คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบไล่ ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2552

วันที่ 4 ตุลาคม 2552 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-433 Refrigeration and Air - Conditioning ห้อง R 201

216-433 Refrigeration and Air - Conditioning

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ / ให้ทำทุกข้อในข้อสอบฉบับนี้
2. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

รศ.กำพล ประทีปชัยกูร
ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

1) จาก typical capacity and power input curves ของคอมเพรสเซอร์ชนิดลูกสูบดังรูปที่กำหนดให้นี้ ก) ให้เขียน P-h diagram ของระบบทำความเย็นที่มีค่าอุณหภูมิควบแน่น $130^{o}F$ และอุณหภูมิระเหย $45^{o}F$ ข) ให้หาค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนในอีแวปโปเรเตอร์ และกำลังที่ใช้ ค) สมมุติว่า ภาระของอีแวปโปเรเตอร์ลดลงเป็น 110,000 Btu/hr ให้หาค่าอุณหภูมิระเหยและกำลังที่ใช้ กำหนด 1 kW = 3412 Btu/hr สมมุติว่าอุณหภูมิควบแน่นคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง (25 คะแนน)

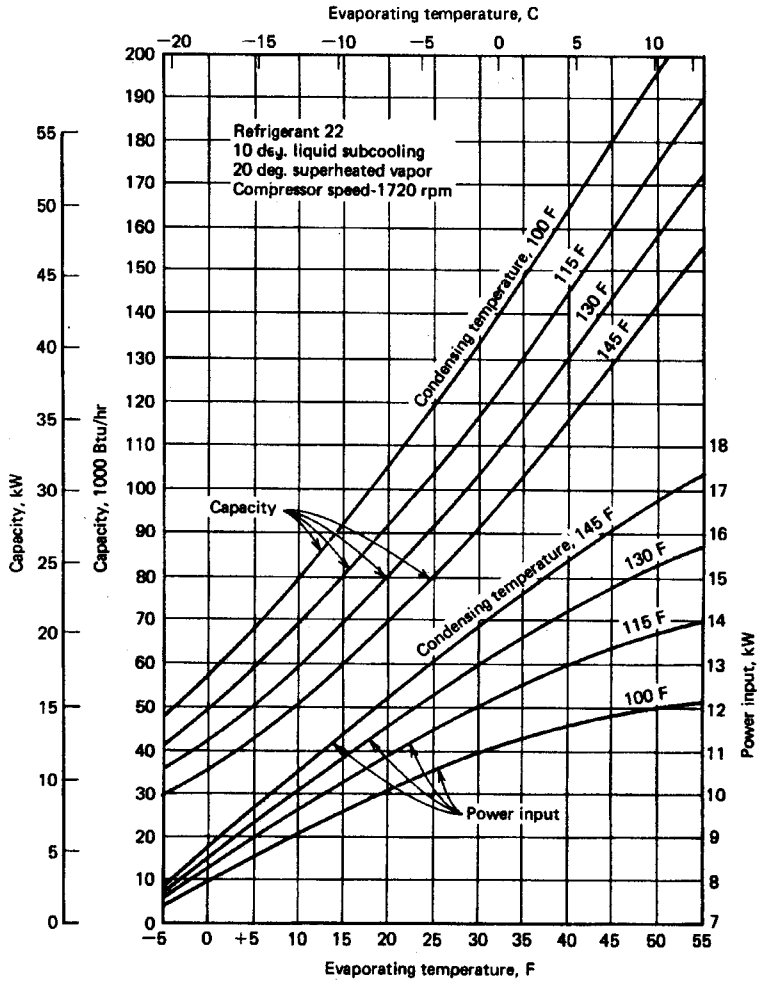
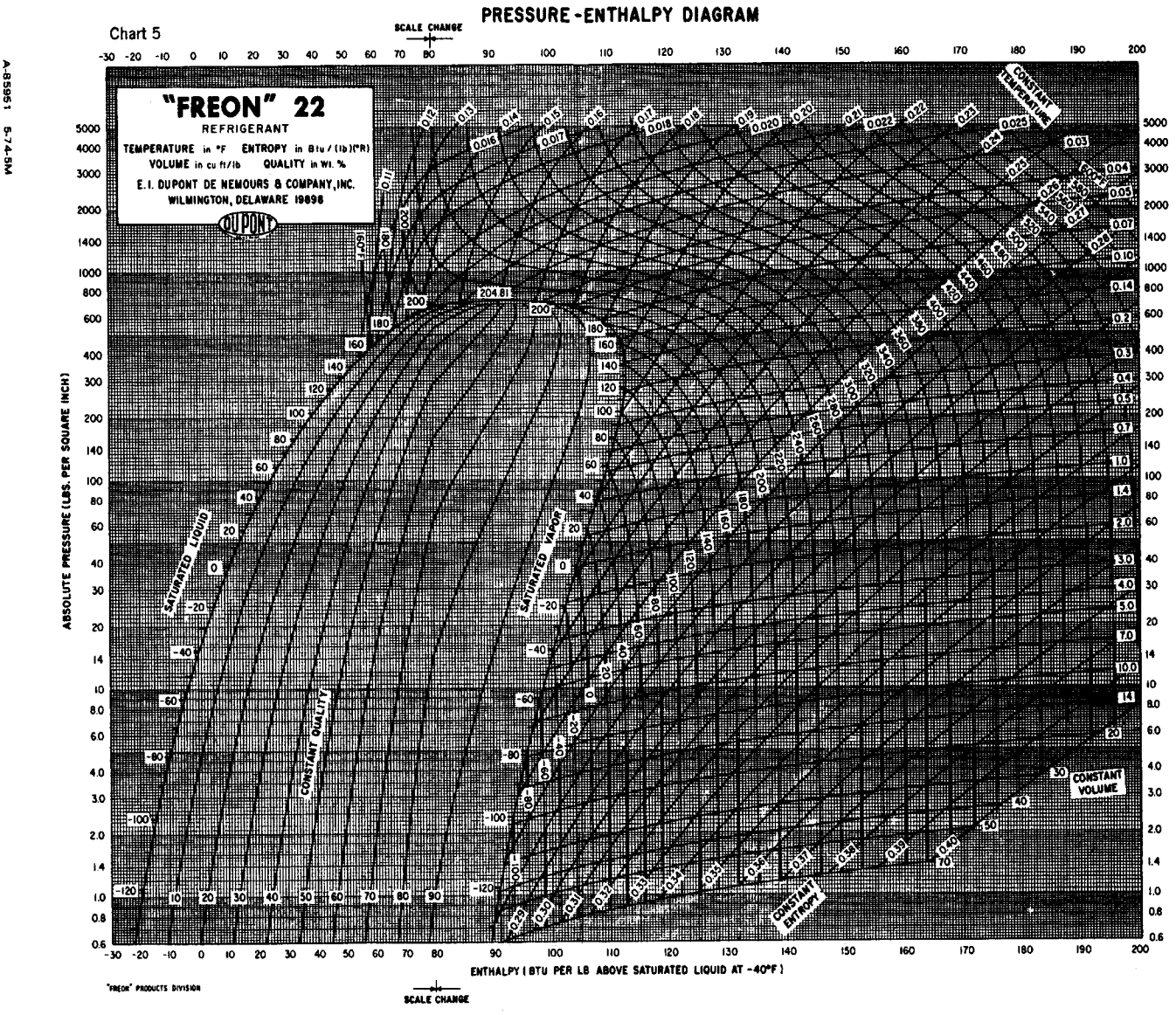


