

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1

ปีการศึกษา 2549

วันที่ 8 ตุลาคม 2549

เวลา 09.00 - 12.00 น.

วิชา 215-433 Refrigeration and Air-conditioning

ห้อง R200

216-433 Refrigeration and Air-conditioning

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. ไม่อนุญาตให้นำนาฬิกา ด่านา หรือเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	30	
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	
6	30	
คะแนนรวม	140	

รศ.กำพล ประทีปชัยกุล (ตอน 01)

อ.พุทธิพงษ์ แสนสบาย (ตอน 02)

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ-สกุล.....

รหัส.....

ตอน.....

ข้อ 1) จงอธิบาย (คะแนนข้อย่อยละ 2 คะแนน ทำทุกข้อ)

1.1 ให้แสดงการหาความสัมพันธ์ระหว่าง COP ของระบบทำความเย็น และ COP ของ ฮีตปั๊ม

1.2. Evaporator สามารถแบ่งประเภทตามวิธีการแยกน้ำมันหล่อลื่นได้ 2 ชนิดคืออะไรบ้าง

1...

2...

1.3 หากแบ่งประเภทของ Evaporator ตาม function แบ่งได้ 3 ชนิดคืออะไรบ้าง

1...

2...

3...

1.4 ให้บอกชนิดของอุปกรณ์ควบคุมการไหลของสารทำความเย็นมา 4 ชนิด

1...

2...

3...

4...

1.5 อุปกรณ์ควบคุมการไหลของสารทำความเย็นมีหน้าที่อะไรบ้าง

1.6 Filter driers มีหน้าที่อะไรและมักจะติดตั้งที่ตำแหน่งใดในระบบปรับอากาศ

1.7 Thermostat มีกี่ชนิด อะไรบ้าง และมีหน้าที่อะไร

1.8. จงบอกถึงคุณสมบัติที่ต้องการของสารทำความเย็นควรเป็นเช่นใด เพราะเหตุใด

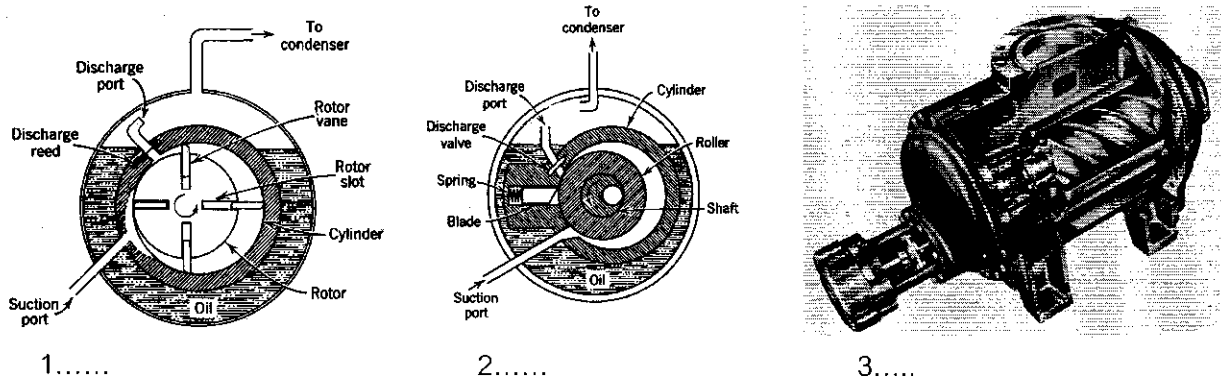
- ความร้อนแฝงของการระเหย
- อุณหภูมิเยือกแข็งเป็นเช่นใด
- ความดันระเหยเป็นเช่นใด

1.9 การตรวจสอบการรั่วของสารทำความเย็นมีกี่วิธี ทำได้อย่างไรบ้าง

1.10 การตรวจสอบการรั่วของแอมโมเนีย ด้วยวิธีปฏิกิริยาเคมีต้องทำอย่างไร

1.11 ทำไมสารทำความเย็นชนิด CFCs จึงถูกห้ามใช้ในปัจจุบัน

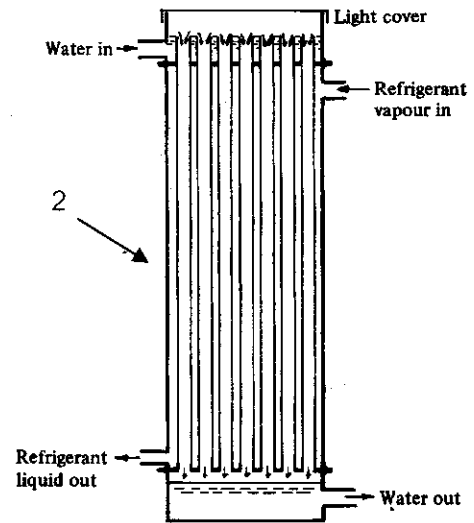
1.12 ให้อธิบายการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในรูป ว่าเป็นแบบใด



1.13 ให้อธิบายชนิด condenser ในรูป ว่าเป็นแบบใด

1

2.....

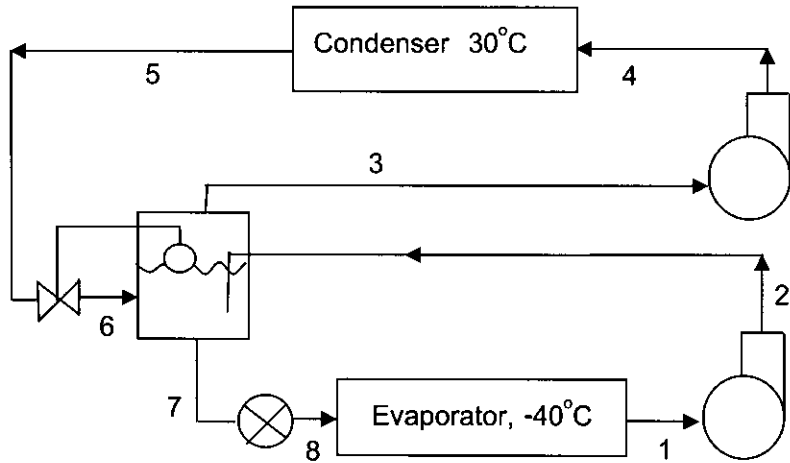


1.14 จงอธิบายหลักทำความเย็นโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล

1.15 จงให้ความหมายของค่าความเย็น 1 ตัน

ข้อ 2. ระบบทำความเย็นแบบ 2 ชั้น ใช้สารทำความเย็น R-22 โดยมีอุปกรณ์ flash gas removal และ inter-cooling ดังแสดงในไดอะแกรม อุณหภูมิระเหย -40°C และอุณหภูมิควบแน่น 30°C ค่า pumping capacity ของคอมเพรสเซอร์ความดันสูง และคอมเพรสเซอร์ความดันต่ำแสดงในกราฟ ให้เขียน P-h ไดอะแกรม

- ของระบบ และ จงหา ก) ความดันช่วงกลาง ข) กำลังรวมของคอมเพรสเซอร์
 ค) ค่า refrigerating effect ของระบบ ง) COP ของระบบ



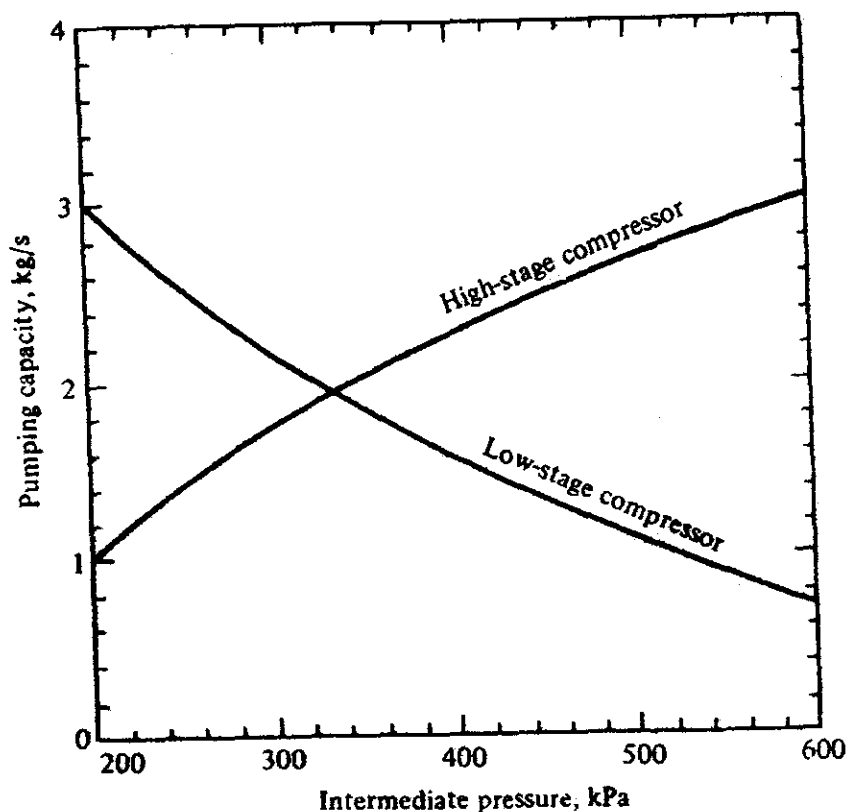


Table A-6 Refrigerant 22: properties of liquid and saturated vapor⁶

<i>t</i> , °C	<i>P</i> , kPa	Enthalpy, kJ/kg		Entropy, kJ/kg · K		Specific volume, L/kg	
		<i>h_f</i>	<i>h_g</i>	<i>s_f</i>	<i>s_g</i>	<i>ν_f</i>	<i>ν_g</i>
-60	37.48	134.763	379.114	0.73254	1.87886	0.68208	537.152
-55	49.47	139.830	381.529	0.75599	1.86389	0.68856	414.827
-50	64.39	144.959	383.921	0.77919	1.85000	0.69526	324.557
-45	82.71	150.153	386.282	0.80216	1.83708	0.70219	256.990
-40	104.95	155.414	388.609	0.82490	1.82504	0.70936	205.745
-35	131.68	160.742	390.896	0.84743	1.81380	0.71680	166.400
-30	163.48	166.140	393.138	0.86976	1.80329	0.72452	135.844
-14	306.78	183.878	399.951	0.93997	1.77371	0.75143	74.9572
-12	329.89	186.147	400.759	0.94862	1.77039	0.75506	69.9478
-10	354.30	188.426	401.555	0.95725	1.76713	0.75876	65.3399
-9	367.01	189.571	401.949	0.96155	1.76553	0.76063	63.1746
-8	380.06	190.718	402.341	0.06585	1.76394	0.76253	61.0958
-7	393.47	191.868	402.729	0.97014	1.76237	0.76444	59.0996
-6	407.23	193.021	403.114	0.97442	1.76082	0.76636	57.1820
28	1130.9	234.115	414.050	1.11703	1.71450	0.84610	20.8411
29	1161.1	235.387	414.293	1.12116	1.71325	0.84899	20.2829
30	1191.9	236.664	414.530	1.12530	1.71200	0.85193	19.7417
31	1223.2	237.944	414.762	1.12943	1.71075	0.85491	19.2168
32	1255.2	239.230	414.987	1.13355	1.70950	0.85793	18.7076
33	1287.8	240.520	415.207	1.13768	1.70826	0.86101	18.2135

