

รายการอ้างอิง



1. Archie W.Culp,Jr. Principle of Energy conversion. Second Edition: Mcgraw-Hill, Inc, 1991
2. Afgan,N.H. and JM Beer. Heat transfer in flames
: John wiley &son,1974
3. Don Swenson,S. Heating Technology : Demar Publishers inc,
1983
4. Etherington,H. and Etherington,G. Modern Furnace Technology.
Third Edition,Revised: CharlesGriffin & Company
limited,London,1960
5. Frank Kreith. Principle of Heat transfer .third Edition
: Harper international Edition, 1973
6. Frank P. Incropera and Dewitt. Fundamental of Heat transfer.
2 Edition: Newyork, John wiley & sons,1985
7. Frank L, Evans. Equipment Design Hand Book For Refineries
and Chemical Plant:Book Division Gulf publishing
Houston,Texas.
8. Holman,J.P. Heat Transfer. Seventh edition:Mcgraw-Hill,
1992 Hoyt C. Hottel and F. Sarofim. Radiative
Heat Transfer : Mcgraw-Hill, 1967
9. Khalil,K.H. Flow Mixing and Heat Transfer
in Furnaces: Pergamon Press, 1978
10. Kern D.k. Process Heat transfer. Intrenational student
Edition:Mcgraw-Hill,1950
11. Lindon,C.Thomas. Heat Transfer. International Editions
: Prentice Hall, Inc, 1992
12. M.M. El. El-Wakil. Powerplant Technology:Mcgraw-Hill,
1984

13. Necati Ozisik, M. Heat Transfer A Basic approach: McGraw-Hill, 1985
14. Perry, H. Robert. and Chilton, H. Cecil. Chemical Engineering Handbook, Tokyo: McGraw Hill, 1973
15. Robert. d. Reed. Furnace Operation. third Edition : Gulf publishing Com., 1981
16. Robert Siegel and John R. Howell. Thermal Radiation Heat Transfer. Second Edition: Hemisphere Publishing Corporation, 1981
17. Trinks, W. and Mawhinney, M.H. Industrial Furnace. 4 Edition : John Wiley & Sons, Inc, 1967
18. Van Wylen and Richard, E. Sonntag. Fundamentals of Classical Thermodynamics. 3rd Edition, John Wiley & Sons, 1985
19. William H. McAdams. Heat Transmission. Third Edition : McGraw-Hill, 1954

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

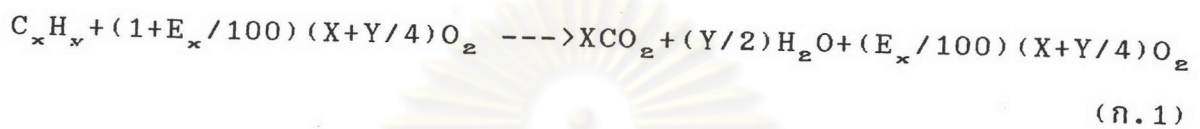


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพผนวก ก

สมการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สมการการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง



สมการหาค่าความดันย่อยของก๊าซ, P

$$\text{ความดันย่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO}_2\text{)} = \frac{X}{X+(Y/2)+(E_x/100)(X+Y/4)}$$

$$\text{ความดันย่อยของไอน้ำ (H}_2\text{O)} = \frac{Y/2}{X+(Y/2)+(E_x/100)(X+Y/4)} \quad (\text{ก.2})$$

เมื่อค่าความดันรวม (Total pressure) ในสมการ (ก.2) มีค่าเท่ากับ 1 atm

สมการหาค่าเอนทัลปีหรือหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง, i (Btu/hr)

$$i = V*HV \quad (\text{ก.3})$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรของเชื้อเพลิงที่ใช้, ft³/hr

HV คือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงคือ LPG, Btu/ft³



สมการหาอัตราการไหลโดยโมล, W_o (lb.mol/hr)

$$W_o = n \cdot \{X + (Y/2) + (E_x/100)(X+Y/4)\} \quad (\text{ก.4})$$

เมื่อ $n = \frac{PV}{RT}$ ที่สภาพบรรยากาศปกติ

โดยที่ $P = 14.72 \text{ Psi}$

$$T = 520 \text{ R}$$

$$V = \text{อัตราการป้อนเชื้อเพลิง, ft}^3/\text{hr}$$

$$R = 1545.32 \text{ ft.lbf}/(\text{lb}_m)(\text{R})$$

โดยค่า $\{X + (Y/2) + (E_x/100)(X+Y/4)\}$ ได้จากสมการการเผาไหม้

สมการหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของก๊าซร้อนในห้องเผาไหม้,

$$\underline{C_{pm} \text{ (Btu/(lbmol-R))}}$$

$$\text{ที่อุณหภูมิ } T_o, C_{PT_G} = \frac{(C_{PO_2} + C_{PCO_2} + C_{PH_2O})}{3}$$

$$\text{ที่อุณหภูมิ } T_o, C_{PT_o} = \frac{(C_{PO_2} + C_{PCO_2} + C_{PH_2O})}{3}$$

(ก.5)

$$\text{ดังนั้นค่าความจุความร้อนจำเพาะเฉลี่ย, } C_{P_m} = \frac{(C_{P_{T_G}} + C_{P_{T_0}})}{2} \quad (\text{ก.6})$$

หมายเหตุ: ค่า C_p ของ O_2 , CO_2 และ H_2O ที่อุณหภูมิ T_G และ T_0 เปิดจากตารางที่ (ค.6)

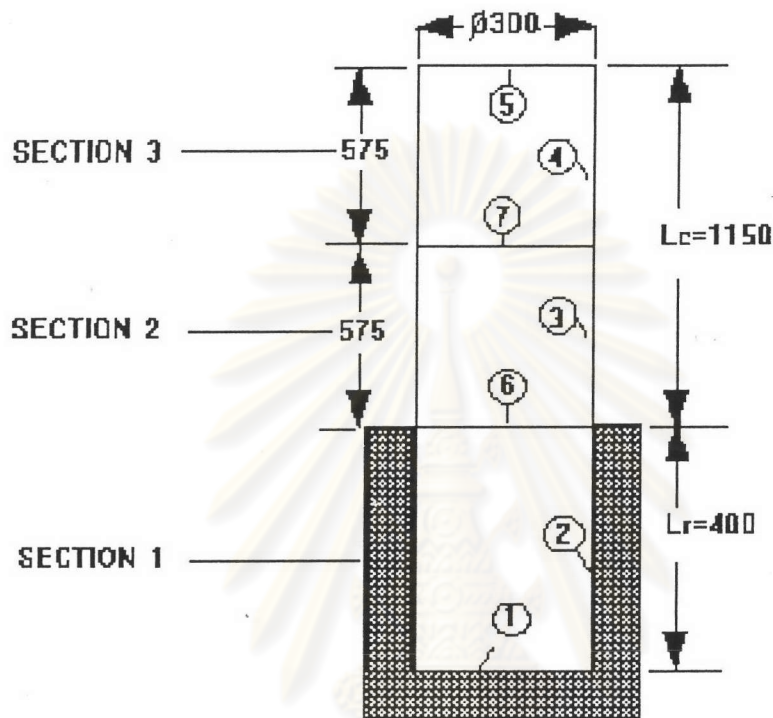
สมการหาค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของก๊าซร้อนในห้องเผาไหม้
กับอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ออกจากห้องเผาไหม้, ΔT

$$\Delta T = T_G - T_{EX}$$

(ก.7)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการที่ใช้คำนวณหาค่าองค์ประกอบเชิงมุม (Shape factor)



ภาพประกอบของระบบเตาที่ใช้คำนวณหาค่าองค์ประกอบเชิงมุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิจารณาส่วนที่ 1, 2

$$F_{11} + F_{12} + F_{13} + F_{17} = 1 \quad (\text{ก.8})$$

$$F_{13} = 1 - F_{17} - F_{12}$$

พิจารณาส่วนที่ 1

$$F_{11} + F_{12} + F_{16} = 1$$

$$F_{16} = 1 - F_{12} \quad (\text{ก.9})$$

แทน(ก.9)ลงใน(ก.8)จะได้

$$F_{13} = F_{16} - F_{17} \quad (\text{ก.10})$$

พิจารณาส่วนที่ 1, 2, 3, 4

$$F_{11} + F_{12} + F_{13} + F_{14} + F_{15} = 1$$

$$F_{14} = 1 - F_{12} - F_{13} - F_{15} \quad (\text{ก.11})$$

แทน(ก.2)ลงใน(ก.11)จะได้

$$F_{14} = F_{16} - F_{13} - F_{15} \quad (\text{ก.12})$$

แทน(ก.10)ลงใน(ก.12)จะได้

$$F_{14} = F_{17} - F_{15} \quad (\text{ก.13})$$

จากกฎของการสลับที่

$$A_{23} A_2 = A_3 F_{32}$$

$$F_{23} = \frac{A_3 F_{32}}{A_2} \quad (\text{ก.14})$$

พิจารณาส่วนที่ 1, 2

$$F_{31} + F_{32} + F_{33} + F_{37} = 1 \quad (\text{ก.15})$$

พิจารณาส่วนที่ 2

$$F_{33} + F_{36} + F_{37} = 1 \quad (\text{ก.16})$$

แทน(ก.15)ใน(ก.16)จะได้

$$F_{31} + F_{32} + 1 - F_{36} - F_{37} + F_{37} = 1$$

$$F_{31} + F_{32} = F_{36}$$

$$F_{32} = F_{36} - F_{31} \quad (\text{ก.17})$$

แทน(ก.17)ลงใน(ก.14)จะได้

$$\begin{aligned} F_{23} &= \frac{A_3}{A_2} F_{32} \\ &= \frac{A_3}{A_2} (F_{36} - F_{31}) \end{aligned} \quad (\text{ก.18})$$

พิจารณาส่วนที่ 2

$$F_{63} + F_{66} + F_{67} = 1$$

$$F_{63} = 1 - F_{67} \quad (\text{ก.19})$$

จากกฎของการสลับที่

$$A_3 F_{36} = A_6 F_{63}$$

$$F_{36} = \frac{A_6}{A_3} F_{63} \quad (\text{ก.20})$$

$$F_{31} = \frac{A_1}{A_3} F_{13} \quad (\text{ก.21})$$

แทน(ก.19)ลงใน(ก.20)จะได้

$$F_{36} = \frac{A_6}{A_3} (1 - F_{67}) \quad (\text{ก.22})$$

แทน(ก.21)และ(ก.22)ลงใน(ก.11)จะได้

$$\begin{aligned} F_{23} &= \frac{A_3}{A_2} \left(\frac{A_6}{A_3} (1 - F_{67}) - \frac{A_1}{A_3} F_{13} \right) \\ &= \frac{A_6}{A_2} (1 - F_{67}) - \frac{A_1}{A_2} F_{13} \end{aligned}$$

$$\text{แต่ } A_1 = A_6 \text{ ดังนั้น } F_{23} = \frac{A_1(1-F_{67}-F_{13})}{A_2} \quad (\text{ก.23})$$

พิจารณาส่วนที่ 1, 2, 3

$$F_{41}+F_{42}+F_{43}+F_{44}+F_{45} = 1 \quad (\text{ก.24})$$

พิจารณาส่วนที่ 3

$$F_{44}+F_{45}+F_{47} = 1$$

$$F_{44} = 1-F_{45}-F_{47} \quad (\text{ก.25})$$

แทน(ก.25)ลงใน(ก.24)จะได้

$$F_{41}+F_{42}+F_{43}+(1-F_{45}-F_{47})+F_{45} = 1$$

$$F_{41}+F_{42}+F_{43} = F_{47} \quad (\text{ก.26})$$

พิจารณาส่วนที่ 2, 3

$$F_{43}+F_{44}+F_{45}+F_{46} = 1$$

$$F_{43} = 1-F_{44}-F_{45}-F_{46} \quad (\text{ก.27})$$

แทน(ก.25)ลงใน(ก.27)

$$\begin{aligned} F_{43} &= 1-(1-F_{45}-F_{47})-F_{45}-F_{46} \\ &= F_{47}-F_{46} \end{aligned} \quad (\text{ก.28})$$

แทน(ก.28)ลงใน(ก.26)

$$F_{41}+F_{42}+F_{47}-F_{46} = F_{47}$$

$$F_{42} = F_{46}-F_{41} \quad (\text{ก.29})$$

จากกฎของการสลับที่

$$F_{41} = \frac{A_1 F_{14}}{A_4} \quad (\text{ก. 30})$$

$$F_{46} = \frac{A_6 F_{64}}{A_4} \quad (\text{ก. 31})$$

พิจารณาส่วนที่ 2, 3

$$F_{63} + F_{64} + F_{65} + F_{66} = 1 \quad (\text{ก. 32})$$

แทน(ก. 19)ลงใน(ก. 32)

$$1 - F_{67} + F_{64} + F_{65} = 1$$

$$F_{64} = F_{67} - F_{65} \quad (\text{ก. 33})$$

แทน(ก. 33)และใน(ก. 29)

$$F_{46} = \frac{A_6 (F_{67} - F_{65})}{A_4} \quad (\text{ก. 34})$$

แทน(ก. 30), (ก. 34)ลงใน(ก. 29)

$$F_{24} = \frac{A_4}{A_2} \left(\frac{A_6 (F_{67} - F_{65})}{A_4} - \frac{A_1 F_{14}}{A_4} \right) \quad (\text{ก. 35})$$