Figure 15-8 Typical capacity and power input curves for a hermetic reciprocating compressor. (Reprinted by permission from *ASHRAE Handbook, Equipment Volume*, 1975.)

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....


PRESSURE-ENTHALPY DIAGRAM
Chart 5
SCALE CHANGE
"FREON" 22
REFRIGERANT
TEMPERATURE in °F ENTROPY in Btu / (lb)(°R)
VOLUME in cu ft/lb QUALITY in Wt. %
E.I. DUPONT DE NEMOURS & COMPANY, INC.
WILMINGTON, DELAWARE 19898
DUPONT
A-85951 5-74-5M
SATURATED LIQUID
SATURATED VAPOR
CONSTANT QUALITY
CONSTANT TEMPERATURE
CONSTANT VOLUME
CONSTANT ENTROPY
ABSOLUTE PRESSURE (LBS. PER SQUARE INCH)
ENTHALPY (BTU PER LB ABOVE SATURATED LIQUID AT -40°F)
"FREON" PRODUCTS DIVISION
SCALE CHANGE

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

2) จากระบบทำความเย็นดังแสดงในรูป ซึ่งใช้สารทำความเย็น R-12 กำหนดให้กระบวนการอัดตัวเป็นแบบ isentropic ไม่คิดความเสียดทานการไหล ให้หาค่า hp/ton ของระบบ (20 คะแนน)