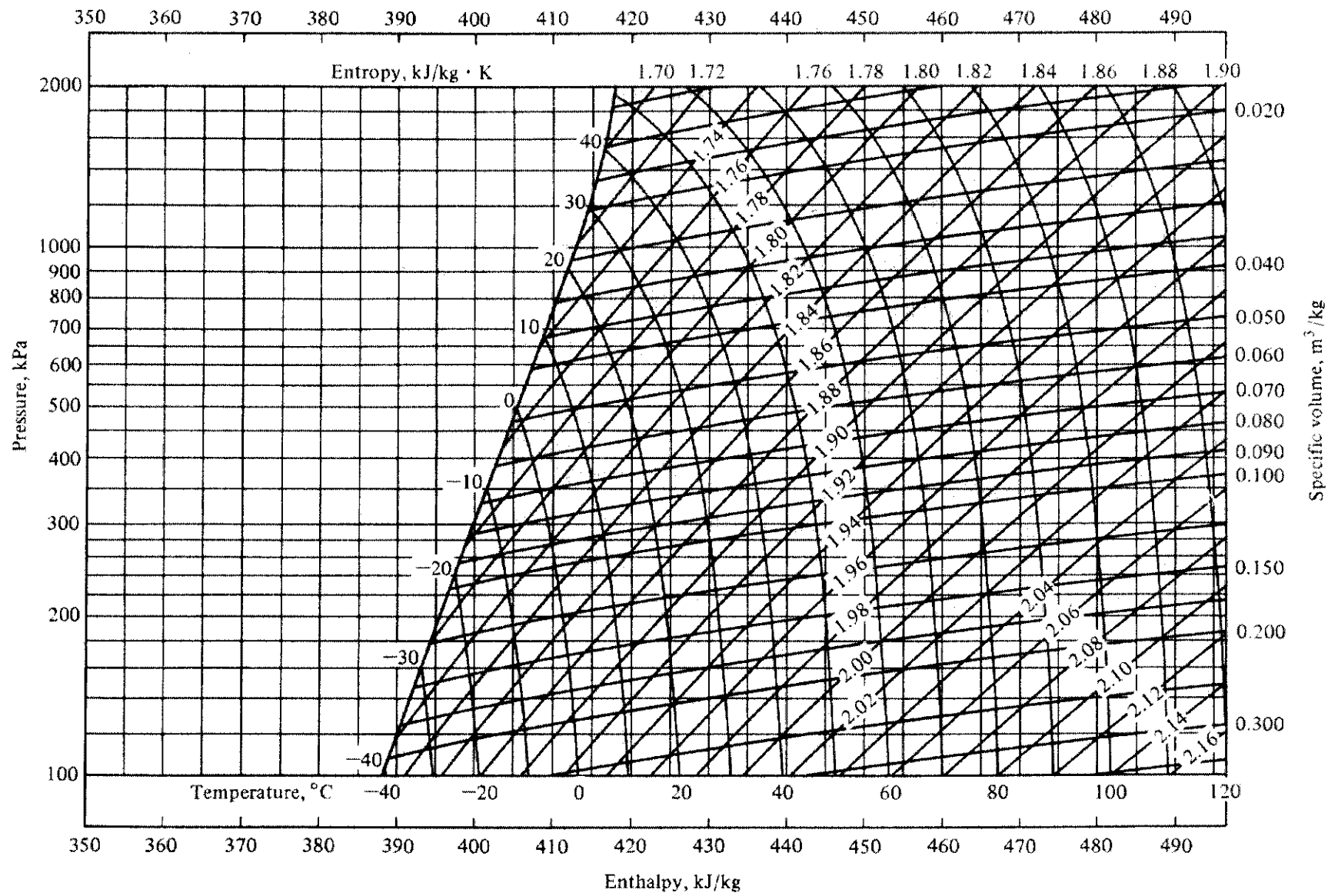


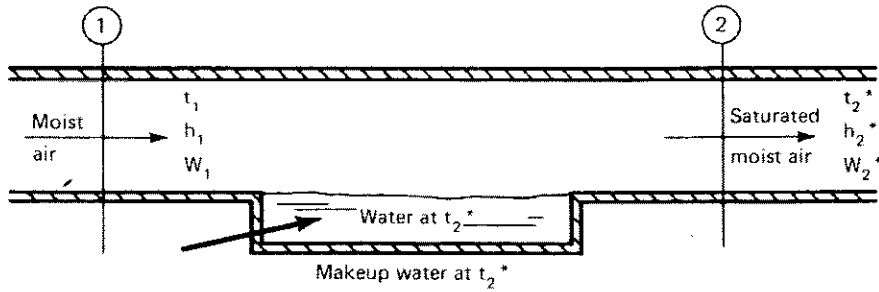
Figure A-4 Pressure-enthalpy diagram of superheated refrigerant 22 vapor. (Prepared for this book by the Technical University of Denmark from data in Ref. 9.)

๓๒๒-๒๕
 ๗๒๒
 ๗๒๒

ข้อ 3. เครื่องควบแน่นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ สามารถระบายความร้อนออกได้ 70 kW จากสารทำความเย็น เครื่องควบแน่นนี้ มีพื้นที่ผิวของการถ่ายโอนความร้อนด้านอากาศ (air-side area) 210 m² ค่า U ที่คิดจากพื้นที่ผิวดังกล่าว 0.037 kW/m² K อากาศมีอัตราไหล 6.6 m³/s ความหนาแน่น 1.15 kg/m³ ถ้าอุณหภูมิควบแน่นมีค่า 55 °C ให้หาค่าอุณหภูมิสูงสุดที่เป็นไปได้ของอากาศที่ทางเข้า (ให้ C_{pa} = 1.004 kJ/ kg K)

ข้อ 4. Adiabatic saturator ดังรูป ความดันของอากาศที่เข้า และออก มีค่า 14.696 lbf/in² อุณหภูมิอากาศขาเข้าและออกจากอุปกรณ์ มีค่า 80 °F และ 64 °F ตามลำดับ ให้คำนวณหาค่าอัตราส่วนความชื้น W₁ และความชื้นสัมพัทธ์ φ₁ (ให้ C_{pa} = 0.24 Btu/bl °F)

กำหนดให้ $W = 0.6219 \frac{P_v}{P_a}$ และ $W_1 = \frac{W_2^* h_{fg}^* - C_{pa}(T_1 - T_2^*)}{h_{g1} - h_{f2}^*}$

