Recycle Gas ที่ออกจากถัง flash drum โดยถังใบนี้ทำงานแบบ adiabatic จากค่าที่กำหนดให้เพียงบางส่วนคังแสดงในตาราง จงหา
 - ก) สัคส่วนของก๊าซที่ออกจากถัง flash drum
 - ข) เติมค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ลงในตารางให้ครบ และวาคเส้นทางการเปลี่ยนแปลงใน กระบวนการขั้นตอนต่างๆ ของทั้งระบบบนกราฟ P-h Diagram ที่กำหนดให้
 - ก) พลังงานที่ใช้ใน compressor ทั้งหมคต่อ kg ของ Liquefied Ethylene ที่ผลิตได้
 - ง) อัตราการถ่ายเทความร้อนในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน HX ในหน่วย (kW) เมื่ออัตราการ ป้อนก๊าซเข้าสู่กระบวนการ (สาย Ethylene Feed Gas) มีค่าเป็น 1.5 kg/sec





į	ชื่อ-นามสกุล	รหัสประจำตัว

State	P (MPa)	T (°C)	h (kJ/kg)
1	0.1	20	1045
5*	0.1		
1*	0.1	-15	993
Α	1.5		
В	1.5	30	
2	8		
3	8	30	
3*	8		
4	0.1	Mixed Phase	
5	0.1	Sat.Vap.	881
6	0.1	Sat. Liq.	395

•	
<u> </u>	รหัสประจำตัว
ชอ-นามสกล	รหสบระจาตวรหสบระจาตว