กำหนด 1 Btu = 778 ft-lbf 1 hp = 33000 ft-lbf/min 1 ton = 12000 Btu/hr

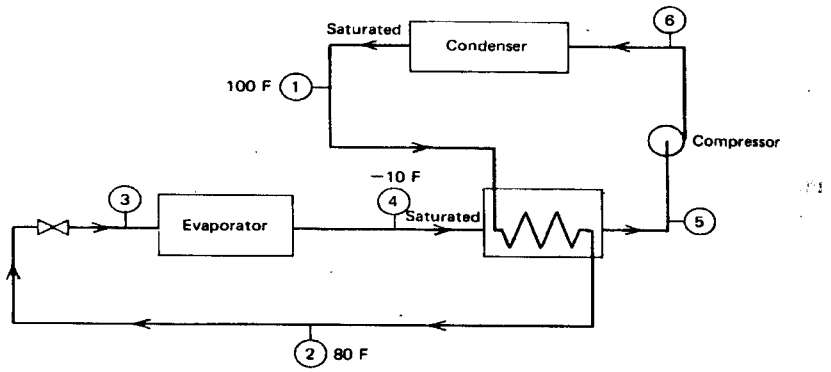
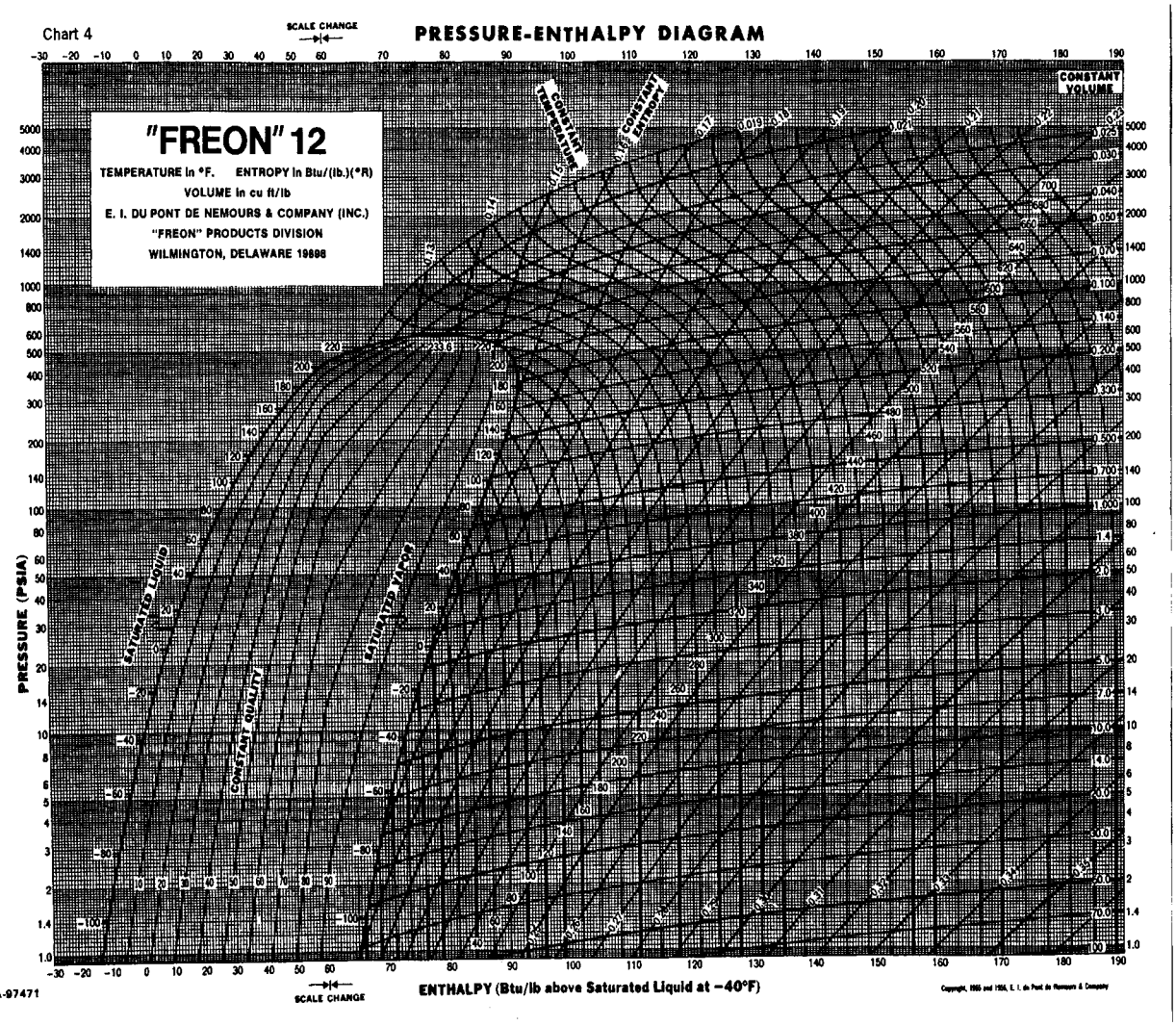