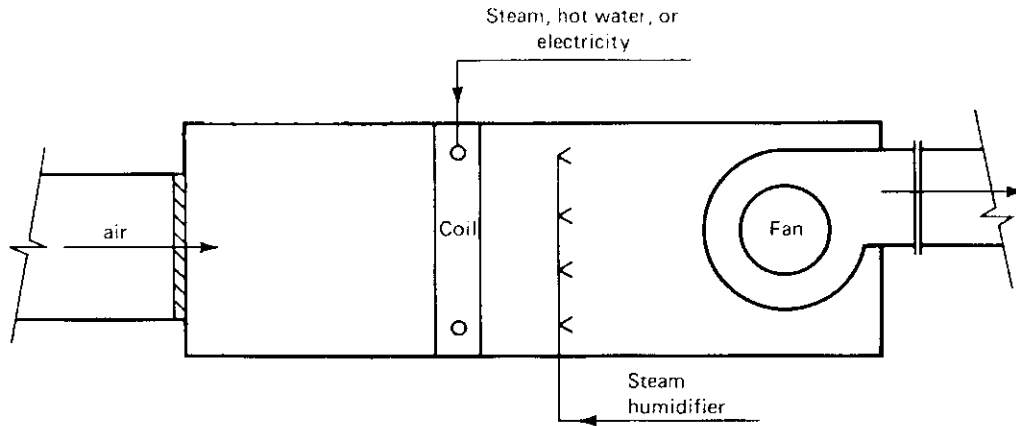


Thermodynamic properties of water vapor at saturation

Temp. °F	Absolute Pressure $P_{w,s}$		Specific Volume, ft ³ /lbm		Enthalpy, Btu/lbm		Entropy, Btu/lbm · °R	
	lb/in ²	In. Hg	Sat. Liquid v_f	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid h_f	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Sat. Vapor s_g
61	0.26557	0.54223	0.01604	1166.8	28.63	1087.92	0.05656	2.0906
62	0.27514	0.56177	0.01604	1128.4	29.63	1088.36	0.05848	2.0876
63	0.28501	0.58192	0.01604	1091.3	30.63	1088.80	0.06039	2.0845
64	0.29519	0.60271	0.01604	1055.7	31.63	1089.23	0.06230	2.0815
65	0.30569	0.62415	0.01605	1021.4	32.63	1089.67	0.06421	2.0785
66	0.31651	0.64625	0.01605	988.28	33.64	1090.11	0.06612	2.0755
67	0.32767	0.66903	0.01605	956.42	34.64	1090.54	0.06802	2.0725
68	0.33917	0.69251	0.01605	925.71	35.64	1090.98	0.06993	2.0695
69	0.35102	0.71671	0.01605	896.13	36.64	1091.41	0.07182	2.0666
70	0.36324	0.74165	0.01605	867.61	37.65	1091.85	0.07372	2.0636
71	0.37582	0.76734	0.01606	840.12	38.65	1092.29	0.07561	2.0607
72	0.38878	0.79381	0.01606	813.61	39.66	1092.72	0.07750	2.0578
73	0.40214	0.82107	0.01606	788.05	40.66	1093.16	0.07939	2.0549
74	0.41589	0.84915	0.01606	763.40	41.67	1093.59	0.08128	2.0520
75	0.43005	0.87806	0.01607	739.62	42.67	1094.03	0.08316	2.0491
76	0.44462	0.90782	0.01607	716.69	43.68	1094.46	0.08504	2.0463
77	0.45963	0.93846	0.01607	694.56	44.68	1094.90	0.08691	2.0434
78	0.47508	0.97000	0.01607	673.20	45.69	1095.33	0.08879	2.0406
79	0.49098	1.0025	0.01607	652.59	46.70	1095.76	0.09065	2.0378
80	0.50734	1.0359	0.01608	632.70	47.70	1096.20	0.09252	2.0350
81	0.52417	1.0702	0.01608	613.49	48.71	1096.63	0.09439	2.0322
82	0.54149	1.1056	0.01608	595.00	49.63	1097.07	0.09609	2.0294
83	0.55930	1.1420	0.01608	577.08	50.65	1097.50	0.09798	2.0267
84	0.57762	1.1794	0.01609	559.78	51.68	1097.93	0.09987	2.0239
85	0.59646	1.2178	0.01609	543.06	52.71	1098.36	0.10176	2.0212

Temp. °F	Absolute Pressure $P_{w,s}$		Specific Volume, ft ³ /lbm		Enthalpy, Btu/lbm		Entropy, Btu/lbm · °R	
	lb/in ²	In. Hg	Sat. Liquid v_f	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid h_f	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Sat. Vapor s_g
211	14.410	29.422	0.01671	27.300	179.35	1149.93	0.31085	1.7577
212	14.699	30.013	0.01671	26.798	180.36	1150.30	0.31234	1.7561
215	15.595	31.842	0.01674	25.355	183.36	1151.42	0.31681	1.7514
220	17.189	35.095	0.01677	23.150	188.38	1153.28	0.32420	1.7436
225	18.914	38.619	0.01681	21.168	193.40	1155.12	0.33155	1.7359
230	20.78	42.429	0.01685	19.385	198.42	1156.93	0.33885	1.7284

ข้อ 5. อากาศชั้นที่ 60°Fdb และความชื้นสัมพัทธ์ 20% เข้าสู่เครื่องเพิ่มความชื้นและอุณหภูมิ ด้วยอัตราการไหล 1,600 cfm อากาศถูกทำให้ร้อน แล้วตามด้วยการเพิ่มความชื้นแบบ adiabatic ด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 212°F (ตารางไอน้ำอยู่หน้า 10) ทำให้อากาศออกจากเครื่องด้วยอุณหภูมิ 115°Fdb และความชื้นสัมพัทธ์ 30% จงหา อัตราการให้ความร้อน และ อัตราการใช้ไอน้ำ



RAE PSYCHROMETRIC CHART NO. 1

Chart 1a

NORMAL TEMPERATURE

BAROMETRIC PRESSURE 29.921 INCHES OF MERCURY

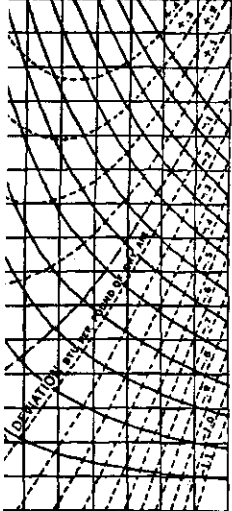
COPYRIGHT 1963

AN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.