จากกฎของการสลับที่

$$F_{24} = \frac{A_4 F_{42}}{A_2} \quad (\text{ก. 36})$$

แทน(ก. 35)ลงใน(ก. 36)จะได้

$$F_{24} = \frac{A_4}{A_2} \left(\frac{A_6 (F_{67} - F_{65})}{A_4} - \frac{A_1 F_{14}}{A_4} \right)$$

แต่ $A_1 = A_2$ ดังนั้น

$$F_{24} = \frac{A_2}{A_2} (F_{67} - F_{65}) - \frac{A_1}{A_2} F_{14}$$

$$F_{24} = \frac{A_1}{A_2} (F_{67} - F_{65} - F_{14}) \quad (\text{ก.37})$$

$$F_{CG1} = F_{13} + F_{14}$$

$$F_{CG2} = F_{23} + F_{24}$$

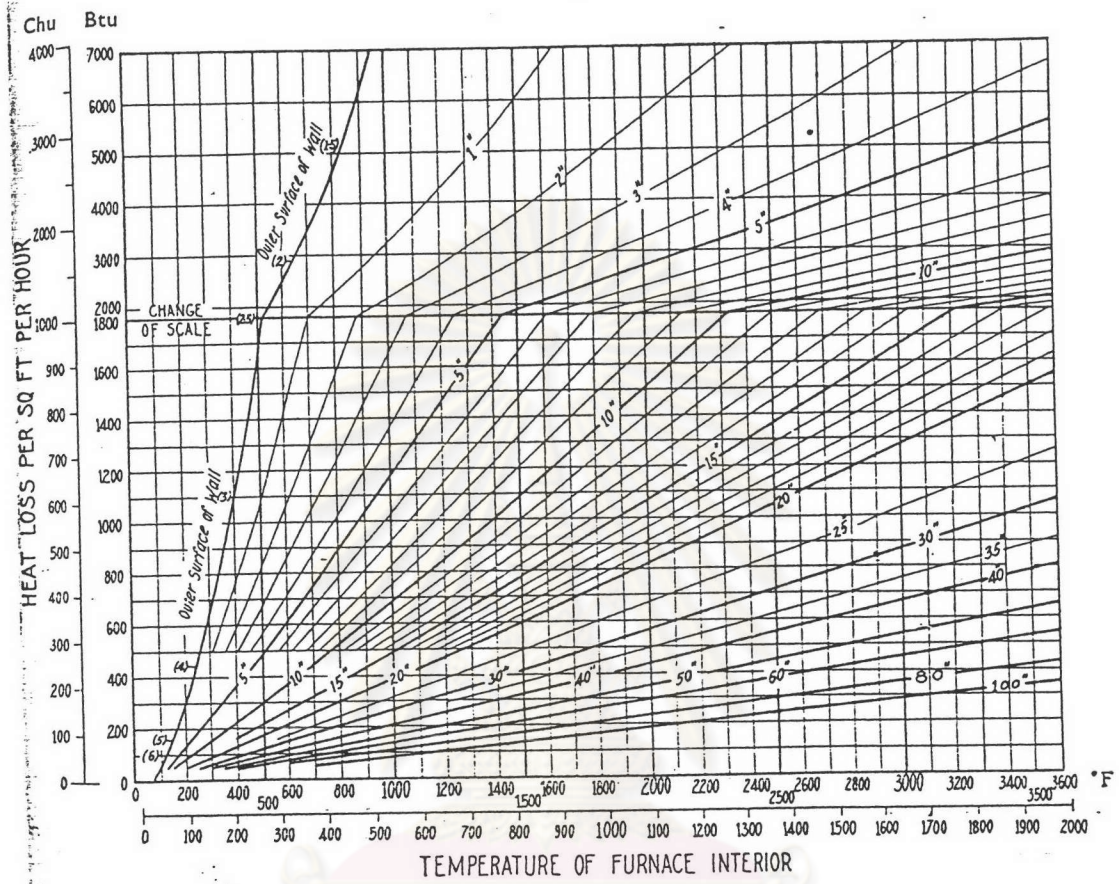
ดังนั้น

$$F_{RC} = \frac{A_1 F_{CG1} + A_2 F_{CG2}}{A_1 + A_2} \quad (\text{ก.38})$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[รูปกราฟทั้งหมดในผนวกนี้ มาจากเอกสารอ้างอิง(4)]

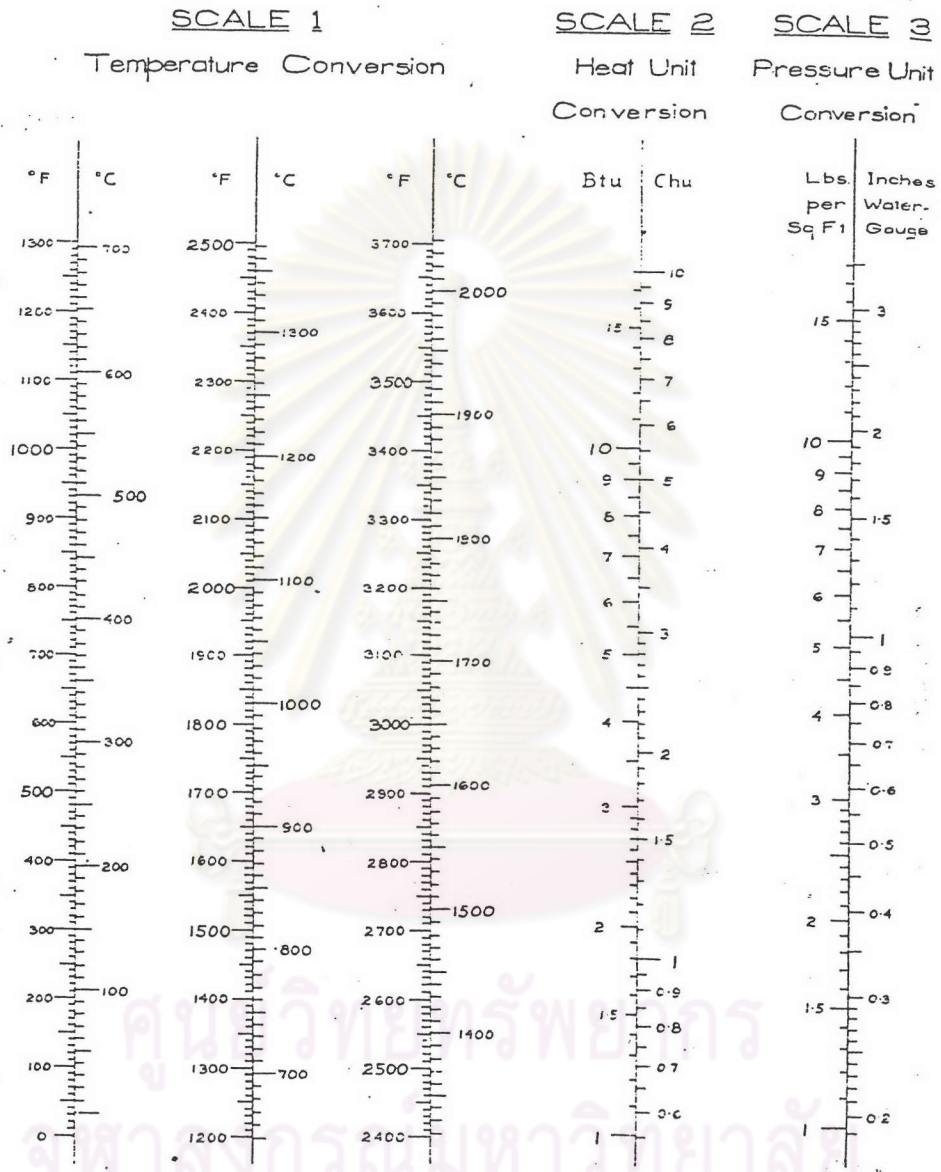
รูปที่ (ข.1) ความร้อนที่สูญเสียผ่านผนังวัตถุทนไฟ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

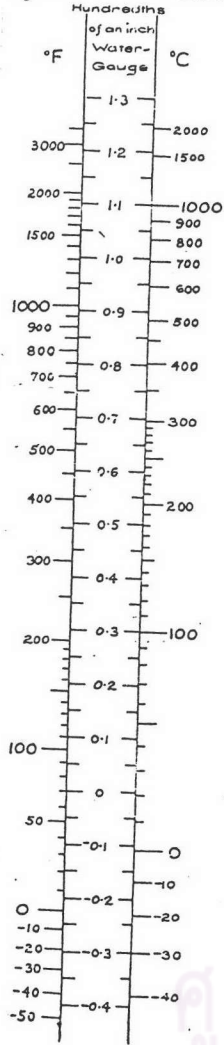
รูปที่ (ข.2) แสดงสเกลต่างๆที่ใช้ประกอบการคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อน

Appendix Scales (a)

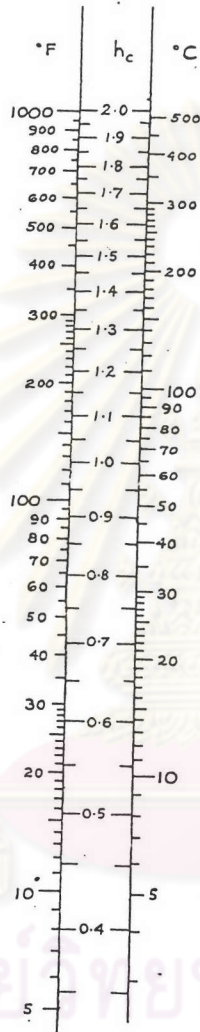


Scales 2 and 3 can be multiplied by 10, 100, etc. for conversion of quantities beyond the range of the scales.

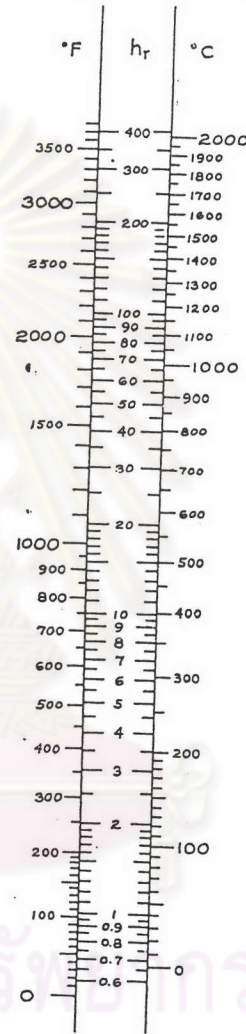
SCALE 4
Buoyancy per Foot
of Hot Air Column



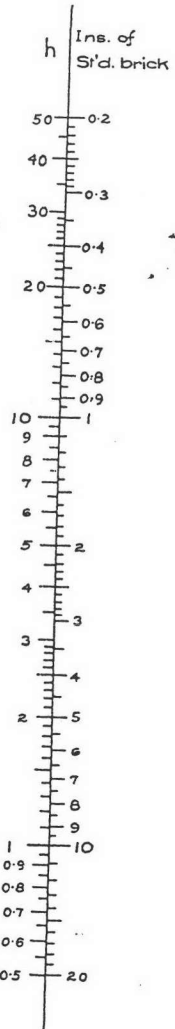
SCALE 5
Coefficient of
Natural Convection



SCALE 6
Radiation
Coefficient ($E=0.8$)



