

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2

ประจำปีการศึกษา 2551

วันที่ 22 ธันวาคม 2551

เวลา 09.00 - 12.00 น.

วิชา 215-433 Refrigeration and Air-conditioning

ห้อง A401

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. ไม่อนุญาตให้นำนาฬิกา ตำรา หรือเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
4. อนุญาตให้ทำข้อสอบด้วยดินสอได้

ข้อ	คะแนน เต็ม	คะแนนที่ ได้
1	24	
2	30	
3	20	
4	30	
คะแนน รวม	104	

อ.พุทธิพงษ์ แสนสบาย
ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

ตอน.....

ข้อ 1) จงอธิบาย (ให้ทำทุกข้อ)

1.1 วัฏจักรทำความเย็นของอากาศ (Air cycle refrigeration system) ทำงานอย่างไร? (4 คะแนน)

1.2 วัฏจักรทำความเย็นแบบดูดกลืนเบื้องต้นทำงานอย่างไร? (4 คะแนน)

1.3 จงให้ความหมายของค่าความเย็น 1 ตัน (2 คะแนน)

1.4 ประสิทธิภาพการทำความเย็น (Refrigerating efficiency) คืออะไร (2 คะแนน)

1.5 ความแตกต่างทางสมรรถนะของวัฏจักรอัดไอขั้นเดียว กับวัฏจักรคาร์โนที่มีอะโรบ่าง (2 คะแนน)

1.6 ในการลดความสามารถของคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ เพื่อให้เหมาะสมกับภาระที่เกิดขึ้น ทำได้กี่วิธี
อะโรบ่าง (2 คะแนน)

1.7 ในการลดความสามารถของคอมเพรสเซอร์แบบหอยโข่ง เพื่อให้เหมาะสมกับภาระที่เกิดขึ้น ทำได้กี่วิธี
อะโรบ่าง (2 คะแนน)

1.8 ถ้าจะแบ่งคอนเดนเซอร์ออกตามลักษณะของการระบายความร้อน จะแบ่งออกได้ที่ชนิด อะโรบ่าง (2
คะแนน)

1.10 จงให้นิยามของคำต่อไปนี้ (4 คะแนน)

- COP

- chp

- EER

- Hp/Ton

ข้อ 2) วัฏจักรอัดไอเชิงกล จะใช้วาล์วลดความดัน เพื่อลดความดันของสารทำความเย็นเหลวแบบ isenthalpic และหากว่า จะเปลี่ยนมาใช้ expansion engine ซึ่งมีการทำงานแบบ isentropic expansion ทำให้สารทำความเย็นเหลว R-12 ขยายตัวจาก 99°F ไปสู่อุณหภูมิระเหยที่ 35°F จะช่วยให้ลดพลังงานสุทธิของวัฏจักรลงไปเท่าใด โดยสมมติว่า ขบวนการอัดตัวเป็น isentropic และให้หาค่าผลการทำความเย็น (Btu/h) ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ expansion engine พร้อมทั้งค่า COP ของทั้ง 2 กรณี

Thermodynamic properties of Freon-12 (properties of saturated liquid and saturated vapor)