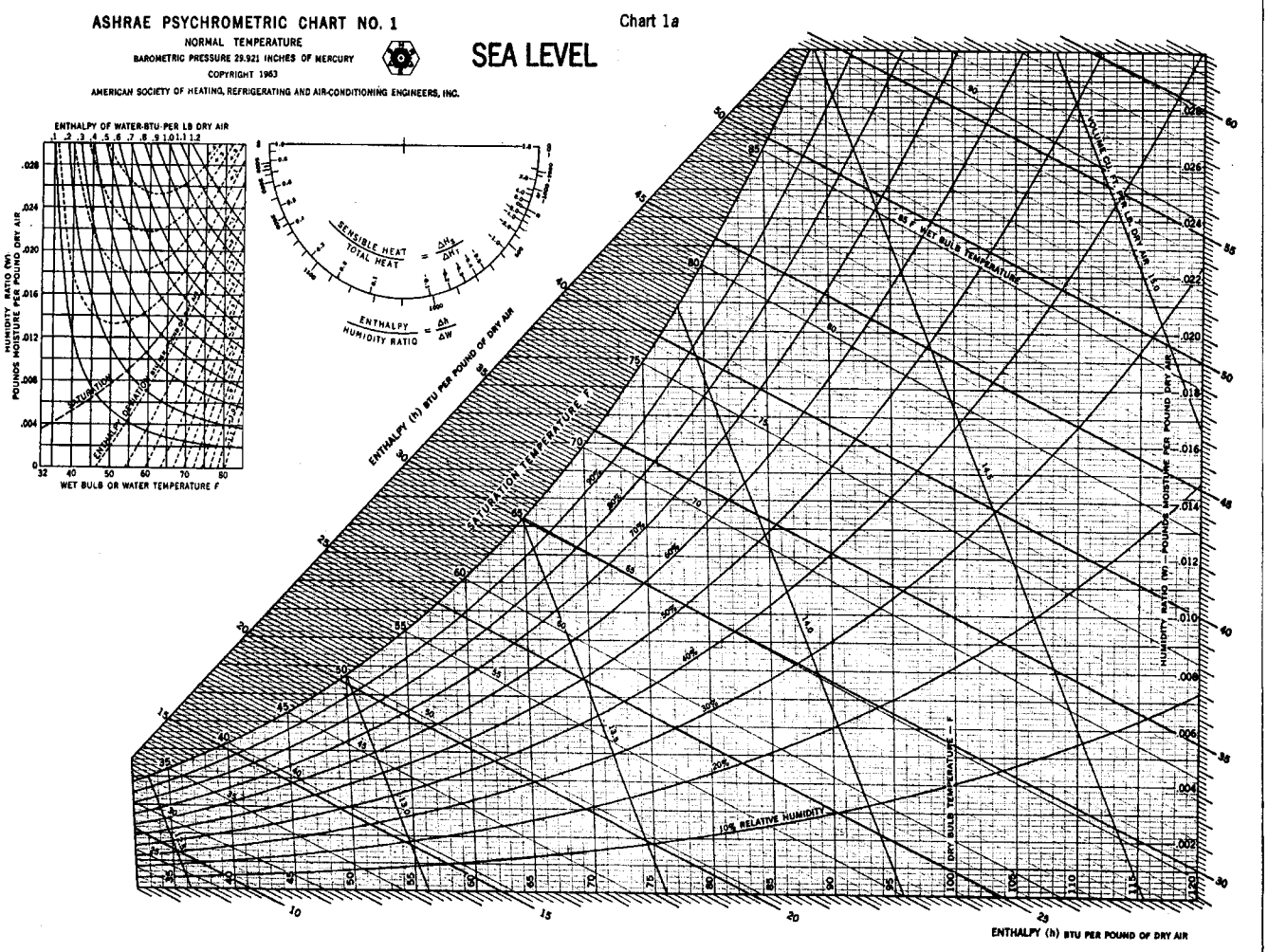
Figure 15-35 Schematic for Problem 15-3.



ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

3) ห้องปรับอากาศห้องหนึ่งได้รับภาระความร้อนแฝงในรูปของไอน้ำด้วยปริมาณ 80 ปอนด์ต่อชั่วโมง โดยที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างของห้องนี้ถูกควบคุมไว้ที่ $61^{o}F$ ลมเย็นที่จ่ายเข้าห้องถูกคุมไว้ที่ $54^{o}FDB$ ให้หาปริมาณลมเย็นที่สามารถดึงปริมาณไอน้ำนี้ออกไปได้ กำหนดให้ความหนาแน่นของอากาศมีค่า $0.075\ \frac{lb}{ft^3}$

(20 คะแนน)



ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

4) ห้องๆหนึ่งถูกควบคุมสภาวะไว้ที่ $78^{o}\,FDB$ $65^{o}\,FWB$ ความร้อนรับรวมที่เข้าห้องมีค่า $60{,}000\ \frac{Btu}{hr}$ โดยเป็นความร้อนสัมผัส $42{,}000\ \frac{Btu}{hr}$ ปริมาณอากาศภายนอกที่ต้องจ่ายเข้ามีค่า 500 cfm โดยที่อากาศภายนอกอยู่ที่ $90^{o}\,FDB$ $55\,\%RH$ ให้หาปริมาณและสภาวะอากาศที่จ่ายเข้าห้องนี้ และคำนวณค่า capacity ของ cooling coil และ dehumidifying ของระบบ โดยสมมุติว่าอุณหภูมิลมเย็นที่เข้าห้องมีค่า $58^{o}\,FDB$ (30 คะแนน)

78 Chapter 3 Moist Air Properties and Conditioning Processes

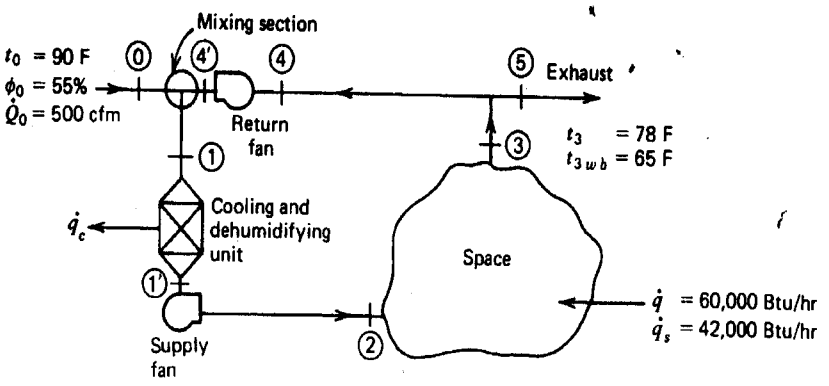
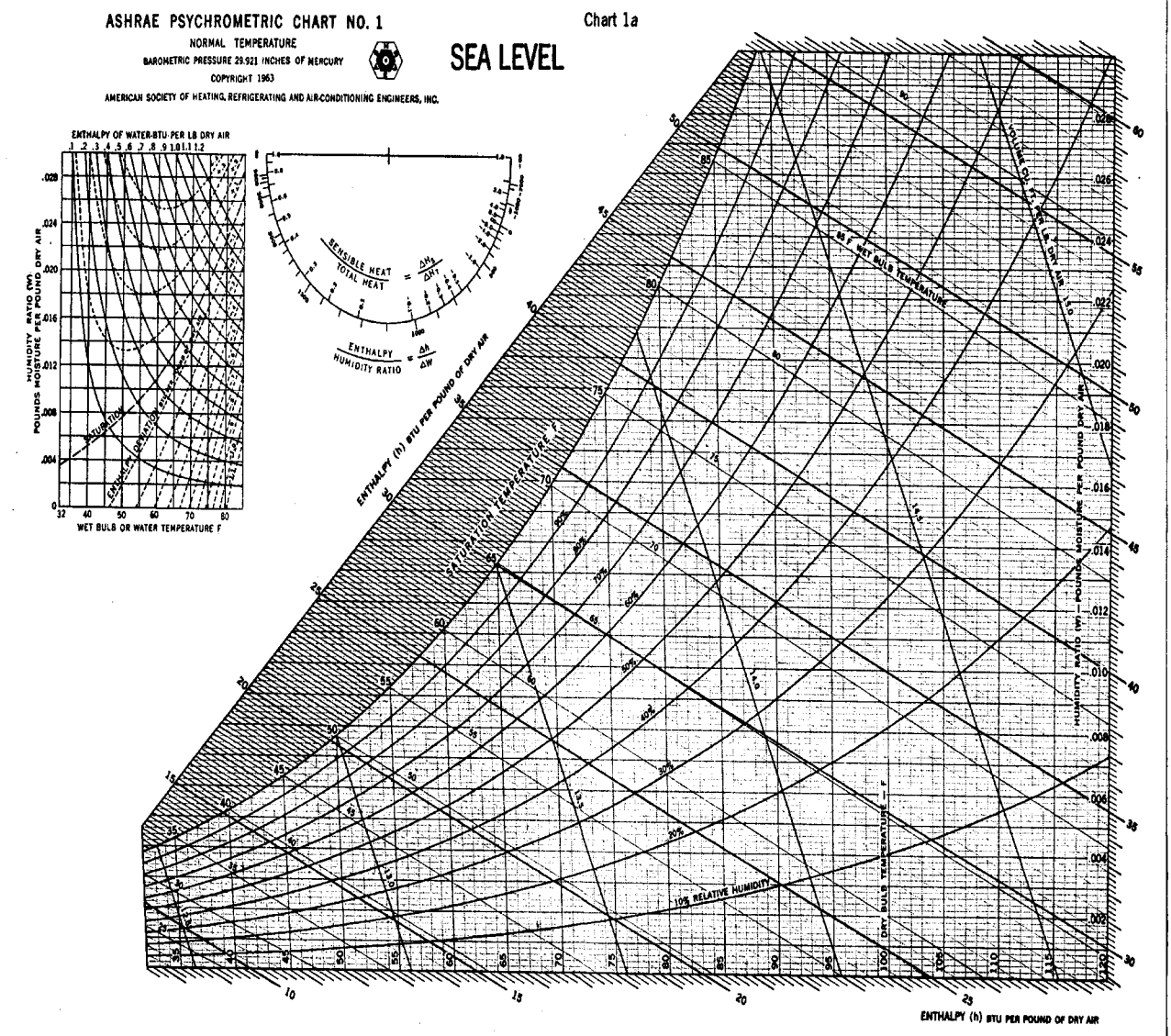