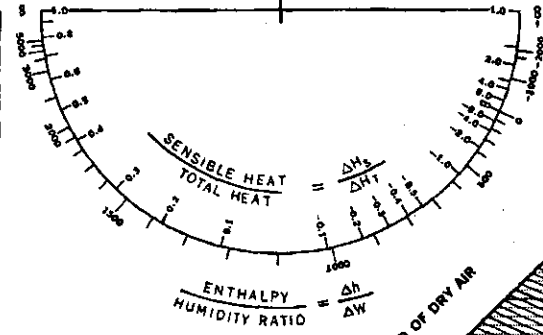


SEA LEVEL

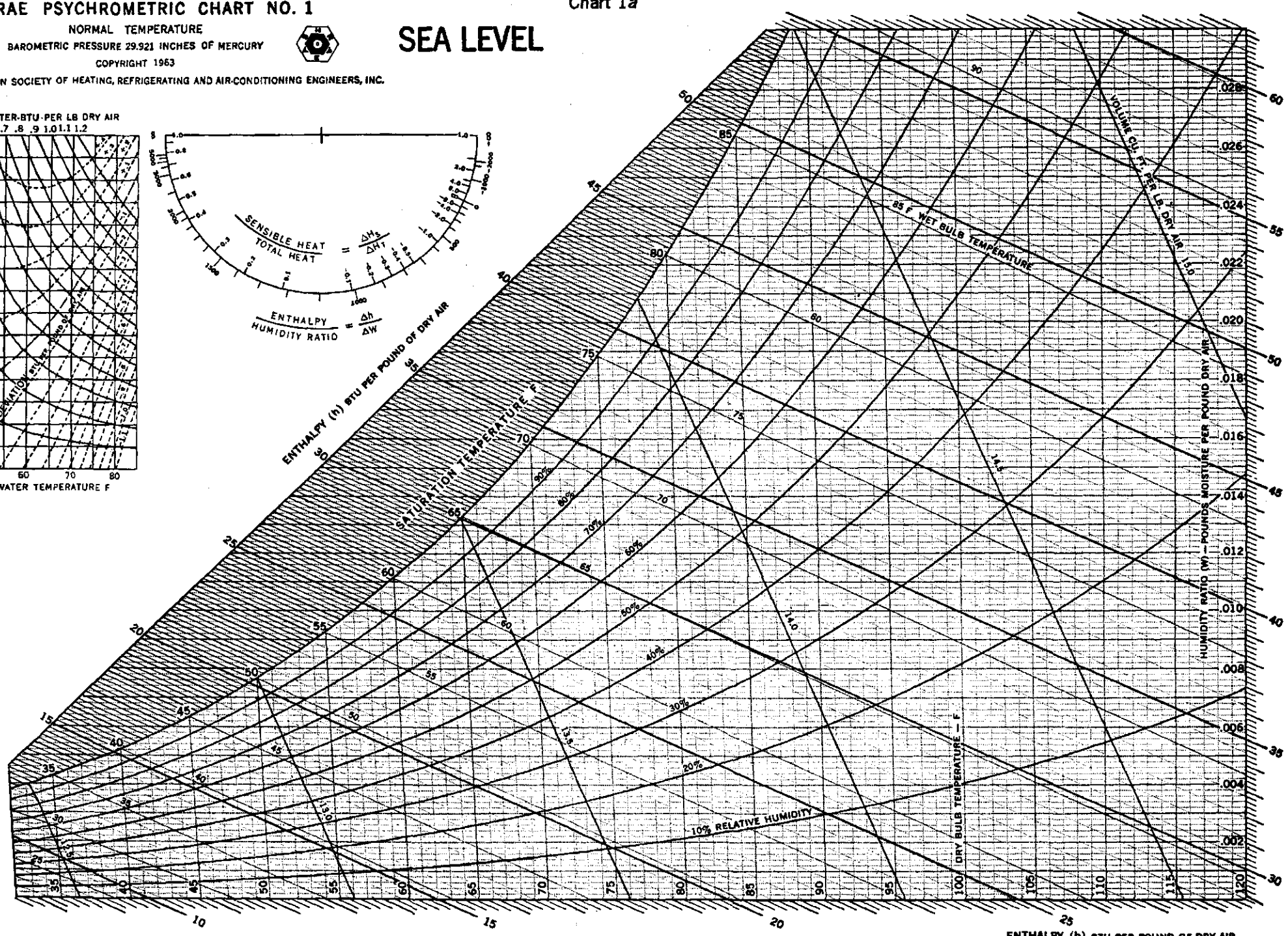
ATER-BTU-PER LB DRY AIR
7 8 9 1.0 1.1 1.2



WATER TEMPERATURE F



ENTHALPY (h) BTU PER POUND OF DRY AIR



ENTHALPY (h) BTU PER POUND OF DRY AIR

ข้อ 6. จงคำนวณภาระความร้อน ผ่านผนังกำแพง ทิศตะวันตก และหน้าต่างทิศใต้ของอาคารในขนาดใหญ่ ระบบปรับอากาศของอาคารทำงาน 24 ชั่วโมง โดยมีข้อกำหนดดังนี้

- ที่ตั้ง latitude 10 °N เวลาที่ต้องการคำนวณ 15.00 น. เดือนเมษายน
- อุณหภูมิออกแบบภายใน 78 °Fdb 50%RH
- อุณหภูมิออกแบบภายนอก 95 °Fdb 82°Fwb และ 18°F daily range
- กำแพงทิศตะวันตก เป็นกำแพงก่ออิฐ แบบ Face of common solid brick หนา 8 นิ้ว น้ำหนัก 87 lb/ft² ภายในไม่ได้บุอะไรทั้งสิ้น มีพื้นที่ 150 ft²
- หน้าต่างทิศใต้ เป็นกระจกธรรมดา (ordinary) มีมู่ลี่ สีอ่อน พื้นที่หน้าต่างรวม 10 ft²
- น้ำหนักโครงสร้างอาคาร 100 lb/ft² พื้นห้อง
- ค่า Δt_e ของกำแพง ในวันเวลาข้างต้น หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\Delta t_e = \Delta t_{es} + \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es}) = \frac{R_s}{R_m} \Delta t_{em} + (1 - \frac{R_s}{R_m}) \Delta t_{es}$$

เมื่อ

Δt_e = equivalent temperature difference สำหรับ เวลาและวันที่ต้องการ

Δt_{es} = equivalent temperature difference สำหรับกำแพงในร่ม(ทิศเหนือ) ที่เวลา และวันที่ต้องการ โดยใช้ค่าแก้ไขด้วย

Δt_{em} = equivalent temperature difference สำหรับกำแพงที่รับแดดในทิศที่ต้องการ ที่ เวลา และวันที่ต้องการ โดยใช้ค่าแก้ไขด้วย

R_s = maximum solar heat gain in Btu/(hr) (sq ft) ผ่านกระจกสำหรับกำแพงที่หันหน้าไปทิศที่ต้องการ ในเดือน และ latitude ที่ต้องการ

R_m = maximum solar heat gain in Btu/(hr)(sq ft) ผ่านกระจกสำหรับกำแพงที่หันหน้าไปทิศที่ต้องการ ในเดือน กรกฎาคม และ 40 North latitude

TABLE 6-PEAK SOLAR HEAT GAIN THRU ORDINARY GLASS*
Btu/(hr)(sq ft)