TEMP. °F	PRESSURE		VOLUME cu ft/lb		DENSITY lb/cu ft		ENTHALPY Btu/lb			ENTROPY Btu/(lb)(°R)		TEMP. °F
	PSIA	PSIG	LIQUID v_f	VAPOR v_g	LIQUID l/v_f	VAPOR l/v_g	LIQUID h_f	LATENT h_{fg}	VAPOR h_g	LIQUID s_f	VAPOR s_g	
30	43.148	28.452	0.011438	0.91880	87.426	1.0884	15.058	65.361	80.419	0.033013	0.16648	30
31	43.948	29.252	0.011453	0.90286	87.314	1.1076	15.279	65.243	80.522	0.033460	0.16642	31
32	44.760	30.064	0.011468	0.88725	87.202	1.1271	15.500	65.124	80.624	0.033905	0.16635	32
33	45.583	30.887	0.011482	0.87197	87.090	1.1468	15.720	65.006	80.726	0.034351	0.16629	33
34	46.417	31.721	0.011497	0.85702	86.977	1.1668	15.942	64.886	80.828	0.034796	0.16622	34
35	47.263	32.567	0.011512	0.84237	86.865	1.1871	16.163	64.767	80.930	0.035240	0.16616	35
36	48.120	33.424	0.011527	0.82803	86.751	1.2077	16.384	64.647	81.031	0.035683	0.16610	36
37	48.989	34.293	0.011542	0.81399	86.638	1.2285	16.606	64.527	81.133	0.036126	0.16604	37
38	49.870	35.174	0.011557	0.80023	86.524	1.2496	16.828	64.406	81.234	0.036569	0.16598	38
39	50.763	36.067	0.011573	0.78676	86.410	1.2710	17.050	64.285	81.335	0.037011	0.16592	39
90	114.49	99.79	0.012478	0.35529	80.142	2.8146	28.713	57.461	86.174	0.058997	0.16353	90
91	116.15	101.45	0.012499	0.35019	80.008	2.8556	28.950	57.311	86.261	0.059420	0.16349	91
92	117.82	103.12	0.012520	0.34511	79.874	2.8970	29.187	57.161	86.348	0.059844	0.16345	92
93	119.51	104.81	0.012541	0.34025	79.740	2.9390	29.425	57.009	86.434	0.060267	0.16341	93
94	121.22	106.52	0.012562	0.33540	79.605	2.9815	29.663	56.858	86.521	0.060690	0.16338	94
95	122.95	108.25	0.012583	0.33063	79.470	3.0245	29.901	56.705	86.606	0.061113	0.16334	95
96	124.70	110.00	0.012605	0.32594	79.334	3.0680	30.140	56.551	86.691	0.061536	0.16330	96
97	126.46	111.76	0.012627	0.32133	79.198	3.1120	30.380	56.397	86.777	0.061959	0.16326	97
98	128.24	113.54	0.012649	0.31679	79.061	3.1566	30.619	56.242	86.861	0.062381	0.16323	98
99	130.04	115.34	0.012671	0.31233	78.923	3.2017	30.859	56.086	86.945	0.062804	0.16319	99

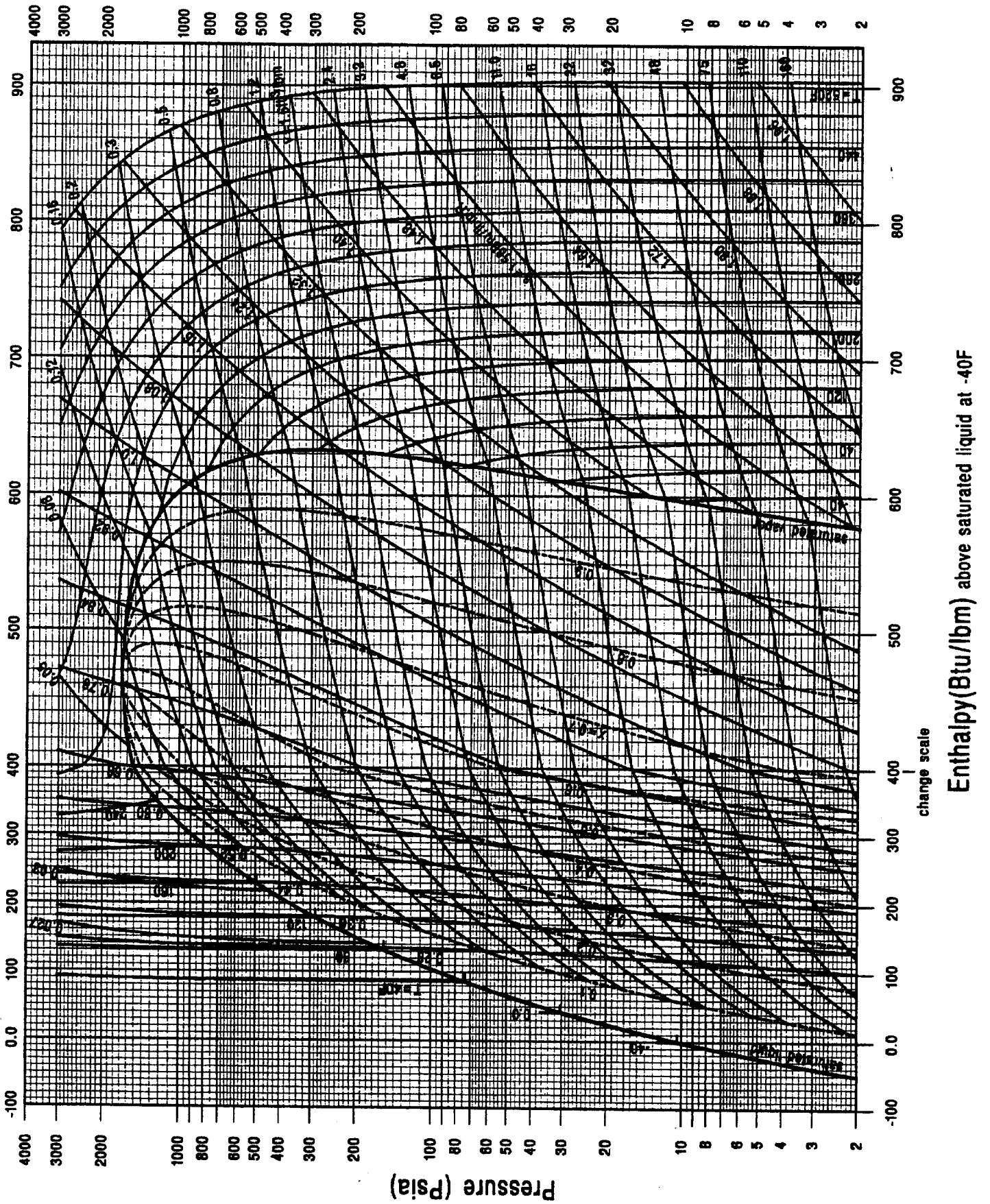
TABLE B-4 (Cont.)