Figure 3-17 Single-line sketch of cooling and dehumidifying system for Example 3-9.

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....


ASHRAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1
NORMAL TEMPERATURE
BAROMETRIC PRESSURE 29.921 INCHES OF MERCURY
COPYRIGHT 1963
AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.
Chart 1a
SEA LEVEL
ENTHALPY OF WATER-BTU PER LB DRY AIR
HUMIDITY RATIO (W) POUNDS MOISTURE PER POUND DRY AIR
WET BULB OR WATER TEMPERATURE F
SATURATION
SENSIBLE HEAT / TOTAL HEAT = ΔH1 / ΔH
ENTHALPY / HUMIDITY RATIO = Δh / Δw
ENTHALPY (h) BTU PER POUND OF DRY AIR
SATURATION TEMPERATURE F
VOLUME CU FT PER LB DRY AIR
WET BULB TEMPERATURE F
10% RELATIVE HUMIDITY
DRY BULB TEMPERATURE F
HUMIDITY RATIO (W) POUNDS MOISTURE PER POUND DRY AIR
ENTHALPY (h) BTU PER POUND OF DRY AIR

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

5) กำหนด หลังคาที่จัดอยู่ในรหัสหลังคาหมายเลข 9 ให้หาค่าภาระความเย็นที่ผ่านหลังคานี้ที่เวลา 14.00 น และเงื่อนไขของอาคารเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางข้อมูล โดยที่พื้นที่หลังคามีค่า 300 ตารางฟุต

(10 คะแนน)

TABLE 9-6

Roof construction code

Roof No.	Description	Code Numbers of Layers (see Table 9-6)
1	Steel Sheet with 25.4-mm (1-in.) insulation	A0, E2, E3, B5, A3, E0
2	25.4-mm (1-in.) wood with 25.4-mm (1-in.) insulation	A0, E2, E3, B5, B7, E0
3	101.6-mm (4-in.) l.w. concrete	A0, E2, E3, C14, E0
4	50.8-mm (2-in.) h.w. concrete with 25.4 (1-in.) insulation	A0, E2, E3, B5, C12, E0
5	25.4-mm (1-in.) wood with 50.8-mm (2-in.) insulation	A0, E2, E3, B6, B7, E0
6	152.4-mm (6-in.) l.w. concrete	A0, E2, E3, C15, E0
7	63.5-mm (2.5-in.) wood with 25.4-mm (1-in.) insulation	A0, E2, E3, B5, B8, E0
8	203.2-mm (8-in.) l.w. concrete	A0, E2, E3, C16, E0
9	101.6-mm (4-in.) h.w. concrete with 25.4-mm (1-in.) insulation	A0, E2, E3, B5, C5, E0
10	63.5-mm (2.5-in.) wood with 50.8-mm (2-in.) insulation	A0, E2, E3, B6, B8, E0
11	Roof terrace system	A0, C12, B1, B6, E2, E3, C5, E0
12	152.4-mm (6-in.) h.w. concrete with 25.4-mm (1-in.) insulation	A0, E2, E3, B5, C13, E0
13	101.6-mm (4-in.) wood with 25.4-mm (1-in.) insulation	A0, E2, E3, B5, B9, E0

Source: Reprinted from *ASHRAE Handbook—1985 Fundamentals*, with permission of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, Ga.