NORTH LAT	MONTH	EXPOSURE NORTH L ATITUDE										MONTH	SOUTH LAT
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Horiz			
0°	June	59	156	147	42	14	42	147	156	226		Dec	0°
	July & May	48	153	152	52	14	52	152	153	233		Nov & Jan	
	Aug & April	25	141	163	79	14	79	163	141	245		Oct & Feb	
	Sept & March	10	118	167	118	14	118	167	118	250		Sept & March	
	Oct & Feb	10	79	163	141	34	141	163	79	245		Aug & April	
	Nov & Jan	10	52	152	153	67	153	152	52	233		July & May	
	Dec	10	42	147	156	82	156	147	42	226		June	
10°	June	40	153	155	55	14	55	155	153	243		Dec	10°
	July & May	30	148	158	66	14	66	158	148	247		Nov & Jan	
	Aug & April	13	130	163	94	14	94	163	130	250		Oct & Feb	
	Sept & March	10	103	164	127	28	127	164	103	247		Sept & March	
	Oct & Feb	10	66	155	149	73	149	155	66	230		Aug & April	
	Nov & Jan	9	37	143	161	106	101	143	37	210		July & May	
	Dec	9	28	137	163	120	163	137	28	202		June	
20°	June	26	154	160	73	14	73	160	154	250		Dec	20°
	July & May	19	138	163	85	14	85	163	138	251		Nov & Jan	
	Aug & April	11	118	165	113	26	113	165	118	247		Oct & Feb	
	Sept & March	10	87	163	140	65	140	163	87	233		Sept & March	
	Oct & Feb	9	52	147	160	111	160	147	52	208		Aug & April	
	Nov & Jan	8	26	128	164	141	164	128	26	180		July & May	
	Dec	8	18	121	167	149	167	121	18	170		June	
30°	June	20	139	161	90	21	90	161	139	250		Dec	30°
	July & May	16	131	164	100	30	100	164	131	246		Nov & Jan	
	Aug & April	11	108	165	129	63	129	165	108	235		Oct & Feb	
	Sept & March	9	90	158	152	105	152	158	90	212		Sept & March	
	Oct & Feb	8	39	135	163	145	163	135	39	179		Aug & April	
	Nov & Jan	7	16	116	162	159	162	116	16	145		July & May	
	Dec	6	12	105	162	163	162	105	12	131		June	
40°	June	17	133	162	111	54	111	162	133	237		Dec	40°
	July & May	15	127	164	125	69	125	164	127	233		Nov & Jan	
	Aug & April	11	102	162	146	102	146	162	102	214		Oct & Feb	
	Sept & March	9	58	149	162	140	162	149	58	183		Sept & March	
	Oct & Feb	7	35	122	163	162	163	122	35	129		Aug & April	
	Nov & Jan	5	12	100	156	166	156	100	12	103		July & May	
	Dec	5	10	86	148	165	148	86	10	85		June	
50°	June	16	126	164	135	93	135	164	126	220		Dec	50°
	July & May	14	117	163	143	106	143	163	117	211		Nov & Jan	
	Aug & April	11	94	158	157	138	157	158	94	185		Oct & Feb	
	Sept & March	8	58	138	163	158	163	138	58	148		Sept & March	
	Oct & Feb	5	29	105	157	167	157	105	29	94		Aug & April	
	Nov & Jan	4	9	64	127	153	127	64	9	53		July & May	
	Dec	3	7	47	116	141	116	47	7	40		June	
		5	SE	E	NE	N	NW	W	SW	Horiz			
EXPOSURE SOUTH L ATITUDE													
Solar Gain Correction	Steel Sash or No Sash X 1/.85 or 1.17	Haze -15% (Max)		Altitude +0.7% per 1000 ft			Dewpoint Above 67 F -7% per 10 F			Dewpoint Below 67 F +7% per 10 F		South Lat Dec or Jan +7%	

TABLE 7-STORAGE LOAD FACTORS, SOLAR HEAT GAIN THRU GLASS
WITH INTERNAL SHADE*
24 Hour Operation, Constant Space Temperature†

EXPOSURE (North Lat)	WEIGHTS (lb per sq ft of floor area)	SUN TIME																				EXPOSURE (South Lat)					
		AM										PM											AM				
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1		2	3	4	5	
Northeast	150 & over	.47	.58	.54	.42	.27	.21	.20	.19	.18	.17	.16	.14	.12	.09	.08	.07	.06	.06	.05	.05	.04	.04	.04	.03	Southeast	
	100	.48	.60	.57	.46	.30	.24	.20	.19	.17	.16	.15	.13	.11	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.03	.03	.02	.02		
	30	.55	.76	.73	.58	.36	.24	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.07	.04	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0	0	0		
East	150 & over	.39	.56	.62	.59	.49	.33	.23	.21	.20	.18	.17	.15	.12	.10	.09	.08	.08	.07	.06	.05	.05	.05	.04	.04	East	
	100	.40	.58	.65	.63	.52	.35	.24	.22	.20	.18	.16	.14	.12	.09	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.03	.03	.02		
	30	.46	.70	.80	.79	.64	.42	.25	.19	.16	.14	.11	.09	.07	.04	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0	0	0		
Southeast	150 & over	.04	.28	.47	.59	.64	.62	.53	.41	.27	.24	.21	.19	.16	.14	.12	.11	.10	.09	.08	.07	.06	.06	.05	.05	Northeast	
	100	.03	.28	.47	.61	.67	.65	.57	.44	.29	.24	.21	.18	.15	.12	.10	.09	.08	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.03		
	30	0	.30	.57	.75	.84	.81	.69	.50	.30	.20	.17	.13	.09	.05	.04	.03	.02	.01	0	0	0	0	0	0		
South	150 & over	.06	.06	.23	.38	.51	.60	.66	.67	.64	.59	.42	.24	.22	.19	.17	.15	.13	.12	.11	.10	.09	.08	.07	.07	North	
	100	.04	.04	.22	.38	.52	.63	.70	.71	.69	.59	.45	.26	.22	.18	.16	.13	.12	.10	.09	.08	.07	.06	.06	.05		
	30	.10	.21	.43	.63	.77	.86	.88	.82	.56	.50	.24	.16	.11	.08	.05	.04	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0		
Southwest	150 & over	.08	.08	.09	.10	.11	.24	.39	.53	.63	.66	.61	.47	.23	.19	.18	.16	.14	.13	.11	.10	.09	.08	.08	.07	Northwest	
	100	.07	.08	.08	.08	.10	.24	.40	.55	.66	.70	.64	.50	.26	.20	.17	.15	.13	.11	.10	.09	.08	.07	.06	.05		
	30	.03	.04	.06	.07	.09	.23	.47	.67	.81	.86	.79	.60	.26	.17	.12	.08	.05	.04	.03	.02	.01	.01	0	0		
West	150 & over	.08	.09	.09	.10	.10	.10	.10	.18	.36	.52	.63	.65	.55	.22	.19	.17	.15	.14	.12	.11	.10	.09	.08	.07	West	
	100	.07	.08	.08	.09	.09	.09	.09	.18	.36	.54	.66	.68	.60	.25	.20	.17	.15	.13	.11	.10	.08	.07	.06	.05		
	30	.03	.04	.06	.07	.08	.08	.08	.19	.42	.65	.81	.85	.74	.30	.19	.13	.09	.06	.05	.03	.02	.02	.01	0		
Northwest	150 & over	.08	.09	.10	.10	.10	.10	.10	.16	.33	.49	.61	.60	.19	.17	.15	.13	.12	.10	.09	.08	.08	.07	.06	.06	Southwest	
	100	.07	.08	.09	.09	.10	.10	.10	.16	.34	.52	.65	.64	.23	.18	.15	.12	.11	.09	.08	.07	.06	.06	.05			
	30	.03	.05	.07	.08	.09	.10	.10	.17	.39	.63	.80	.79	.28	.18	.12	.09	.06	.04	.03	.02	.02	.01	0	0		
North and Shade	150 & over	.08	.37	.67	.71	.74	.76	.79	.81	.83	.84	.86	.87	.88	.29	.26	.23	.20	.19	.17	.15	.14	.12	.11	.10	South and Shade	
	100	.06	.31	.67	.72	.76	.79	.81	.83	.85	.87	.88	.90	.91	.30	.26	.22	.19	.16	.15	.13	.12	.10	.09	.08		
	30	0	.25	.74	.83	.88	.91	.94	.96	.96	.98	.98	.99	.99	.26	.17	.12	.08	.05	.04	.03	.02	.01	.01	.01		