Temp. F	Abs. Press. 120 lb./in. ² Gage Press. 105.3 lb./in. ² (Sat. Temp. 93.3 F)			Abs. Press. 140 lb./in. ² Gage Press. 125.3 lb./in. ² (Sat. Temp. 104.4 F)			Abs. Press. 190 lb./in. ² Gage Press. 165.3 lb./in. ² (Sat. Temp. 123.4 F)			Abs. Press. 220 lb./in. ² Gage Press. 205.3 lb./in. ² (Sat. Temp. 139.5 F)		
	(0.33888) v	(86.458) h	(0.16340) s	(0.88964) v	(87.389) h	(0.16299) s	(0.33878) v	(88.857) h	(0.16228) s	(0.17917) v	(89.937) h	(0.16161) s
100	0.34655	87.675	0.16550	0.29548	88.448	0.16486	0.24519	94.053	0.18746	92.156	0.16528	
110	.35766	89.466	.16876	.30549	90.297	.16808	.25297	95.940	.19487	94.203	.16861	
120	.36941	91.237	.17184	.31518	92.120	.17120	.26047	97.803	.20190	96.199	.17181	
130	.37884	92.992	.17484	.32445	93.923	.17423	.26775	99.647	.20861	98.157	.17489	
140	.38901	94.736	.17778	.33350	95.709	.17718	.27484	101.475	.21506	100.084	.17788	
150	0.39896	96.471	0.18065	0.34232	97.483	0.18007	0.28176	103.291	0.22130	101.986	0.18079	
160	.40870	98.199	.18346	.35095	99.247	.18289	.28852	105.098	.22735	103.869	.18362	
170	.41826	99.922	.18622	.35939	101.003	.18566	.29516	106.896	.23324	105.735	.18638	
180	.42766	101.642	.18892	.36769	102.754	.18838	.30168	108.689	.23900	107.589	.18909	
190	.43692	103.359	.19159	0.37584	104.501	.19104	.30810	110.478	.24463	109.432	.19175	
200	0.44606	105.076	0.19421	0.38387	106.245	0.19367	0.31442	112.263	0.25015	111.267	0.19435	
210	.45508	106.792	.19679	.39179	107.987	.19625	.32066	114.046	.25557	113.085	.19691	
220	.46401	108.509	.19934	.39961	109.728	.19879	.32682	115.828	.26091	114.919	.19942	
230	.47284	110.227	.20185	.40734	111.470	.20130	.33292	117.610	.26617	116.738	.20190	
240	.48158	111.948	.20432	0.41499	113.212	.20377	.33895	119.392	.27136	118.555	.20434	
250	0.49025	113.670	0.20677	0.42257	114.956	0.20621	0.34492	121.174	0.27648	120.369	0.20674	
260	.49885	115.396	.20918	.43008	116.701	.20862	.35084	122.958	.28155	122.183	.20912	
270	.50739	117.125	.21157	.43753	118.449	.21100	.35672	124.744	.28657	123.996	.21146	
280	.51587	118.857	.21393	.44492	120.199	.21335	.36255	126.531	.29153	125.809	.21377	
290	.52429	120.593	.21626	.45226	121.953	.21567	.36834	128.321	.29645	127.623	.21605	
300	0.53267	122.333	0.21856	0.45955	123.709	.21797	0.37409	130.113	0.30134	129.438	0.21830	
310	.54100	124.077	.22054	.46680	125.470	.22024	.37980	131.909	.30618	131.255	.22053	
320	.54929	125.825	.22310	.47400	127.233	.22249	.38549	133.707	.31099	133.073	.22274	
330	.55754	127.578	.22533	.48117	129.001	.22471	.39114	135.509	.31576	134.893	.22492	
340	.56575	129.335	.22754	0.48831	130.773	.22692	.39677	137.314	.32051	136.715	.22708	
350	0.57393	131.097	0.22973	0.49541	132.548	.22910	0.40237	139.122	0.32523	138.540	0.22921	
360	.58208	132.863	.23190	.50248	134.328	.23125	.40794	140.934	.32992	140.368	.23133	
370	.59019	134.634	.23405	.50953	136.112	.23339	.....	.....	.....	.....	.....
380	.59829	136.410	.23618	.51654	137.901	.23551	.....	.....	.....	.....	.....
390	.60635	138.191	.23829	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
400	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
410	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Source: Courtesy of E. I. DuPont de Nemours and Company, Inc., Organic Chemicals Department "Freon" Products Division.