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

TABLE 9-9

Thermal properties and code numbers of layers used in calculating coefficients for roofs and walls

Description	Code Number	Thickness and Thermal Properties* L	K	D	SH	R	Wt
Outside surface resistance	A0					0.333	
25.4-mm (1-in.) Stucco (asbestos, cement or wood siding, plaster, etc)	A1	0.0833	0.4	116	0.20	0.208	9.66
101.6-mm (4-in.) facebrick (dense concrete)	A2	0.3333	0.75	130	0.22	0.444	43.3
Steel siding (aluminum or other lightweight cladding)	A3	0.0050	26.0	480	0.10	0.000	2.40
Outside surface resistance							
12.7-mm (0.5-in.) slag, membrane	A4	0.0417	0.83	55	0.40		
9.5-mm, (0.375-in.) felt		0.0313	0.11	70	0.40		
Finish	A6	0.0417	0.24	78	0.26	0.174	3.25
101.6-mm (4-in.) facebrick	A7	0.3333	0.77	125	0.22	0.433	41.6
Air Space Resistance	B1					0.91	
25.4-mm (1-in.) insulation	B2	0.0833	0.025	2.0	0.2	3.32	0.17
50.8-mm (2-in.) insulation	B3	0.1667	0.025	2.0	0.2	6.68	0.33
76.2-mm (3-in.) insulation	B4	0.2500	0.025	2.0	0.2	10.03	0.50
25.4-mm (1-in.) insulation	B5	0.0833	0.025	5.7	0.2	3.33	0.47
50.8-mm (2-in.) insulation	B6	0.1667	0.025	5.7	0.2	6.68	0.95
25.4-mm (1-in.) wood	B7	0.0833	0.067	37.0	0.6	1.19	3.08
62.5-mm (2.5-in.) wood	B8	0.2083	0.067	37.0	0.6	2.98	7.71
14.6-mm (4-in.) wood	B9	0.3333	0.067	37.0	0.6	4.76	2.3
50.8-mm (2-in.) wood	B10	0.1667	0.067	37.0	0.6	2.39	6.18
76.2-mm (3-in.) wood	B11	0.2500	0.067	37.0	0.6	3.58	9.25
76.2-mm (3-in.) insulation	B12	0.2500	0.025	5.7	0.2	10.00	1.42
101.6-mm (4-in.) insulation	B13	0.3333	0.025	5.7	0.2	13.33	1.90
127.0-mm (5-in.) insulation	B14	0.4167	0.025	5.7	0.2	16.67	2.38
152.4-mm (6-in.) insulation	B15	0.5000	0.025	5.7	0.2	20.00	2.85
101.6-mm (4-in.) clay tile	C1	0.3333	0.33	70.0	0.2	1.01	23.3
101.6-mm (4-in.) l.w. concrete block	C2	0.3333	0.22	38.0	0.2	1.51	12.7
101.6-mm (4-in.) h.w. concrete block	C3	0.3333	0.47	61.0	0.2	0.71	20.3
101.6-mm (4-in.) common brick	C4	0.3333	0.42	120.0	0.2	0.79	40.0
101.6-mm (4-in.) h.w. concrete	C5	0.3333	1.00	140.0	0.2	0.333	46.6
203.2-mm (8-in.) clay tile	C6	0.6667	0.33	70.0	0.2	2.02	46.7
203.2-mm (8-in.) l.w. concrete block	C7	0.6667	0.33	38.0	0.2	2.02	25.4
203.2-mm (8-in.) h.w. concrete block	C8	0.6667	0.6	61.0	0.2	1.11	40.7
203.2-mm (8-in.) common brick	C9	0.6667	0.42	120.0	0.2	1.59	80.0
203.2-mm (8-in.) h.w. concrete	C10	0.6667	1.00	140.0	0.2	0.667	93.4
304.8-mm (12-in.) h.w. concrete	C11	1.0000	1.00	140.0	0.2	1.08	140.0
50.8-mm (2-in.) h.w. concrete	C12	1.6667	1.00	140.0	0.2	0.167	23.4
151.4-mm (6-in.) h.w. concrete	C13	0.5000	1.00	140.0	0.2	0.500	70.0
101.6-mm (4-in.) l.w. concrete	C14	0.3333	0.10	40.0	0.2	3.333	13.3
152.4-mm (6-in.) l.w. concrete	C15	0.5000	0.10	40.0	0.2	5.000	20.0
203.2-mm (8-in.) l.w. concrete	C16	0.6667	0.10	40.0	0.2	6.667	26.7
203.2-mm (8-in.) l.w. concrete block (filled insulation)	C17	0.6667	0.08	18.0	0.2	9.00	12.0
203.2-mm (8-in.) l.w. concrete block (filled insulation)	C18	0.6667	0.34	53.0	0.2	1.98	35.4
304.8-mm (12-in.) l.w. concrete block (filled insulation)	C19	1.0000	0.08	19.0	0.2	13.5	19.0
304.8-mm (12-in.) l.w. concrete block (filled insulation)	C20	1.0000	0.39	56.0	0.2	2.59	56.0
Inside surface resistance	E0					0.685	
19.0-mm (0.75-in.) plaster; 19.0-mm (0.75-in.) gypsum or other similar finishing layer	E1	0.0625	0.42	100	0.2	0.149	6.25
12.7-mm (0.5-in.) slag or stone	E2	0.0417	0.83	55	0.40	0.050	2.29
9.5-mm (0.375-in.) felt & membrane	E3	0.0313	0.11	70	0.40	0.285	2.19
Ceiling air space	E4					1.0	
Acoustic tile	E5	0.0625	0.035	30.0	0.20	1.786	1.88

Source: Reprinted from *ASHRAE Handbook—1985 Fundamentals*, with permission of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, Ga.