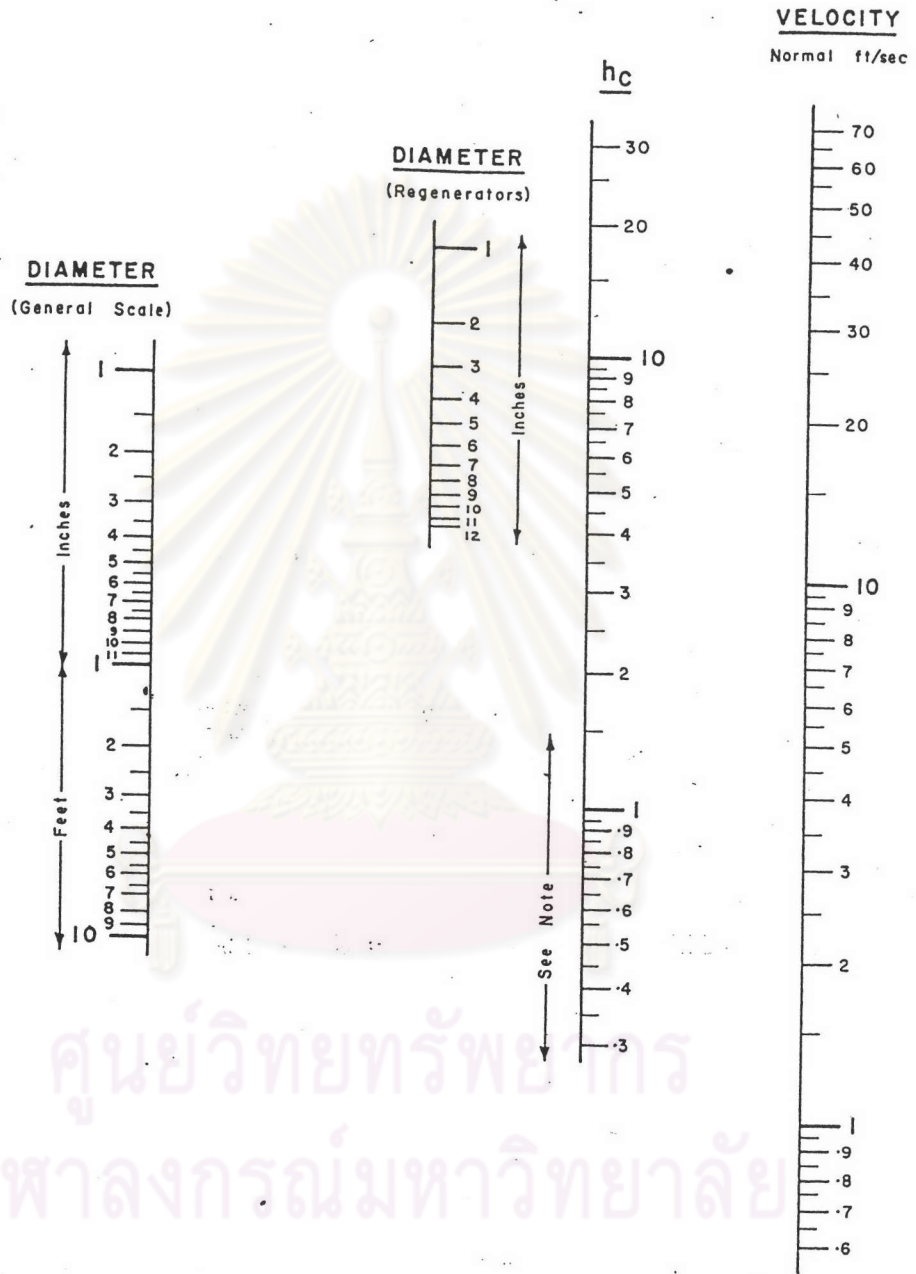
SCALE 7
Brick Equivalent

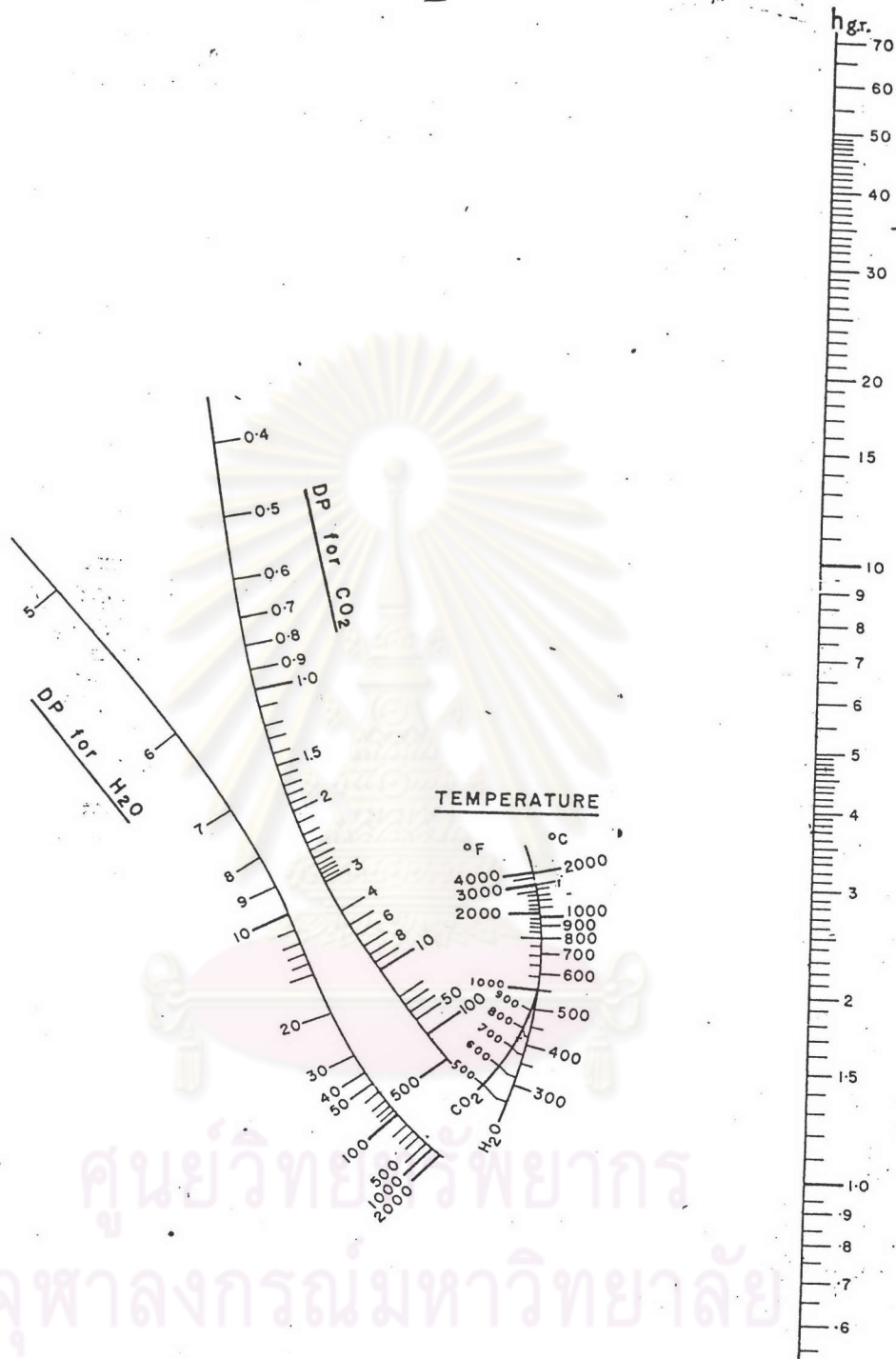


The temperature in Scale 5 is the temperature-difference between the vertical surface and the surrounding air.

The temperature in Scale 6 is the average of the two mutually radiating surfaces. In certain cases these values are subject to a correction factor according to Fig. 5.7 (see p. 268).

รูปที่ (ข.3) แสดงแผนภูมิหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนแบบบังคับ





$DP = (\text{diameter in feet}) \times (\text{percentage of H}_2\text{O or CO}_2)$. The value for $h_{gr.}$ must be multiplied by the emissivity of the walls.

ตารางแสดงผลการทดลอง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mlpg (Kg/hr)	MO2 (Kg/hr)	Excess Oxygen (%)	Mw (lb/hr)	Tcal.(F)			Tg(R)				Tgavg.(R)	Tge(R)
				Tcal.1	Tcal.2	Tcal.3	Tg1	Tg2	Tg3	Tg4		
1	3.60	0	273.7	129.17	127.73	115.79	1275.7	1217.7	1182.7	1147.5	1205.9	1101.9
	3.95	10	276	129.88	123.87	116.09	1345.8	1280.8	1247.8	1209.8	1271.05	1167.05
	4.32	20	275	129.79	123.8	116.02	1311.5	1252.5	1215.5	1183.5	1240.75	1136.75
	4.68	30	274	129.64	123.67	115.92	1304.4	1243	1204	1171	1230.6	1126.6
	5.04	40	273	129.57	123.61	115.87	1289	1229	1194	1159	1217.75	1113.75
2	7.20	0	448.7	139.85	123.44	122.93	1587.5	1527.5	1495.5	1460.5	1517.75	1410.75
	7.92	10	452	140.21	132.69	123.13	1658	1600	1568.5	1530.2	1589.175	1482.175
	8.64	20	450	139.89	132.56	123.03	1623	1568	1532.8	1494	1554.45	1447.45
	9.36	30	446.5	139.62	132.33	122.85	1611.7	1559.7	1524.7	1489.7	1546.45	1439.45
	10.08	40	445	139.44	132.22	122.75	1597.8	1535.8	1503.8	1471.8	1527.3	1420.3
3	10.80	0	648	141.31	133.78	124.02	1851	1788	1753	1717.5	1777.375	1668.375
	11.88	10	653.7	142.02	134.34	124.45	1885.3	1797.3	1765.3	1733.3	1795.3	1686.3
	12.96	20	650	141.72	134.15	124.3	1875.9	1810.9	1777.9	1749.2	1803.475	1694.475
	14.04	30	649.2	141.5	133.72	124.15	1863.5	1808.5	1776.5	1742	1797.625	1688.625
	15.12	40	647.6	141.13	133.63	123.88	1840	1788	1750.8	1721.2	1775	1666
4	14.40	0	789.2	145.99	137.85	127.26	2035.8	1973.8	1941.2	1906.8	1964.4	1854.4
	15.84	10	791.5	146.42	138.22	127.56	2058.9	2004	1969.5	1941.4	1993.45	1883.45
	17.28	20	793.3	146.67	138.43	127.73	2077.8	2025.8	1990	1959.5	2013.275	1903.275
	18.72	30	790	146.19	138.03	127.4	2042	1990	1962.3	1934.5	1982.2	1872.2
	20.16	40	789.5	145.78	137.67	127.11	2026	1974.5	1951.8	1915.4	1966.925	1856.925
5	18.05	0	937.2	148.38	139.92	128.93	2158	2095	2060.4	2028.6	2085.5	1980.5
	19.80	10	941.6	149.82	140.52	129.49	2214.6	2149.7	2126	2090	2145.075	2040.075
	21.60	20	940	149.5	140.9	129.7	2239.6	2177.6	2145.6	2109	2167.95	2062.95
	23.40	30	938.8	148.9	140.37	129.27	2191	2128.2	2092	2063	2118.55	2013.55
	25.20	40	938	148.64	140.15	129.11	2173	2118.5	2087.5	2061	2110	2005

M_{LPG} = อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ
M_w = อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำหล่อเย็น

T_{CAL} = อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นในแคลอรีมิเตอร์
T_g = อุณหภูมิของก๊าซร้อนในท่อไฟ
T_{gavg} = อุณหภูมิเฉลี่ยของก๊าซร้อนในท่อไฟ
T_{ge} = อุณหภูมิของก๊าซร้อนที่ทางออกของท่อไฟ

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าที่ได้จากผลการทดลอง(Tc=650R)

Mfpg (Kg/hr)	MO2 (Kg/hr)	Excess Oxygen (%)	Mw (lb/hr)	Tcal (F)			Tg (R)				Tgavg (R)	Tge (R)
				Tcal1.	Tcal2.	Tcal3.	Tg1	Tg2	Tg3	Tg4		
1	3.60	0	269.2	129.61	123.64	115.9	1305.7	1253.7	1218.7	1183	1240.3	1138.3
	3.95	10	273.2	129.78	123.79	116.02	1370.8	1312.8	1281.2	1246	1302.7	1200.7
	4.32	20	272	129.67	123.71	115.95	1336.5	1274.5	1242.8	1206.5	1265.1	1163.1
	4.68	30	271.5	129.54	123.58	115.85	1329.6	1267.6	1239.6	1205.6	1260.6	1158.6
	5.04	40	270	129.47	123.52	115.49	1317	1257.5	1222	1190.5	1246.7	1144.7
2	7.20	0	446	139.72	132.42	122.91	1615.5	1555.5	1523.8	1488.5	1545.8	1438.8
	7.92	10	448.5	140.03	132.69	123.13	1688	1625	1590.4	1558	1615.3	1508.3
	8.64	20	447	139.87	132.55	123.02	1350.6	1594.6	1562	1531.5	1509.7	1402.7
	9.36	30	445.3	139.58	132.29	122.81	1636	1574	1544.5	1513	1566.9	1459.9
	10.08	40	445.5	139.44	132.17	122.72	1627	1567	1535.4	1500	1557.3	1450.3
3	10.80	0	644	141.37	133.84	124.06	1864.5	1802.5	1767.5	1735.5	1792.5	1684.5
	11.88	10	647.5	142.03	134.41	124.51	1899.5	1843.5	1815.2	1780.5	1834.7	1726.7
	12.96	20	646	141.79	134.21	124.35	1891	1832	1801	1766	1822.5	1714.5
	14.04	30	645.1	141.57	134.02	124.2	1878.5	1821.5	1791.6	1756	1811.9	1703.9
	15.12	40	643.7	141.19	136.68	123.92	1857.3	1797	1762.8	1727	1786	1678
4	14.40	0	786.5	145.94	137.85	127.26	2049.2	1989.2	1954	1922	1978.6	1967.6
	15.84	10	789	146.44	138.24	127.57	2071.9	2013.5	1978	1951	2003.6	1992.6
	17.28	20	790	146.69	139.46	127.75	2093.1	2033.1	2001.5	1973.1	2025.2	2014.2
	18.72	30	788.2	146.21	138.04	127.41	2055.5	1992.8	1964.5	1939.2	1988	1977
	20.16	40	787	145.77	137.66	127.11	2039.8	1976	1944.5	1914.8	1968.8	1957.8
5	18.05	0	934.7	148.36	139.9	128.91	2168.3	2108.3	2076.3	2048.3	2100.3	1985.3
	19.80	10	938.2	149.18	140.61	129.48	2237	2179	2147.01	2119.5	2170.6	2055.6
	21.60	20	937	149.2	140.9	129.7	2248.7	2188	2156.5	2128.7	2180.5	2065.5
	23.40	30	936	148.89	140.36	129.28	2200.2	2146	2114.5	2086.5	2136.8	2021.8
	25.20	40	935	148.62	140.13	129.09	2182	2119.5	2087.4	2058.8	2111.9	1996.9