Equation: Cooling Load, Btu/hr = [Peak solar heat gain, Btu/(hr) (sq ft), (Table 6)]
 × [Window area, sq ft]
 × [Shade factor, Haze factor, etc., (Chapter 4)]
 × [Storage factor, (above Table at desired time)]

TABLE 19-EQUIVALENT TEMPERATURE DIFFERENCE (DEG F)

FOR DARK COLORED †, SUNLIT AND SHADED WALLS*

Based on Dark Colored Walls; 95 F db Outdoor Design Temp; Constant 80F db Room Temp;
20 deg F Daily Range; 24-hour Operation; July and 40 N. Lat. †

EXPOSURE	WEIGHTS OF WALL ‡ (lb/sq ft)	SUN TIME																												
		AM												PM												AM				
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5					
Northeast	20	5	15	22	23	24	19	14	13	12	13	14	14	14	12	10	8	6	4	2	0	-2	-3	-4	-2					
	60	1	2	-2	5	24	22	20	15	10	11	12	13	14	13	12	11	10	8	6	4	2	1	0	-1					
	100	4	3	4	4	4	10	16	15	14	12	10	11	12	12	12	11	10	9	8	7	6	6	5	5					
	140	5	5	6	6	6	6	6	10	14	16	14	12	10	10	10	10	10	10	10	9	9	8	7	7					
East	20	1	17	30	33	36	35	32	20	12	13	14	14	14	12	10	8	6	4	2	0	-1	-2	-3	-3					
	60	-1	-1	0	21	30	31	31	19	14	13	12	13	14	13	12	11	10	8	5	4	3	1	1	0					
	100	5	5	6	8	14	20	24	25	24	20	18	16	14	14	13	12	11	10	9	8	7	7	6	6					
	140	11	10	10	9	8	9	10	15	18	19	18	17	16	14	12	13	14	14	14	13	13	12	12	12	12				
Southeast	20	10	6	13	19	26	27	28	26	24	19	16	15	14	12	10	8	6	4	2	0	-1	-1	-2	-2					
	60	1	1	0	13	20	24	28	26	25	21	18	15	14	13	12	11	10	8	6	5	4	3	3	2					
	100	7	7	6	6	6	11	16	17	18	19	18	16	14	13	12	11	10	10	9	9	8	8	7	7					
	140	9	8	8	8	8	7	6	11	14	15	16	18	16	15	14	13	12	12	12	11	11	10	10	9					
South	20	-1	-2	-4	1	4	14	22	27	30	28	26	20	16	12	10	7	6	3	2	1	1	0	0	-1					
	60	-1	-3	-4	-3	-2	7	12	20	24	25	26	23	20	15	12	10	8	6	4	2	1	1	0	-1					
	100	4	4	2	2	2	3	4	8	12	15	16	18	18	15	14	11	10	9	8	8	7	6	6	5					
	140	7	6	6	5	4	4	4	4	4	7	10	13	14	15	16	16	14	12	10	10	9	9	8	7					
Southwest	20	-2	-4	-4	-2	0	4	6	19	26	34	40	41	42	30	24	12	6	4	2	1	1	0	-1	-1					
	60	2	1	0	0	0	1	2	8	12	24	32	35	36	35	34	20	10	7	6	5	4	4	3	3					
	100	7	5	6	5	4	5	6	7	8	12	14	19	22	23	24	23	22	15	10	10	9	9	8	7					
	140	8	8	8	8	8	7	6	6	6	7	8	9	10	15	18	19	20	13	8	8	8	8	8	8					
West	20	-2	-3	-4	-2	0	3	6	14	20	32	40	45	48	34	22	14	8	5	2	1	0	0	-1	-1					
	60	2	1	0	0	0	2	4	7	10	19	26	34	40	41	36	28	16	10	6	5	4	3	3	2					
	100	7	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	17	20	25	28	27	26	19	14	12	11	10	9	8					
	140	12	11	10	9	8	8	8	9	10	10	10	11	12	14	16	21	22	23	22	20	18	16	15	13					
Northwest	20	-3	-4	-4	-2	0	3	6	10	12	19	24	33	40	37	34	18	6	4	2	0	-1	-1	-2	-2					
	60	-2	-3	-4	-3	-2	0	2	6	8	10	12	21	30	31	32	21	12	8	6	4	3	1	0	-1					
	100	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	9	12	17	20	21	22	14	8	7	7	6	6	5					
	140	8	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10	14	18	19	20	16	7	11	10	9					
North (Shade)	20	-3	-3	-4	-3	-2	1	4	8	10	12	14	13	12	10	8	6	4	2	0	0	13	-1	-2	-2					
	60	-3	-3	-4	-3	-2	-1	0	3	6	8	10	11	12	12	10	8	6	4	2	-1	0	-1	-2						
	100	1	1	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	5	5	8	7	6	5	4	3	1	2	2	1					
	140	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	7	6	4	3	2	2	1					
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5					
		AM												PM												AM				
		SUN TIME																												

Equation: Heat Gain Thru Walls, Btu/hr = (Area, sq ft) X (equivalent temp diff) X (transmission coefficient U, Tables 21 thru 25)

*All values are for the both insulated and uninsulated walls.

† For other conditions, refer to corrections on page 64.

‡ "Weight per sq ft" values for common types of construction are listed in Tables 21 thru 25.

For wall constructions less than 20 lb/sq ft, use listed values of 20 lb/sq ft.