ข้อ 3) ให้เปรียบเทียบค่า COP ของวัฏจักรทำความเย็น ซึ่งใช้การอัดแบบเปียก (wet compression) กับวัฏจักรซึ่งใช้การอัดแบบแห้ง (dry compression) ซึ่งทั้ง 2 กรณี ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็น โดยอุณหภูมิควบแน่น 120°F อุณหภูมิระเหย 0°F และสมมติว่า การอัดตัวเป็น isentropic โดยที่ของเหลวออกจากเครื่องควบแน่นเป็นของเหลวอิ่มตัว ในวัฏจักรที่มีการอัดตัวแบบเปียก สารทำความเย็นจะออกจากคอมเพรสเซอร์ในสภาวะไออิ่มตัว ให้เขียนวัฏจักรทั้ง 2 ลงบน P-h diagram

P-h diagram ของแอมโมเนีย

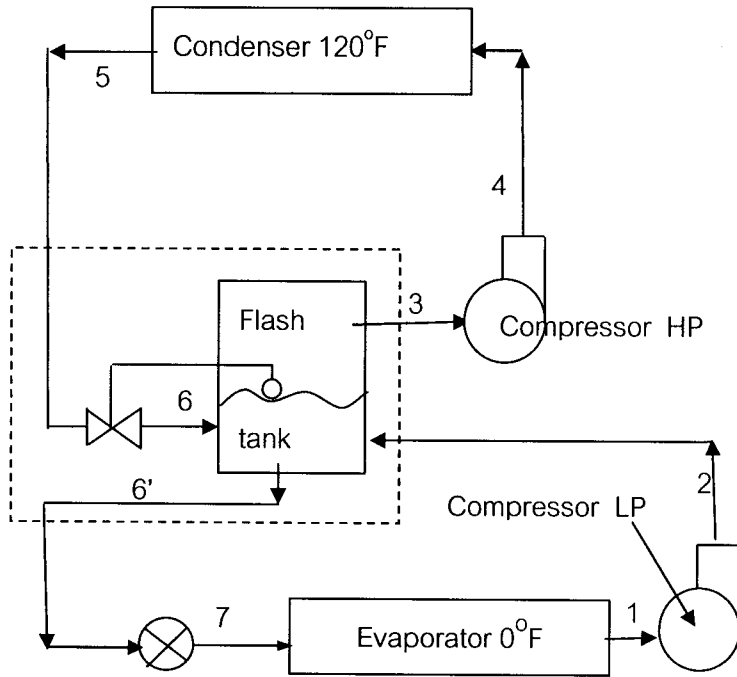


Enthalpy(Btu/lbm) above saturated liquid at -40F

ข้อ 4) ระบบทำความเย็นที่ใช้สารทำความเย็น R-22 ดังแสดงในรูป มีความสามารถในการทำความเย็น 20 ton ที่อุณหภูมิระเหย 0°F ไอของสารทำความเย็นจากเครื่องระเหย ถูกอัดตัวด้วยคอมเพรสเซอร์ตัวเดียวไปยังความดันควบแน่นที่อุณหภูมิกลั่นตัว 120°F เมื่อระบบนี้ถูกปรับปรุง โดยให้มีการอัดตัว 2 ชั้น ที่มี Inter-cooling ทำงานที่ความดัน 120 psia

ก) ให้หาค่ากำลังรวมที่ต้องใช้ และ ค่า COP หากใช้ระบบที่มีการอัดตัวครั้งเดียว

ข) ให้หาค่ากำลังรวมที่ต้องใช้ และ ค่า COP หากใช้ระบบที่มีการอัด 2 ชั้น



SCALE CHANGE