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าที่ได้จากผลการทดลอง(Tc=750R)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Mlpg (Kg/hr)	MO2 (Kg/hr)	Excess Oxygen (%)	Mw (lb/hr)	Tcal.(F)			Tg(R)				Tgavg.(R)	Tge(R)
				Tcal1.	Tcal2.	Tcal3.	Tg1	Tg2	Tg3	Tg4		
1	3.60	0	267.6	129.27	123.35	115.67	1336.7	1276.5	1244.7	1212	1267.4	1165.4
	3.95	10	271.5	129.44	123.49	115.78	1401	1343.5	1315.8	1280	1335	1233
	4.32	20	270	129.35	123.42	115.72	1368.5	1312.5	1277	1245.7	1300.9	1198.9
	4.68	30	269	129.2	123.29	115.55	1360.6	1304.8	1269	1241.5	1293.9	1191.9
	5.04	40	268.2	129.13	123.22	115.55	1348.2	1287.2	1252	122.2	1276.8	1174.8
2	7.20	0	444.3	139.53	132.25	122.78	1636	1579.5	1549.8	1513	1569.5	1463.5
	7.92	10	446.8	139.86	132.54	123.01	1709.5	1649.7	1614	1586.5	1639.9	1533.9
	8.64	20	445	139.69	132.39	122.89	1670	1612.8	1577	1550.1	1602.4	1496.4
	9.36	30	443	139.37	132.11	122.67	1658.2	1600.2	1571.2	1536.2	1591.4	1485.4
	10.08	40	442.2	139.22	131.98	122.56	1646.8	1588.5	1556	1528.8	1580	1474
3	10.80	0	641	141.31	133.79	124.02	1880.2	1824.5	1788	1756	1812.1	1706.1
	11.88	10	644.5	141.99	134.38	124.49	1913.5	1857.8	1827.4	1795	1848.4	1739.4
	12.96	20	643	141.75	134.17	124.32	1909	1857.8	1825.4	1789	1845.3	1736.3
	14.04	30	642.7	141.32	133.96	124.16	1892.5	1829.1	1797	1765.8	1821.1	1712.1
	15.12	40	640.5	141.13	133.63	123.88	1869.7	1809.7	1777.7	1749	1801.5	1692.5
4	14.40	0	784.6	145.83	137.72	127.15	2051	1989	1954	1921.8	1978.9	1869.9
	15.84	10	787	146.3	145.66	127.48	2083.5	2021	1989.2	1954	2011.9	1902.9
	17.28	20	788.3	146.56	138.34	127.65	2102.2	2046.8	2011	1979	2034.7	1926.7
	18.72	30	786.5	146.06	137.91	127.31	2066.5	2010.5	1974.5	1946	1999.3	1891.3
	20.16	40	785	145.61	137.52	127	2052	1994	1958	1926	1982.2	1874.2
5	18.05	0	931	148.24	139.8	128.83	2178.5	2116.5	2048.5	2054	2108.3	1997.3
	19.80	10	937	149.08	140.53	129.41	2247	2185.5	2153	2125.9	2177.8	2066.8
	21.60	20	935	149.4	140.81	129.63	2250.2	2187	2155.8	2125	2179.5	2068.5
	23.40	30	933.9	148.78	140.27	129.21	2212	2149	2121.8	2089.8	2143.1	2032.1
	25.20	40	932.2	148.51	140.03	129.02	2293	2228	2196	2161	2219.5	2108.5

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าที่ได้จากผลการทดลอง(Tc=850R)

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางแสดงค่าที่คำนวณได้จากผลการทดลอง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mlpg (Kg/hr)	Excess Oxygen (%)	Heat absorption (Btu/hr)			Total Heat absorption (Btu/hr)	Heat radiation (Btu/hr)	Heat convection (Btu/hr)	Efficiency
		CAL.1	CAL.2	CAL.3				
	0	12295.81	10656.37	9836.64	32788.82	17324.59	15464.23	75.6
	10	12386.88	10733.64	9955.32	33075.84	18760.41	14315.43	75.89
1	20	12317.72	10675.36	9854.17	32847.25	18394.46	14452.79	75.74
	30	12276.7	10639.81	9821.17	32737.68	18033.4	14704.28	75.49
	40	12257.95	10623.56	9806.36	32687.87	17678.14	15009.73	75.37
	0	24634.13	21349.58	19707.3	65691.01	44012.97	21678.04	75.74
	10	24761.39	21459.87	19809.12	66030.38	45560.96	20469.42	76.13
2	20	24696.08	21403.27	19756.85	65856.2	44782.22	21073.98	75.92
	30	24576.44	21299.58	19661.15	65537.17	43254.42	22282.75	75.56
	40	24518.18	21249.09	19614.55	65381.82	42498.18	22883.64	75.38
	0	36591.94	31713.02	29273.55	97578.51	69280.38	28298.13	75
	10	37004.36	32070.44	29603.49	98678.29	73021.94	25656.35	75.84
3	20	36856.48	31942.28	29485.19	98283.95	71747.28	26536.67	75.54
	30	36717.99	31822.26	29374.4	97914.65	70498.55	27416.1	75.26
	40	36476.86	31613.28	29181.49	97271.63	69548.76	27722.87	74.76
	0	48373.26	41923.49	38198.61	128495.36	95124.5	33370.86	74.36
	10	48907.88	42386.83	39126.3	130421.01	101728.38	28692.63	75.1
4	20	48713.37	42218.25	38970.7	129902.32	100024.54	29877.78	74.88
	30	48534.58	42063.3	38827.67	129425.55	98363.38	31062.17	74.61
	40	48204.99	41777.66	38563.99	128546.64	96746.47	31800.17	74.1
	0	59565.43	51623.37	47652.34	158841.14	121989.88	36851.26	73.25
	10	60611.49	52529.96	48489.2	161630.65	129304	32326.65	74.54
5	20	60322.96	52279.9	48258.37	160861.23	127080.19	33781.04	74.18
	30	60053.59	52046.44	48042.87	160142.9	124911.46	35231.44	73.85
	40	59807.81	51833.44	47846.25	159487.5	122805.37	36682.13	73.55

ตารางที่ ก.4 แสดงค่าที่คำนวณได้จากผลการทดลองในตารางที่ ก.1 (T_c=650R)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Mlpg (Kg/hr)	Excess Oxygen (%)	Heat absorption (Btu/hr)			Total Heat absorption (Btu/hr)	Heat radiation (Btu/hr)	Heat convection (Btu/hr)	Efficiency (%)
		CAL.1	CAL.2	CAL.3				
1	0	12135.72	10517.62	9708.57	32361.91	18226.7	14135.21	74.62
	10	12181.76	10557.53	9745.41	32484.7	19490.82	12993.88	74.9
	20	12157.25	10536.28	9725.81	32419.34	19127.21	13292.13	74.75
	30	12116.99	10501.39	9693.6	32311.98	18769.9	13542.08	74.5
	40	12097.37	10484.39	9677.83	32259.59	18417.83	13841.76	74.38
2	0	24458.76	21197.59	19567.01	65223.36	44351.91	20871.45	75.21
	10	24597.24	21317.6	19677.79	65592.63	45914.84	19677.79	75.62
	20	24526.3	21256.13	19621.05	65403.48	45127.41	20276.07	75.4
	30	24395.61	21142.87	19516.45	65054.93	43586.78	21468.15	75
	40	24333.12	21088.71	19466.5	64888.33	42826.28	22062.05	74.81
3	0	36407.45	31553.12	29125.95	97086.52	70873.16	26213.36	74.62
	10	36828.97	31918.44	29463.18	98210.59	74639.98	23570.61	75.48
	20	36677.88	31787.49	29342.3	97807.67	73355.7	24451.97	75.17
	30	36536.32	31664.81	29229.06	97430.19	72098.35	25331.84	74.88
	40	36289.76	31451.12	29031.80	97740.88	69676.33	-1935.45	74.38
4	0	48172.64	41749.62	38538.12	128460.38	95994.22	32466.16	74.05
	10	48722.15	42225.86	38977.72	129925.73	102641.3	27284.43	74.89
	20	48524.29	42054.39	38819.44	129398.12	100930.44	28467.68	74.59
	30	48342.38	41896.73	38673.91	128913.02	99263.01	29650.01	74.31
	40	47997.11	41597.49	38397.69	127992.29	97629.9	30362.39	73.78
5	0	59352.91	51439.19	47482.33	158274.43	121871.31	36403.12	72.99
	10	60122.36	52106.05	48097.89	160326.3	130497.24	29829.06	73.94
	20	60415.39	52360.01	48332.31	161107.71	128261.04	32846.67	74.3
	30	59848.47	51868.68	47878.77	159595.92	126080.76	33515.16	73.6
	40	59598.36	51651.91	47678.69	158928.96	123964.54	34964.42	73.29

ตารางที่ ค.5 แสดงค่าที่คำนวณได้จากผลการทดลองในตารางที่ ค.2 (T_c=750R)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

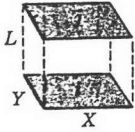
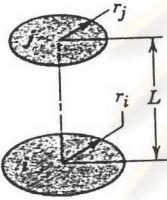
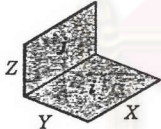
Mpg (Kg/hr)	Excess Oxygen (%)	Heat absorption (Btu/hr)			Total Heat absorption (Btu/hr)	Heat radiation (Btu/hr)	Heat convection (Btu/hr)	Efficiency (%)
		CAL.1	CAL.2	CAL.3				
1	0	11955.36	10361.29	9564.27	31880.92	19064.18	12816.74	73.51
	10	12000.09	10400.07	9600.07	32000.23	20480.15	11520.08	73.79
	20	11976.28	10379.44	9581.03	31936.75	20120.15	11816.6	73.64
	30	11936.47	10344.94	9549.17	31830.58	19766.15	12064.43	73.39
	40	11915.11	10396.43	9462.09	31773.63	19416.65	12356.98	73.26
2	0	24261.92	21026.99	19409.53	64698.44	45935.36	18763.08	74.59
	10	24412.63	21157.61	19530.1	65100.34	47523.22	17577.12	75.05
	20	24335.59	21090.84	19468.47	64894.9	46724.33	18170.57	74.82
	30	24192.77	20967.07	19354.21	64514.05	45159.84	19354.21	74.38
	40	24125.7	20908.94	19300.57	64335.21	44391.29	19943.92	74.17
3	0	36200.14	31373.45	28960.11	96533.7	66608.25	29925.45	74.19
	10	36632.45	31748.12	29305.95	97686.52	70334.28	27352.24	75.08
	20	36478.18	31614.42	29182.54	97275.14	69065.35	28209.79	74.76
	30	36331.85	31487.61	29065.48	96884.94	67181.8	29703.14	74.46
	40	36081.65	31270.76	28865.32	96217.73	65428.03	30789.7	73.95
4	0	47945.82	41553.04	38356.66	127855.52	95533.47	32322.05	73.7
	10	48515.16	42046.47	38812.92	129374.55	102205.22	27169.33	74.58
	20	48313.98	41872.12	38651.18	128837.28	100493.09	28344.19	74.27
	30	48121.1	41704.95	38496.88	128322.93	98808.63	29514.3	73.97
	40	47766.74	41397.84	38213.38	127377.96	97170.18	30207.78	73.43
5	0	59114.05	51232.18	47291.24	157637.47	122957.17	34680.3	72.7
	10	60197.79	52171.42	48158.24	160527.45	131632.5	28894.95	74.03
	20	59900.23	51913.54	47920.18	159733.95	129384.4	30349.55	73.66
	30	59621.75	51672.19	47697.44	158991.38	127193.04	31798.34	73.32
	40	59367.35	51451.7	47493.87	158312.92	125067.2	33245.72	73.01

ตารางที่ 6 แสดงค่าที่คำนวณได้จากผลการทดลองในตารางที่ 3 (T_c=850R)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ (ค.7) แสดงค่าองค์ประกอบเชิงมุม