*Units: L = ft; K = Btu/hr ft °F; D = lb/ft³; SH = Btu/lb °F; R = ft² °F hr/Btu; WT = lb/ft².

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

Cooling load temperature differences for calculating cooling loads for flat roofs

Roof No	Description of Construction	Weight lb/ft²	U-Value Btu/h · ft² · F	Solar Time, hr 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Without Suspended Ceiling																										
1	Steel sheet with 1-in. (or 2-in.) insulation	7 (8)	0.213 (0.124)	1	−2	−3	−3	−5	−3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2	1-in. wood with 1-in. insulation	8	0.170	6	3	0	−1	−3	−3	−2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3	4-in. l.w. concrete	18	0.213	9	5	2	0	−2	−3	−3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4	2-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	−1	−1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5	1-in. wood with 2-in. insulation	9	0.109	3	0	−3	−4	−5	−7	−6	−3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6	6-in. l.w. concrete	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7	2.5-in. wood with 1- insulation	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8	8-in. l.w. concrete	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9	4-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10	2.5-in. wood with 2-in. insulation	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11	Roof terrace system	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12	6-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	(75) 75	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13	4-in. wood with 1-in. (or 2-in.) insulation	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40

253

Continued

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

6) ให้หาภาระความเย็นจากคนจำนวน 10 คน ที่เวลา 14.00 น และเวลา 15.00 น โดยที่เข้าไปในอาคารสำนักงานตั้งแต่เวลา 8.00 น และออกจากสำนักงานเวลา 14.00 น สมมุติว่าคนเหล่านี้มีกิจกรรมทำงานเบา ๆ (10 คะแนน)

TABLE 9-19

Rate of heat gain from occupants of conditioned spaces[a]

Degree of Activity	Typical Application	Total Heat Adult, Male		Total Heat Adjusted[b]		Sensible Heat		Latent Heat	
		Watts	Btu/hr	Watts	Btu/hr	Watts	Btu/hr	Watts	Btu/hr
Seated at rest	theater, movie	115	400	100	350	60	210	40	140
Seated, very light work, writing	offices, hotels, apts.	140	480	120	420	65	230	55	190
Seated, eating	restaurant[c]	150	520	170	580[c]	75	255	95	325
Seated, light work typing	offices, hotels, apts.	185	640	150	510	75	255	75	255
Standing, light work, or walking slowly	retail store, bank	235	800	185	640	90	315	95	325
Light bench work	factory	255	880	230	780	100	345	130	435
Walking, 3 mph, light machine work	factory	305	1040	305	1040	100	345	205	695
Bowling[d]	bowling alley	350	1200	280	960	100	345	180	615
Moderate dancing	dance hall	400	1360	375	1280	120	405	255	875
Heavy work, heavy machine work, lifting	factory	470	1600	470	1600	165	565	300	1035
Heavy work, athletics	gymnasium	585	2000	525	1800	185	635	340	1165

Source: Reprinted from *ASHRAE Handbook and Product Directory—1977 Fundamentals*, with permission of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, Ga.

[a]Note: Tabulated values are based on 78°F room dry-bulb temperature. For 80°F room dry bulb, the total heat remains the same, but the sensible heat value should be decreased by approximately 8 percent and the latent heat values increased accordingly.

[b]Adjusted total heat gain is based on normal percentage of men, women, and children for the application listed, with the postulate that the gain from an adult female is 85 percent of that of an adult male, and that the gain from a child is 75 percent of that of an adult male.

[c]Adjusted total heat value for eating in a restaurant, includes 60 Btu/hr for food per individual (30 Btu sensible, 30 Btu latent).

[d]For bowling figure one person per alley actually bowling, and all others are sitting (400 Btu/hr) or standing and walking slowly (790 Btu/hr).

TABLE 9-20

Sensible cooling-load factors (CLFs) for people

Total Hours in Space	Hours after Each Entry into Space																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
12	0.55	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.45	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.50	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21

Source: Reprinted from *ASHRAE Handbook—1985 Fundamentals*, with permission of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, Ga.