TABLE 20A-CORRECTIONS TO EQUIVALENT TEMPERATURES (DEG F)



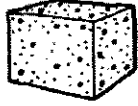

OUTDOOR DESIGN FOR MONTH AT 3 P.M. MINUS ROOM TEMP (deg F)	DAILY RANGE (deg F)																
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
-30	-39	-40	-41	-42	-43	-44	-45	-46	-47	-48	-49	-50	-51	-52	-53	-54	-55
-20	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35	-36	-37	-38	-39	-40	-41	-42	-43	-44	-45
-10	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35
0	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25
5	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20
10	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15
15	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10
20	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
25	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
30	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
35	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
40	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15

TABLE 21—TRANSMISSION COEFFICIENT U—MASONRY WALLS*

FOR SUMMER AND WINTER

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of wall and finishes.

EXTERIOR FINISH	THICK-NESS (Inches) and WEIGHT (lb per sq ft)	INTERIOR FINISH											
		None	1/2" Gypsum Board (Plaster Board) (2)	1/2" Plaster on Wall		Metal Lath Plastered on Furring		1/2" Gypsum or Wood Lath Plastered on Furring		Insulating Board Plaster or Plastered on Furring			
				Sand Agg (6)	Lt Wt Agg (3)	1/2" Sand Plaster (7)	1/2" Lt Wt Plaster (3)	1/2" Sand Plaster (7)	1/2" Lt Wt Plaster (2)	1/2" Board (2)	1" Board (4)		
SOLID BRICK 	Face & Common	8 (87)	.48	.41	.45	.41	.31	.28	.29	.27	.22	.16	
		12 (123)	.35	.31	.33	.30	.25	.23	.23	.22	.19	.14	
		16 (173)	.27	.25	.26	.25	.21	.19	.20	.19	.16	.13	
	Common Only	8 (80)	.41	.36	.39	.35	.28	.26	.26	.25	.21	.15	
		12 (120)	.31	.28	.30	.27	.23	.22	.22	.21	.18	.14	
		16 (160)	.25	.23	.24	.23	.19	.18	.18	.18	.16	.12	
STONE 	8 (100)	.67	.55	.63	.53	.39	.34	.35	.32	.26	.18		
	12 (150)	.55	.47	.52	.46	.34	.31	.31	.29	.24	.17		
	16 (200)	.47	.41	.45	.40	.31	.28	.28	.27	.22	.16		
	24 (300)	.36	.32	.35	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15		
	ADOBE-BLOCKS OR BRICK	8 (26)	.34	.30	.32	.30	.25	.23	.23	.22	.18	.12	
		12 (40)	.25	.23	.24	.23	.20	.18	.18	.18	.15	.14	
POURED CONCRETE 		140 lb/cu ft	6 (70)	.75	.55	.69	.58	.41	.36	.37	.34	.27	.18
		8 (93)	.67	.49	.63	.53	.39	.34	.35	.32	.26	.17	
		10 (117)	.61	.44	.57	.49	.36	.32	.33	.31	.25	.17	
		12 (140)	.55	.40	.52	.45	.34	.31	.31	.29	.24	.16	
	80 lb/cu ft	6 (40)	.31	.28	.30	.27	.23	.21	.22	.21	.18	.14	
	8 (33)	.25	.23	.24	.23	.19	.18	.18	.18	.16	.12		
HOLLOW CONCRETE BLOCKS 	10 (66)	.21	.19	.20	.19	.17	.16	.15	.14	.14	.11		
	12 (80)	.18	.17	.17	.15	.15	.14	.14	.14	.12	.10		
	30 lb/cu ft	6 (15)	.13	.13	.13	.13	.12	.11	.11	.11	.13	.09	
	8 (20)	.10	.10	.10	.10	.09	.09	.09	.09	.09	.10	.07	
	10 (25)	.08	.08	.08	.08	.08	.07	.07	.08	.07	.08	.06	
	12 (30)	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.06	.06	.07	.06	
HOLLOW CONCRETE BLOCKS	Sand & Gravel Agg	8 (43)	.52	.44	.48	.43	.33	.29	.30	.28	.23	.17	
	12 (63)	.47	.41	.45	.40	.31	.28	.28	.27	.22	.16		
	Cinder Agg	8 (37)	.39	.35	.37	.34	.27	.25	.25	.24	.20	.15	
	12 (53)	.36	.33	.35	.32	.26	.24	.23	.23	.23	.19	.15	
	Lt Wt Agg	8 (32)	.35	.32	.34	.31	.26	.23	.24	.22	.19	.15	
	12 (43)	.32	.29	.31	.28	.24	.22	.22	.22	.21	.18	.14	
STUCCO ON HOLLOW CLAY TILE	8 (39)	.36	.32	.34	.32	.26	.24	.24	.23	.19	.15		
	10 (44)	.32	.29	.31	.28	.23	.22	.22	.21	.18	.14		
	12 (49)	.29	.27	.28	.26	.22	.20	.21	.20	.17	.13		

Equations: Heat Gain, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (equivalent temp diff, Table 19)
 Heat Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp - inside temp)

*For addition of insulation and air spaces to above walls, refer to Table 31, page 75.

TABLE 33—TRANSMISSION COEFFICIENT U—WINDOWS, SKYLIGHTS, DOORS & GLASS BLOCK WALLS

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

GLASS											
Air Space Thickness (in.)	Vertical Glass							Horizontal Glass			
	Single	Double			Triple			Single		Double (1/4")	
		1/4	1/2	3/4-4	1/4	1/2	3/4-4	Summer	Winter	Summer	Winter
Without Storm Windows	1.13	0.61	0.55	0.53	0.41	0.36	0.34	0.86	1.40	0.50	0.70
With Storm Windows	0.54							0.43	0.64		

DOORS		
Nominal Thickness of Wood (inches)	U Exposed Door	U With Storm Door
1	0.69	0.35
1 1/4	0.59	0.32
1 1/2	0.52	0.30
1 3/4	0.51	0.30
2	0.46	0.28
2 1/2	0.38	0.25
3	0.33	0.23
Glass (3/4" Herculite)	1.05	0.43

HOLLOW GLASS BLOCK WALLS	
Description*	U
5 3/4 x 5 3/4 x 3 3/4" Thick—Nominal Size 6x6x4 (14)	0.60
7 3/4 x 7 3/4 x 3 3/4" Thick—Nominal Size 8x8x4 (14)	0.56
11 3/4 x 11 3/4 x 3 3/4" Thick—Nominal Size 12x12x4 (16)	0.52
7 3/4 x 7 3/4 x 3 3/4" Thick with glass fiber screen dividing the cavity (14)	0.48
11 3/4 x 11 3/4 x 3 3/4" Thick with glass fiber screen dividing the cavity (16)	0.44

Equation: Heat Gain or Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp — inside temp)

*Italicized numbers in parentheses indicate weight in lb per sq ft.

1958 ASHAE Guide