GEOMETRY	RELATION
<p>Aligned Parallel Rectangles (Figure 13.4)</p> 	<p>$\bar{X} = X/L, \bar{Y} = Y/L$</p> $F_{ij} = \frac{2}{\pi \bar{X} \bar{Y}} \left\{ \ln \left[\frac{(1 + \bar{X}^2)(1 + \bar{Y}^2)}{1 + \bar{X}^2 + \bar{Y}^2} \right]^{1/2} + \bar{X}(1 + \bar{Y}^2)^{1/2} \tan^{-1} \frac{\bar{X}}{(1 + \bar{Y}^2)^{1/2}} + \bar{Y}(1 + \bar{X}^2)^{1/2} \tan^{-1} \frac{\bar{Y}}{(1 + \bar{X}^2)^{1/2}} - \bar{X} \tan^{-1} \bar{X} - \bar{Y} \tan^{-1} \bar{Y} \right\}$
<p>Coaxial Parallel Disks (Figure 13.5)</p> 	<p>$R_i = r_i/L, R_j = r_j/L$</p> $S = 1 + \frac{1 + R_j^2}{R_i^2}$ $F_{ij} = \frac{1}{2} \left\{ S - [S^2 - 4(R_j/r_i)^2]^{1/2} \right\}$
<p>Perpendicular Rectangles with a Common Edge (Figure 13.6)</p> 	<p>$H = Z/X, W = Y/X$</p> $F_{ij} = \frac{1}{\pi W} \left(W \tan^{-1} \frac{1}{W} + H \tan^{-1} \frac{1}{H} - (H^2 + W^2)^{1/2} \tan^{-1} \frac{1}{(H^2 + W^2)^{1/2}} + \frac{1}{4} \ln \left\{ \frac{(1 + W^2)(1 + H^2)}{1 + W^2 + H^2} \left[\frac{W^2(1 + W^2 + H^2)}{(1 + W^2)(W^2 + H^2)} \right]^{W^2} \times \left[\frac{H^2(1 + H^2 + W^2)}{(1 + H^2)(H^2 + W^2)} \right]^{H^2} \right\} \right)$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๘.๘) แสดงความยาวสมมูลของลำก๊าซ (L_e)

Case	Geometry	L_e
1	Sphere: Radiating to inside surface	
2	Hemisphere: Radiating to an element at the center of the base	$0.65 \times \text{diameter}$
3	Circular cylinder of infinite height: Radiating to inside cylindrical surface	$0.5 \times \text{diameter}$ $0.95 \times \text{diameter}$
4	Circular cylinder of semi-infinite height: Radiating to: Element at the center of base Entire base	$0.90 \times \text{diameter}$ $0.65 \times \text{diameter}$
5	Circular cylinder of height equal to two diameters radiating to: Plane end Cylindrical surface Entire surface	$0.60 \times \text{diameter}$ $0.76 \times \text{diameter}$ $0.73 \times \text{diameter}$
6	Circular cylinder of height equal to $\frac{1}{2}$ diameter radiating to: Plane end Cylindrical surface Entire surface	$0.43 \times \text{diameter}$ $0.46 \times \text{diameter}$ $0.45 \times \text{diameter}$
7	Volume between two parallel plates radiating to an element on one face	$1.8 \times \text{spacing between plates}$
8	Cube radiating to any face	$0.6 \times \text{edge}$
9	Gas volume outside infinite bank of tubes radiating to a single tube. Let S = center-to-center spacing between the tubes. Equilateral-triangle array: $S = 2D$ $S = 3D$ Square array: $S = 2D$	$3.0(S - D)$ $3.8(S - D)$ $3.5(S - D)$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE E.8 (Continued)

$T_{sat}, ^\circ F$	$P_{sat}, psia$	Specific Volume, ft^3/lbm			Internal Energy, Btu/lbm			Enthalpy, Btu/lbm			Entropy, Btu/(lbm \cdot $^\circ R$)		
		v_l	v_{lg}	v_g	u_l	u_{lg}	u_g	h_l	h_{lg}	h_g	s_l	s_{lg}	s_g
550	1,045.9	0.02176	0.4027	0.4245	545.17	568.4	1,113.6	549.4	646.3	1,195.7	0.7495	0.6361	1.3856
560	1,134.3	0.02208	0.3652	0.3873	557.68	548.7	1,106.4	562.3	625.4	1,187.7	0.7618	0.6138	1.3757
570	1,228.4	0.02243	0.3309	0.3533	570.43	532.9	1,103.3	575.5	608.1	1,183.6	0.7743	0.5912	1.3655
580	1,328.3	0.02279	0.2994	0.3222	583.44	516.4	1,099.8	589.0	590.0	1,179.0	0.7869	0.5681	1.3550
590	1,431.4	0.02318	0.2705	0.2936	596.75	499.2	1,096.0	602.9	570.8	1,173.7	0.7997	0.5445	1.3442
600	1,543.2	0.02359	0.2438	0.2674	610.38	481.0	1,091.3	617.1	550.6	1,167.7	0.8128	0.5202	1.3330
610	1,661.6	0.02411	0.2191	0.2433	624.35	461.7	1,086.0	631.8	529.1	1,160.8	0.8261	0.4952	1.3213
620	1,786.9	0.02465	0.1962	0.2208	638.73	441.2	1,080.0	646.9	506.1	1,153.0	0.8397	0.4693	1.3090
630	1,919.5	0.02526	0.1746	0.1998	653.55	419.4	1,073.0	662.5	481.5	1,144.0	0.8537	0.4421	1.2959
640	2,059.9	0.02595	0.1543	0.1802	668.86	396.1	1,065.0	678.8	454.9	1,133.7	0.8682	0.4136	1.2818
650	2,208.4	0.02674	0.1350	0.1618	684.72	371.0	1,055.7	695.6	426.2	1,121.9	0.8833	0.3834	1.2667
660	2,365.7	0.02768	0.1166	0.1443	702.78	341.7	1,044.5	714.9	392.8	1,107.7	0.8990	0.3511	1.2501
670	2,532.2	0.02883	0.0987	0.1275	721.23	309.2	1,030.4	734.7	355.4	1,090.2	0.9155	0.3156	1.2311
680	2,708.6	0.03037	0.0808	0.1112	742.14	270.6	1,012.8	757.4	311.1	1,068.5	0.9328	0.2754	1.2083
690	2,895.7	0.03256	0.0621	0.0946	767.05	222.9	989.9	784.5	256.1	1,040.6	0.9512	0.2298	1.1810
700	3,094.3	0.03697	0.0382	0.0752	801.23	150.9	952.1	822.4	172.8	995.2	0.9708	0.1651	1.1359
705.6	3,204.1	0.0500	0	0.0500	872.57	0	872.6	902.5	0	902.5	1.0581	0	1.0581

Properties generated from the program STEAMCALC, Wiley Professional Software, Wiley, New York, 1984.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\bar{C}_{p0} = a + bT + cT^2 + dT^3$$

[T in R, \bar{C}_{p0} in Btu/(lbmol·R)]

Substance	Formula	a	b	c	d	Temperature range R	% error	
							Max.	Avg.
Nitrogen	N ₂	6.903	-0.020 85 × 10 ⁻²	0.059 57 × 10 ⁻⁵	-0.1176 × 10 ⁻⁹	491-3240	0.59	0.34
Oxygen	O ₂	6.085	0.2017 × 10 ⁻²	-0.052 75 × 10 ⁻⁵	0.053 72 × 10 ⁻⁹	491-3240	1.19	0.28
Air	—	6.713	0.026 09 × 10 ⁻²	0.035 40 × 10 ⁻⁵	-0.080 52 × 10 ⁻⁹	491-3240	0.72	0.33
Hydrogen	H ₂	6.952	-0.025 42 × 10 ⁻²	0.029 52 × 10 ⁻⁵	-0.035 65 × 10 ⁻⁹	491-3240	1.01	0.26
Carbon monoxide	CO	6.726	0.022 22 × 10 ⁻²	0.039 60 × 10 ⁻⁵	-0.091 00 × 10 ⁻⁹	491-3240	0.89	0.37
Carbon dioxide	CO ₂	5.316	0.793 61 × 10 ⁻²	-0.2581 × 10 ⁻⁵	0.3053 × 10 ⁻⁹	491-3240	0.67	0.22
Water vapor	H ₂ O	7.700	0.025 52 × 10 ⁻²	0.077 81 × 10 ⁻⁵	-0.1472 × 10 ⁻⁹	491-3240	0.53	0.24
Nitric oxide	NO	7.008	-0.012 47 × 10 ⁻²	0.071 85 × 10 ⁻⁵	-0.1715 × 10 ⁻⁹	491-2700	0.97	0.36
Nitrous oxide	N ₂ O	5.758	0.7780 × 10 ⁻²	-0.2596 × 10 ⁻⁵	0.4331 × 10 ⁻⁹	491-2700	0.59	0.26
Nitrogen dioxide	NO ₂	5.48	0.7583 × 10 ⁻²	-0.260 × 10 ⁻⁵	0.322 × 10 ⁻⁹	491-2700	0.46	0.18
Ammonia	NH ₃	6.5846	0.340 28 × 10 ⁻²	0.073 034 × 10 ⁻⁵	-0.274 02 × 10 ⁻⁹	491-2700	0.91	0.36
Sulfur	S ₂	6.499	0.2943 × 10 ⁻²	-0.1200 × 10 ⁻⁵	0.1632 × 10 ⁻⁹	491-3240	0.99	0.38
Sulfur dioxide	SO ₂	6.157	0.7689 × 10 ⁻²	-0.2810 × 10 ⁻⁵	0.3527 × 10 ⁻⁹	491-3240	0.45	0.24
Sulfur trioxide	SO ₃	3.918	1.935 × 10 ⁻²	-0.8256 × 10 ⁻⁵	1.328 × 10 ⁻⁹	491-2340	0.29	0.13
Acetylene	C ₂ H ₂	5.21	1.2227 × 10 ⁻²	-0.4812 × 10 ⁻⁵	0.7457 × 10 ⁻⁹	491-2700	1.46	0.59
Benzene	C ₆ H ₆	-8.650	6.4322 × 10 ⁻²	-2.327 × 10 ⁻⁵	3.179 × 10 ⁻⁹	491-2700	0.34	0.20
Methanol	CH ₃ O	4.55	1.214 × 10 ⁻²	-0.0898 × 10 ⁻⁵	-0.329 × 10 ⁻⁹	491-1800	0.18	0.08
Ethanol	C ₂ H ₅ O	4.75	2.781 × 10 ⁻²	-0.7651 × 10 ⁻⁵	0.821 × 10 ⁻⁹	491-2700	0.40	0.22
Hydrogen chloride	HCl	7.244	-0.1011 × 10 ⁻²	0.097 83 × 10 ⁻⁵	-0.1776 × 10 ⁻⁹	491-2740	0.22	0.08
Methane	CH ₄	4.750	0.6666 × 10 ⁻²	0.093 52 × 10 ⁻⁵	-0.4510 × 10 ⁻⁹	491-2740	1.33	0.57
Ethane	C ₂ H ₆	1.648	2.291 × 10 ⁻²	-0.4722 × 10 ⁻⁵	0.2984 × 10 ⁻⁹	491-2740	0.83	0.28
Propane	C ₃ H ₈	-0.966	4.044 × 10 ⁻²	-1.159 × 10 ⁻⁵	1.300 × 10 ⁻⁹	491-2740	0.40	0.12
n-Butane	C ₄ H ₁₀	0.945	4.929 × 10 ⁻²	-1.352 × 10 ⁻⁵	1.433 × 10 ⁻⁹	491-2740	0.54	0.24
i-Butane	C ₄ H ₁₀	-1.890	5.520 × 10 ⁻²	-1.696 × 10 ⁻⁵	2.044 × 10 ⁻⁹	491-2740	0.25	0.13
n-Pentane	C ₅ H ₁₂	1.618	6.028 × 10 ⁻²	-1.556 × 10 ⁻⁵	1.732 × 10 ⁻⁹	491-2740	0.56	0.21
n-Hexane	C ₆ H ₁₄	1.657	7.328 × 10 ⁻²	-2.112 × 10 ⁻⁵	2.363 × 10 ⁻⁹	491-2740	0.72	0.20
Ethylene	C ₂ H ₄	0.944	2.075 × 10 ⁻²	-0.6151 × 10 ⁻⁵	0.7326 × 10 ⁻⁹	491-2740	0.54	0.13
Propylene	C ₃ H ₆	0.753	3.162 × 10 ⁻²	-0.8981 × 10 ⁻⁵	1.008 × 10 ⁻⁹	491-2740	0.73	0.17

Source: B. G. Kyle, *Chemical and Process Thermodynamics*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1984. Used with permission.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EMISSIVITY OF CARBON DIOXIDE PT=1 ATM ϵ_{CO_2}

$P_{cl} \backslash T_g$	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
0.001									0.0051	0.005	0.0048	0.0046	0.0044	0.0042	0.004
0.002				0.01	0.01	0.01	0.01	0.0098	0.0096	0.0094	0.0092	0.0088	0.0085	0.0082	0.0078
0.003				0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.01375	0.0135	0.01325	0.013	0.0125	0.012	0.0115
0.004				0.0175	0.0175	0.0175	0.0175	0.0175	0.01725	0.017	0.0165	0.016	0.0155	0.015	0.0145
0.005			0.021	0.02	0.02	0.02	0.02	0.0202	0.0202	0.02	0.0195	0.019	0.0185	0.018	0.017
0.006			0.023	0.0225	0.0225	0.0224	0.0225	0.0226	0.0226	0.0225	0.0223	0.022	0.0215	0.021	0.02
0.008			0.028	0.0265	0.026	0.026	0.026	0.0263	0.0266	0.027	0.0266	0.0262	0.026	0.025	0.024
0.01			0.031	0.03	0.029	0.029	0.029	0.0295	0.03	0.03	0.03	0.03	0.0295	0.029	0.028
0.015			0.037	0.036	0.035	0.035	0.035	0.0355	0.036	0.037	0.037	0.037	0.037	0.036	0.035
0.02			0.042	0.04	0.039	0.039	0.04	0.0405	0.041	0.042	0.043	0.043	0.042	0.041	0.04
0.03	0.06	0.052	0.049	0.047	0.046	0.046	0.047	0.048	0.049	0.05	0.051	0.051	0.051	0.05	0.049
0.04	0.064	0.059	0.055	0.052	0.051	0.051	0.052	0.053	0.055	0.056	0.058	0.058	0.058	0.057	0.056
0.06	0.075	0.068	0.064	0.06	0.059	0.059	0.06	0.062	0.064	0.065	0.067	0.068	0.068	0.067	0.065
0.08	0.082	0.075	0.07	0.066	0.064	0.065	0.067	0.069	0.07	0.072	0.074	0.075	0.075	0.074	0.072
0.1	0.089	0.08	0.075	0.071	0.07	0.07	0.071	0.073	0.075	0.077	0.079	0.08	0.08	0.079	0.078
0.15	0.098	0.092	0.085	0.08	0.078	0.079	0.081	0.083	0.085	0.087	0.088	0.09	0.09	0.09	0.088
0.2	0.11	0.1	0.093	0.088	0.085	0.086	0.088	0.09	0.093	0.095	0.097	0.098	0.098	0.098	0.097
0.3	0.12	0.11	0.1025	0.098	0.095	0.096	0.098	0.1	0.1025	0.105	0.1075	0.108	0.11	0.11	0.108
0.4	0.13	0.12	0.1125	0.1075	0.105	0.105	0.105	0.1075	0.11	0.1125	0.115	0.1175	0.12	0.12	0.12
0.6	0.14	0.13	0.123	0.12	0.115	0.115	0.115	0.1175	0.12	0.125	0.127	0.13	0.132	0.134	0.1325
0.8	0.145	0.14	0.13	0.125	0.123	0.123	0.125	0.125	0.13	0.133	0.135	0.14	0.14	0.142	0.143
1	0.155	0.145	0.14	0.135	0.13	0.13	0.13	0.135	0.137	0.14	0.145	0.147	0.15	0.152	0.153
1.5	0.165	0.155	0.15	0.145	0.14	0.14	0.145	0.15	0.15	0.155	0.16	0.165	0.165	0.17	0.17
2	0.17	0.165	0.155	0.15	0.15	0.15	0.155	0.16	0.165	0.175	0.175	0.175	0.18	0.18	0.185
3	0.19	0.175	0.165	0.16	0.16	0.16	0.165	0.17	0.175	0.18	0.185	0.19	0.195	0.2	0.2
5	0.2	0.19	0.18	0.175	0.175	0.175	0.18	0.185	0.19	0.195	0.2	0.21	0.215	0.22	0.22

ตารางที่(ค.11)แสดงค่าการเปล่งรังสีรวมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
(ตารางนี้แปลงจากรูปที่ 3.2 เพื่อเก็บค่าลงในไฟล์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์)

2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500
0.0038	0.0035	0.0033	0.00315	0.003											
0.0074	0.007	0.0066	0.0062	0.0058	0.0055	0.0051	0.0048	0.0045	0.0042	0.004	0.0037	0.0035	0.0033	0.003	
0.01075	0.01	0.0095	0.009	0.0085	0.008	0.0075	0.007	0.0065	0.0075	0.006	0.007	0.0065	0.0061	0.0058	0.0054
0.0135	0.013	0.012	0.0115	0.011	0.01	0.0095	0.009	0.0085	0.008	0.0057	0.0053	0.005	0.0047	0.0044	0.0041
0.0165	0.0155	0.015	0.014	0.013	0.0125	0.0115	0.011	0.0105	0.0095	0.009	0.0085	0.008	0.0075	0.007	0.0065
0.019	0.018	0.017	0.0165	0.0155	0.0145	0.0135	0.01275	0.012	0.011	0.0105	0.01	0.0093	0.0086	0.0082	0.0076
0.023	0.022	0.021	0.02	0.019	0.018	0.017	0.016	0.015	0.014	0.013	0.0125	0.0115	0.011	0.01025	0.0097
0.027	0.0255	0.024	0.023	0.022	0.0205	0.0195	0.0185	0.0175	0.016	0.0155	0.0145	0.0135	0.01275	0.012	0.01125
0.0335	0.032	0.031	0.029	0.028	0.026	0.025	0.0235	0.022	0.021	0.02	0.0185	0.0175	0.0165	0.0155	0.0145
0.039	0.038	0.036	0.034	0.0325	0.031	0.029	0.028	0.026	0.025	0.0235	0.022	0.021	0.0195	0.0185	0.0175
0.048	0.046	0.044	0.042	0.04	0.038	0.036	0.034	0.033	0.031	0.029	0.0275	0.026	0.0245	0.023	0.022
0.054	0.052	0.05	0.048	0.046	0.043	0.041	0.039	0.037	0.035	0.033	0.032	0.03	0.028	0.027	0.025
0.063	0.061	0.059	0.056	0.054	0.052	0.049	0.047	0.045	0.042	0.04	0.038	0.036	0.034	0.032	0.031
0.07	0.068	0.065	0.063	0.06	0.057	0.055	0.052	0.05	0.047	0.045	0.043	0.041	0.039	0.037	0.035
0.076	0.074	0.071	0.068	0.065	0.063	0.06	0.057	0.055	0.052	0.05	0.047	0.045	0.043	0.041	0.039
0.085	0.083	0.08	0.078	0.075	0.072	0.069	0.066	0.063	0.06	0.057	0.055	0.052	0.05	0.048	0.045
0.095	0.093	0.09	0.087	0.083	0.08	0.077	0.074	0.071	0.068	0.065	0.062	0.06	0.056	0.054	0.052
0.1075	0.105	0.1025	0.1	0.095	0.092	0.088	0.085	0.082	0.079	0.075	0.072	0.07	0.066	0.064	0.061
0.1175	0.115	0.1125	0.11	0.105	0.1025	0.099	0.095	0.09	0.087	0.084	0.08	0.077	0.074	0.07	0.067
0.132	0.13	0.127	0.125	0.12	0.115	0.113	0.108	0.105	0.1	0.098	0.094	0.09	0.085	0.082	0.078
0.142	0.14	0.138	0.135	0.132	0.128	0.125	0.12	0.115	0.11	0.108	0.103	0.1	0.095	0.09	0.087
0.152	0.15	0.148	0.145	0.14	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12	0.115	0.113	0.108	0.104	0.1	0.095
0.17	0.165	0.165	0.16	0.16	0.155	0.15	0.145	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12	0.12	0.115	0.11
0.185	0.18	0.18	0.175	0.175	0.17	0.165	0.16	0.155	0.15	0.145	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12
0.2	0.2	0.2	0.195	0.19	0.19	0.185	0.18	0.17	0.17	0.16	0.155	0.15	0.145	0.14	0.135
0.225	0.225	0.225	0.222	0.22	0.218	0.21	0.205	0.2	0.195	0.19	0.18	0.175	0.17	0.16	0.155

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3600	3700	3800	3900	4000	4100	4200	4300	4400	4500	4600	4700	4800	4900	5000
0.007														
0.008	0.0073													
0.01	0.0095	0.0087	0.0082	0.0075	0.007									
0.012	0.011	0.0105	0.0098	0.009	0.0085	0.008	0.0075	0.007						
0.014	0.013	0.012	0.0115	0.0105	0.01	0.0095	0.0086	0.0082	0.0076	0.007				
0.016	0.015	0.014	0.013	0.012	0.0115	0.0105	0.01	0.0093	0.0088	0.0082	0.0077	0.007		
0.02	0.0185	0.0175	0.0165	0.0155	0.0145	0.0135	0.013	0.012	0.0115	0.0105	0.01	0.0095	0.009	0.0085
0.023	0.022	0.021	0.0195	0.018	0.017	0.016	0.015	0.0145	0.0135	0.013	0.012	0.0115	0.0105	0.01
0.029	0.027	0.026	0.024	0.0225	0.021	0.02	0.019	0.018	0.017	0.016	0.015	0.0145	0.0135	0.013
0.037	0.035	0.033	0.031	0.03	0.028	0.027	0.025	0.024	0.023	0.022	0.02	0.0195	0.0185	0.018
0.044	0.042	0.04	0.038	0.036	0.034	0.033	0.031	0.029	0.028	0.027	0.025	0.024	0.023	0.022
0.051	0.049	0.046	0.044	0.042	0.04	0.038	0.036	0.035	0.033	0.031	0.03	0.028	0.027	0.026
0.063	0.06	0.058	0.055	0.052	0.05	0.048	0.046	0.044	0.042	0.04	0.038	0.037	0.035	0.034
0.075	0.071	0.068	0.065	0.062	0.06	0.058	0.055	0.052	0.05	0.048	0.046	0.044	0.042	0.04
0.084	0.08	0.077	0.075	0.07	0.068	0.065	0.062	0.06	0.058	0.055	0.053	0.051	0.049	0.047
0.1	0.095	0.092	0.09	0.085	0.082	0.08	0.075	0.073	0.07	0.068	0.065	0.062	0.06	0.058
0.115	0.11	0.105	0.1	0.098	0.093	0.09	0.085	0.083	0.08	0.076	0.074	0.071	0.069	0.066
0.125	0.12	0.115	0.11	0.11	0.105	0.1	0.096	0.092	0.09	0.085	0.083	0.08	0.078	0.075
0.14	0.135	0.13	0.125	0.12	0.1175	0.115	0.11	0.105	0.1025	0.1	0.095	0.093	0.09	0.087
0.165	0.16	0.15	0.145	0.145	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12	0.115	0.115	0.11	0.105	0.1
0.195	0.185	0.18	0.175	0.17	0.165	0.16	0.155	0.15	0.145	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12
0.23	0.225	0.22	0.21	0.205	0.2	0.19	0.185	0.18	0.175	0.17	0.165	0.16	0.155	0.15
0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.2	0.2	0.195	0.19
0.34	0.33	0.32	0.31	0.3	0.3	0.29	0.28	0.27	0.265	0.26	0.25	0.245	0.24	0.23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EMISSIVITY OF WATER VAPOR (ϵ_w)

$P_{wL} \rightarrow T_g$	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
0.005	0.018	0.0165	0.0145	0.0135	0.012	0.011	0.01	0.0092	0.0084	0.0075	0.007				
0.007	0.0235	0.0215	0.019	0.0175	0.016	0.0145	0.0135	0.012	0.011	0.01	0.0092	0.0085	0.0076	0.007	
0.01	0.031	0.028	0.025	0.023	0.021	0.0195	0.018	0.0165	0.015	0.0135	0.0125	0.0115	0.0105	0.0095	0.0088
0.012	0.035	0.032	0.029	0.0265	0.0245	0.0225	0.021	0.019	0.0175	0.016	0.015	0.0135	0.0125	0.0115	0.0105
0.015	0.041	0.037	0.034	0.031	0.029	0.027	0.025	0.023	0.021	0.019	0.0175	0.016	0.015	0.0135	0.0125
0.02	0.05	0.045	0.041	0.038	0.035	0.0325	0.031	0.028	0.026	0.024	0.022	0.0205	0.019	0.0175	0.016
0.025	0.058	0.053	0.048	0.044	0.041	0.038	0.036	0.033	0.031	0.029	0.0265	0.0245	0.023	0.021	0.019
0.03	0.065	0.059	0.054	0.05	0.046	0.043	0.04	0.038	0.035	0.033	0.03	0.028	0.026	0.024	0.022
0.035	0.07	0.065	0.059	0.055	0.051	0.048	0.045	0.042	0.039	0.037	0.034	0.032	0.03	0.028	0.0255
0.04	0.076	0.07	0.064	0.06	0.055	0.052	0.049	0.046	0.043	0.04	0.038	0.035	0.033	0.03	0.028
0.05	0.086	0.08	0.074	0.069	0.065	0.06	0.057	0.054	0.051	0.048	0.045	0.042	0.039	0.036	0.034
0.06	0.1	0.09	0.082	0.076	0.072	0.068	0.065	0.061	0.058	0.055	0.051	0.048	0.044	0.042	0.039
0.07	0.11	0.098	0.09	0.085	0.08	0.075	0.07	0.067	0.064	0.061	0.057	0.054	0.05	0.047	0.044
0.08	0.115	0.105	0.098	0.09	0.085	0.08	0.078	0.074	0.07	0.067	0.063	0.059	0.055	0.052	0.048
0.1	0.13	0.12	0.11	0.105	0.098	0.094	0.09	0.085	0.08	0.077	0.073	0.069	0.065	0.06	0.058
0.12	0.14	0.13	0.12	0.115	0.1075	0.105	0.1	0.095	0.09	0.086	0.081	0.077	0.073	0.069	0.064
0.15	0.16	0.145	0.135	0.125	0.12	0.115	0.115	0.11	0.105	0.1	0.095	0.09	0.085	0.08	0.075
0.2	0.19	0.17	0.155	0.15	0.145	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12	0.11	0.105	0.1	0.095	0.09
0.25	0.2	0.185	0.175	0.165	0.16	0.155	0.15	0.145	0.14	0.13	0.125	0.12	0.115	0.11	0.105
0.3	0.22	0.2	0.19	0.18	0.17	0.165	0.165	0.16	0.155	0.15	0.14	0.135	0.13	0.125	0.115
0.4	0.24	0.23	0.21	0.2	0.195	0.19	0.19	0.18	0.175	0.17	0.165	0.155	0.15	0.145	0.135
0.5	0.27	0.25	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21	0.2	0.195	0.19	0.18	0.175	0.17	0.16	0.155
0.6	0.29	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.2	0.19	0.185	0.175	0.17
0.8	0.32	0.29	0.28	0.27	0.265	0.26	0.255	0.25	0.245	0.24	0.23	0.22	0.21	0.2	0.195
1	0.34	0.32	0.3	0.29	0.285	0.28	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.225	0.22
1.2	0.36	0.34	0.32	0.31	0.31	0.3	0.3	0.295	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.235
1.5	0.4	0.37	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.31	0.3	0.295	0.285	0.275	0.26
2	0.42	0.39	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.3	0.29
3	0.45	0.44	0.42	0.41	0.41	0.4	0.4	0.4	0.39	0.38	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34
5	0.52	0.5	0.48	0.47	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.42	0.41	0.39
10	0.6	0.57	0.55	0.55	0.54	0.54	0.54	0.53	0.53	0.52	0.51	0.5	0.49	0.48	0.47
20	0.68	0.63	0.61	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54

ตารางที่(ค.12) แสดงค่าการเปล่งรังสีรวมของไอน้ำ
 (ตารางนี้แปลงจากรูปที่ 3.3 เพื่อเก็บค่าลงในไฟล์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์)

2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500
0.0074															
0.0095	0.0087	0.008	0.0072												
0.0115	0.0105	0.0095	0.0087	0.008	0.0072										
0.0145	0.0135	0.0125	0.0115	0.0105	0.0095	0.0087	0.008	0.0072							
0.0175	0.0165	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.01	0.0095	0.0086	0.008	0.0074				
0.0205	0.019	0.0175	0.0165	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.0105	0.0095	0.009	0.0082	0.0076	0.007	
0.0235	0.022	0.02	0.019	0.0175	0.016	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.01	0.0095	0.0088	0.0082	0.0075
0.026	0.024	0.023	0.021	0.0195	0.018	0.017	0.0155	0.0145	0.0135	0.0125	0.0115	0.011	0.01	0.009	0.0085
0.032	0.029	0.027	0.0255	0.024	0.022	0.021	0.019	0.018	0.0165	0.0155	0.0145	0.0135	0.0125	0.0115	0.011
0.036	0.034	0.032	0.03	0.028	0.026	0.024	0.022	0.021	0.0195	0.018	0.017	0.016	0.015	0.014	0.013
0.041	0.038	0.036	0.034	0.032	0.03	0.028	0.026	0.024	0.022	0.021	0.02	0.0185	0.017	0.016	0.015
0.045	0.043	0.04	0.037	0.035	0.033	0.031	0.029	0.027	0.025	0.0235	0.022	0.021	0.019	0.018	0.017
0.054	0.05	0.047	0.045	0.042	0.04	0.037	0.035	0.033	0.031	0.029	0.027	0.026	0.024	0.022	0.021
0.061	0.058	0.055	0.051	0.048	0.045	0.043	0.04	0.038	0.035	0.033	0.032	0.03	0.028	0.026	0.025
0.07	0.068	0.064	0.06	0.057	0.054	0.05	0.048	0.045	0.043	0.04	0.038	0.036	0.034	0.032	0.03
0.085	0.08	0.077	0.073	0.07	0.065	0.062	0.059	0.056	0.053	0.05	0.047	0.045	0.043	0.04	0.038
0.1	0.095	0.09	0.085	0.08	0.076	0.073	0.07	0.066	0.063	0.06	0.057	0.054	0.051	0.049	0.047
0.11	0.105	0.1	0.095	0.09	0.087	0.084	0.08	0.075	0.072	0.069	0.065	0.062	0.06	0.056	0.054
0.13	0.125	0.12	0.115	0.11	0.105	0.1	0.095	0.09	0.087	0.083	0.08	0.076	0.072	0.067	0.065
0.15	0.145	0.135	0.13	0.125	0.12	0.115	0.11	0.105	0.1	0.098	0.092	0.09	0.085	0.08	0.078
0.16	0.155	0.15	0.145	0.14	0.13	0.13	0.12	0.115	0.11	0.105	0.1025	0.1	0.095	0.09	0.087
0.19	0.18	0.175	0.17	0.16	0.155	0.15	0.145	0.14	0.135	0.125	0.12	0.12	0.115	0.11	0.105
0.21	0.2	0.195	0.185	0.18	0.175	0.165	0.16	0.155	0.15	0.145	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12
0.23	0.22	0.21	0.2	0.195	0.19	0.185	0.175	0.17	0.165	0.155	0.15	0.145	0.135	0.135	0.13
0.25	0.24	0.23	0.225	0.22	0.21	0.2	0.195	0.19	0.18	0.175	0.17	0.165	0.155	0.15	0.145
0.28	0.27	0.26	0.25	0.245	0.24	0.23	0.22	0.215	0.21	0.2	0.195	0.19	0.18	0.175	0.17
0.33	0.32	0.31	0.3	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.235	0.23	0.22	0.21	0.205	0.2
0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.3	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24
0.46	0.44	0.43	0.42	0.41	0.4	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.3	0.29
0.53	0.52	0.5	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44	0.42	0.41	0.4	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3600	3700	3800	3900	4000	4100	4200	4300	4400	4500	4600	4700	4800	4900	5000
0.005	0.0047	0.0044	0.0041	0.0038	0.0036	0.0033	0.0031							
0.0038	0.0036	0.0033	0.0031											
0.006	0.0057	0.0053	0.005	0.0046	0.0043	0.004	0.0037	0.0035	0.0033	0.003				
0.0071	0.0067	0.0063	0.0059	0.0055	0.0051	0.0048	0.0045	0.0042	0.0039	0.0037	0.0034	0.0032	0.003	
0.009	0.0085	0.008	0.0075	0.007	0.0065	0.0062	0.0058	0.0054	0.0051	0.0048	0.0045	0.0042	0.0039	0.0037
0.0105	0.01	0.0093	0.0088	0.0082	0.0077	0.0072	0.0068	0.0064	0.006	0.0056	0.0053	0.0049	0.0046	0.0043
0.0135	0.013	0.012	0.0115	0.01075	0.01	0.0095	0.009	0.0083	0.0078	0.0073	0.0068	0.0064	0.006	0.0056
0.0165	0.0155	0.0145	0.0135	0.01275	0.012	0.011	0.0105	0.01	0.0094	0.0088	0.0082	0.0077	0.0072	0.0068
0.021	0.0195	0.0185	0.0175	0.0165	0.0155	0.0145	0.0135	0.0125	0.012	0.0115	0.0105	0.01	0.0095	0.009
0.024	0.023	0.021	0.02	0.019	0.018	0.017	0.016	0.015	0.014	0.0135	0.0125	0.012	0.01125	0.0105
0.029	0.028	0.026	0.025	0.023	0.022	0.021	0.02	0.0185	0.0175	0.0165	0.0155	0.0145	0.014	0.013
0.033	0.031	0.03	0.028	0.027	0.025	0.024	0.023	0.0215	0.02	0.019	0.018	0.017	0.016	0.0155
0.037	0.035	0.033	0.031	0.03	0.028	0.027	0.0255	0.024	0.023	0.022	0.0205	0.0195	0.0185	0.0175
0.043	0.041	0.039	0.037	0.035	0.034	0.032	0.03	0.029	0.028	0.026	0.025	0.0235	0.022	0.021
0.049	0.047	0.045	0.042	0.04	0.038	0.037	0.035	0.033	0.0315	0.03	0.0285	0.027	0.026	0.024
0.058	0.055	0.053	0.05	0.048	0.046	0.044	0.042	0.04	0.038	0.037	0.035	0.033	0.0315	0.03
0.065	0.062	0.059	0.056	0.054	0.051	0.049	0.047	0.045	0.043	0.041	0.039	0.037	0.035	0.034
0.075	0.072	0.069	0.065	0.063	0.06	0.057	0.055	0.052	0.05	0.048	0.045	0.043	0.041	0.039
0.083	0.08	0.076	0.073	0.07	0.067	0.064	0.062	0.059	0.056	0.054	0.051	0.049	0.047	0.045
0.092	0.088	0.084	0.08	0.077	0.074	0.07	0.067	0.065	0.061	0.059	0.055	0.053	0.051	0.049
0.105	0.1	0.096	0.092	0.088	0.085	0.08	0.078	0.074	0.071	0.068	0.065	0.062	0.059	0.056
0.115	0.11	0.105	0.1	0.098	0.094	0.09	0.085	0.082	0.079	0.075	0.072	0.069	0.066	0.062
0.13	0.125	0.12	0.115	0.11	0.105	0.1	0.098	0.094	0.09	0.086	0.083	0.08	0.075	0.073
0.15	0.145	0.14	0.135	0.13	0.125	0.12	0.115	0.11	0.105	0.102	0.098	0.095	0.09	0.086

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



$\frac{P_w}{P_c + P_w}$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.2			0	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0		
0.3		0	0.002	0.003	0.004	0.004	0.004	0.003	0.002	0	
0.5	0	0.002	0.005	0.006	0.007	0.008	0.007	0.006	0.004	0.002	0
0.75	0	0.003	0.007	0.01	0.012	0.013	0.013	0.012	0.009	0.004	0
1	0	0.005	0.009	0.013	0.015	0.016	0.018	0.017	0.014	0.008	0
1.5	0	0.008	0.014	0.018	0.02	0.022	0.022	0.022	0.02	0.013	0
2	0	0.012	0.017	0.02	0.023	0.025	0.026	0.026	0.024	0.018	0
3	0	0.016	0.02	0.024	0.026	0.028	0.029	0.03	0.028	0.023	0
5	0	0.019	0.025	0.028	0.031	0.033	0.033	0.033	0.033	0.028	0

ตารางนี้แปลงจากกราฟรูปที่ (3.6) เพื่อเก็บเป็นดาต้าลงในไฟล์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ (ค.14) แสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

การหา Heating Value of LPG (ของ ป.ด.ท.)

Propane 10989 Kcal/Kg

Normal butane 10837 Kcal/Kg

Iso butane 10810 Kcal/Kg

	ชายทั่วไป	โรคภัย
Propane	70%	40%
Butane	30%	60%

	Chemical Formula	Molecular Weight	Density (kg/m ³)	Net Heating Value	
				kcal/kg	Btu/Ft ³
Propane	C ₃ H ₈	44.099	1.8333	10989	2264.33
n-Butane	C ₄ H ₁₀	58.126	2.4164	10837	2943.24
Iso-butane	C ₄ H ₁₀	58.126	2.4164	10810	2935.91

Fuel

LPG ประกอบด้วย Propane C₃H₈ = 70 %

Butane C₄H₁₀ = 30 %

$Z_C = 0.7(3) + 0.3(4) = 3.3$ mol C/mol of gas

$Z_H = 0.7(8) + 0.3(10) = 8.6$ mol H/mol of gas

LPG has an effective formula = C_{3.3} H_{8.6}

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\begin{aligned} \text{หา Molecular Weight of gas} &= 0.7(44.099) + 0.3(58.126) \\ &= 48.3071 \end{aligned}$$

Net heating Value of LPG

$$\begin{aligned} HV &= \left(\frac{0.7 \times 44.099}{48.3071} \right) \times 2264.33 + \left(\frac{0.3 \times 58.126}{48.3071} \right) \times 2943.2 \\ &= 2509.4 \text{ Btu/ft}^3 \end{aligned}$$

Density of LPG

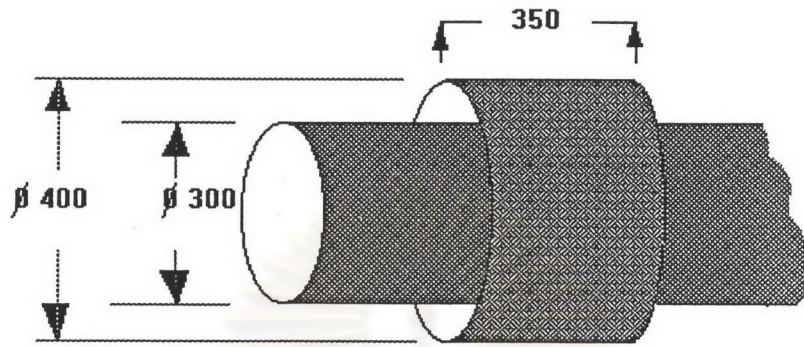
$$\begin{aligned} \rho &= \left(\frac{0.7 \times 44.099}{48.3071} \right) \times 1.8333 + \left(\frac{0.3 \times 58.126}{48.3071} \right) \times 2.4164 \\ &= 2.0438 \text{ kg/m}^3 = 0.057865 \text{ kg/ft}^3 \end{aligned}$$



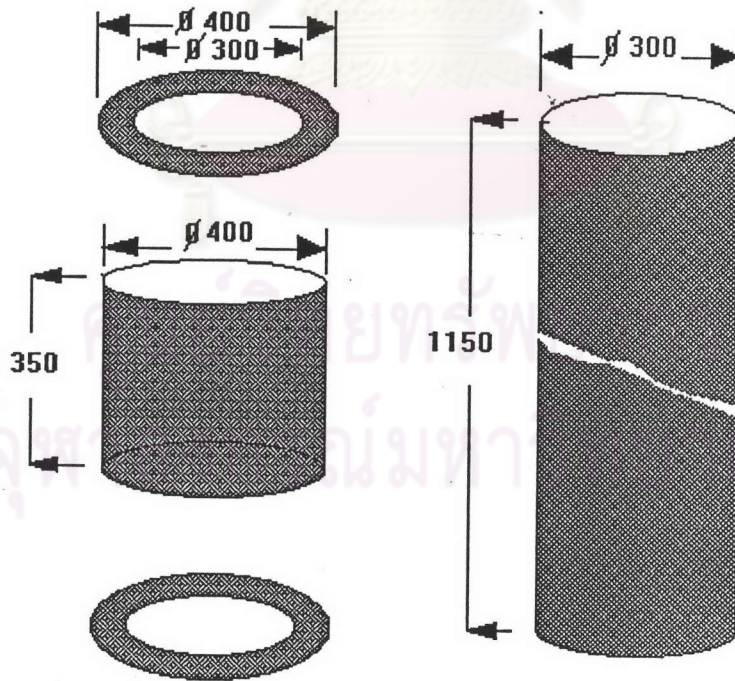
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

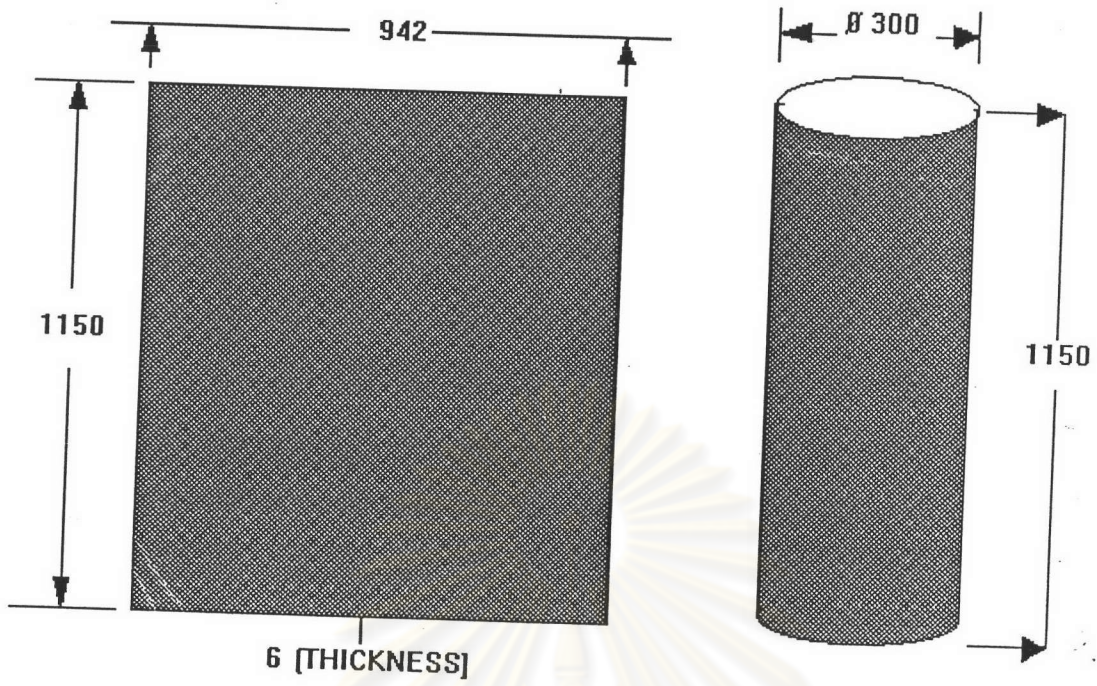
แสดงลักษณะโครงสร้างของอุปกรณ์ทดลอง



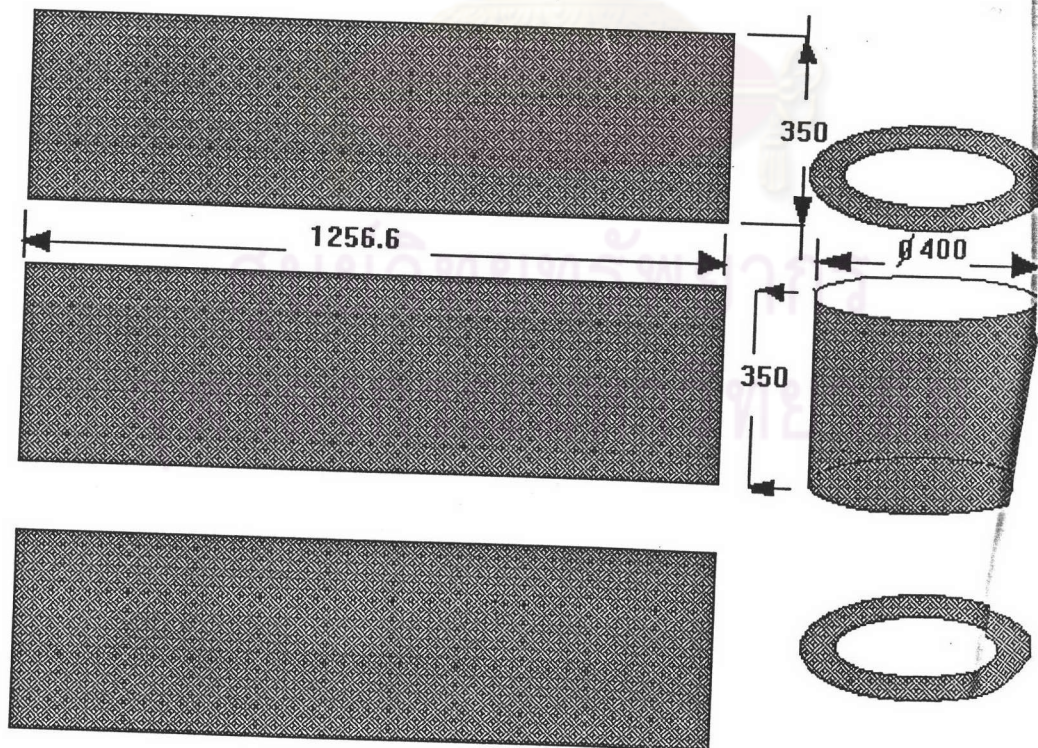
SCALE : MM



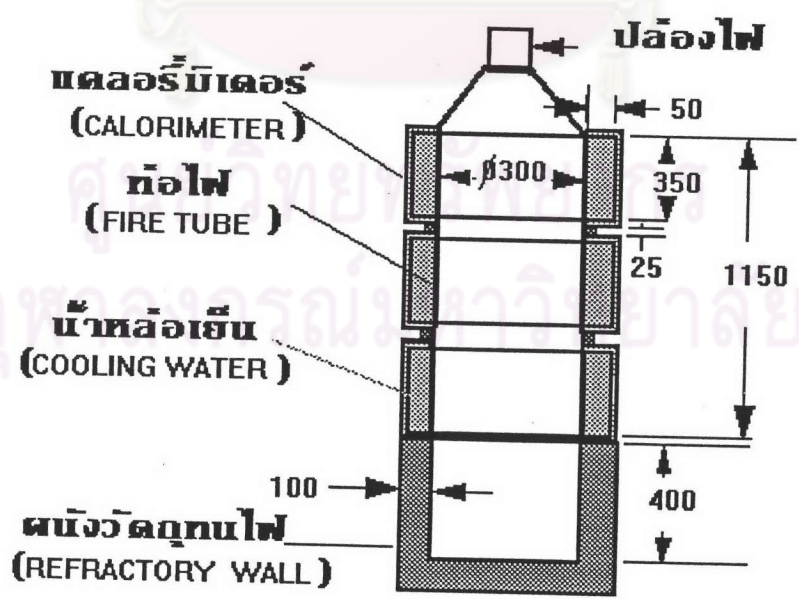
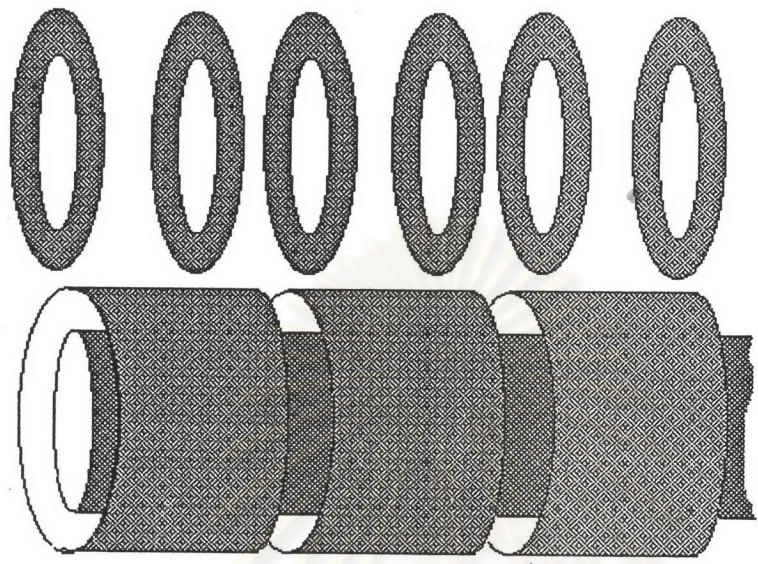
SCALE : MM



SCALE : MM



SCALE : MM



ภาพตัดด้านหน้า(SCALE : MM)

ภาคผนวก จ

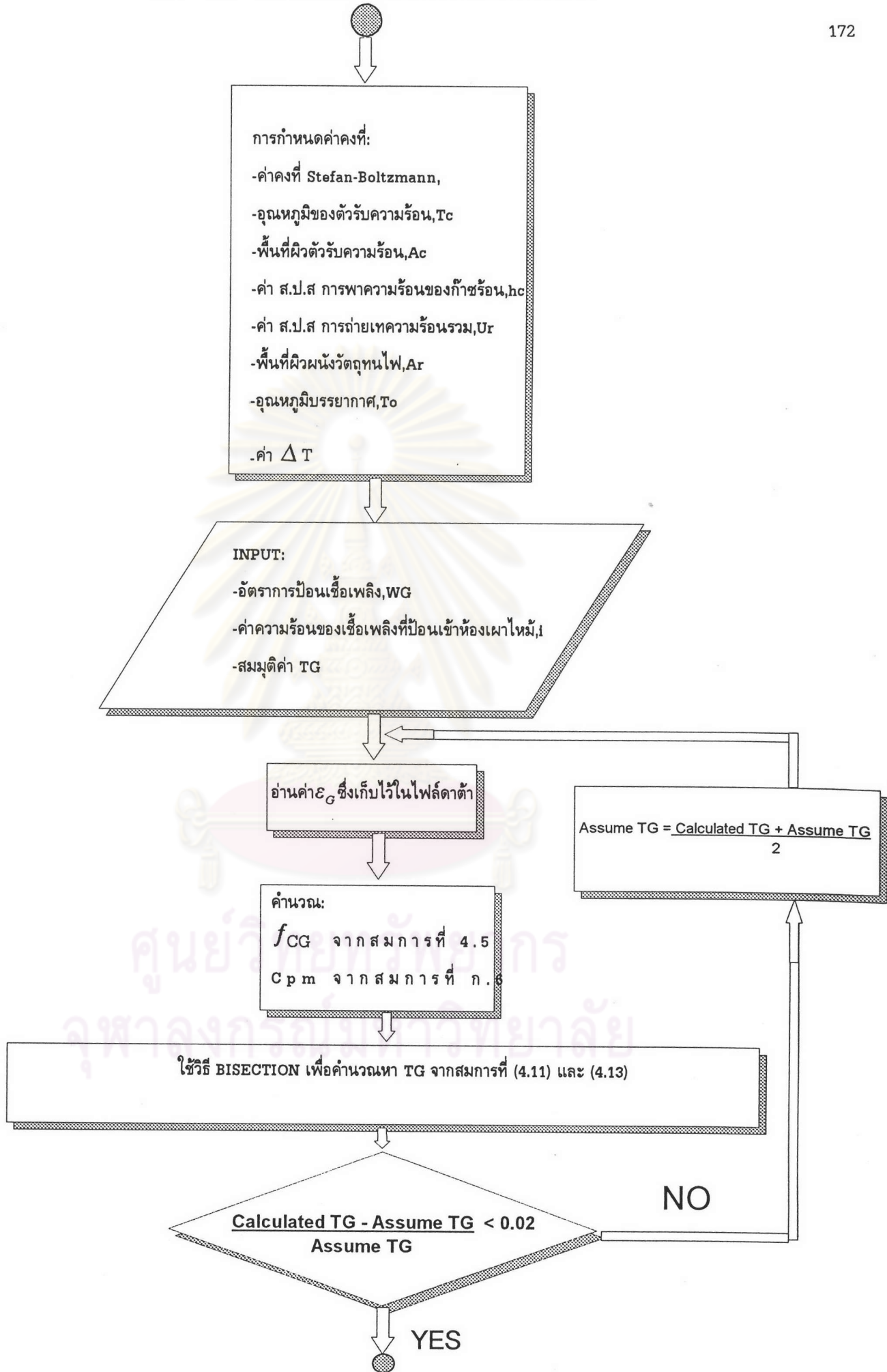
โปรแกรมคอมพิวเตอร์

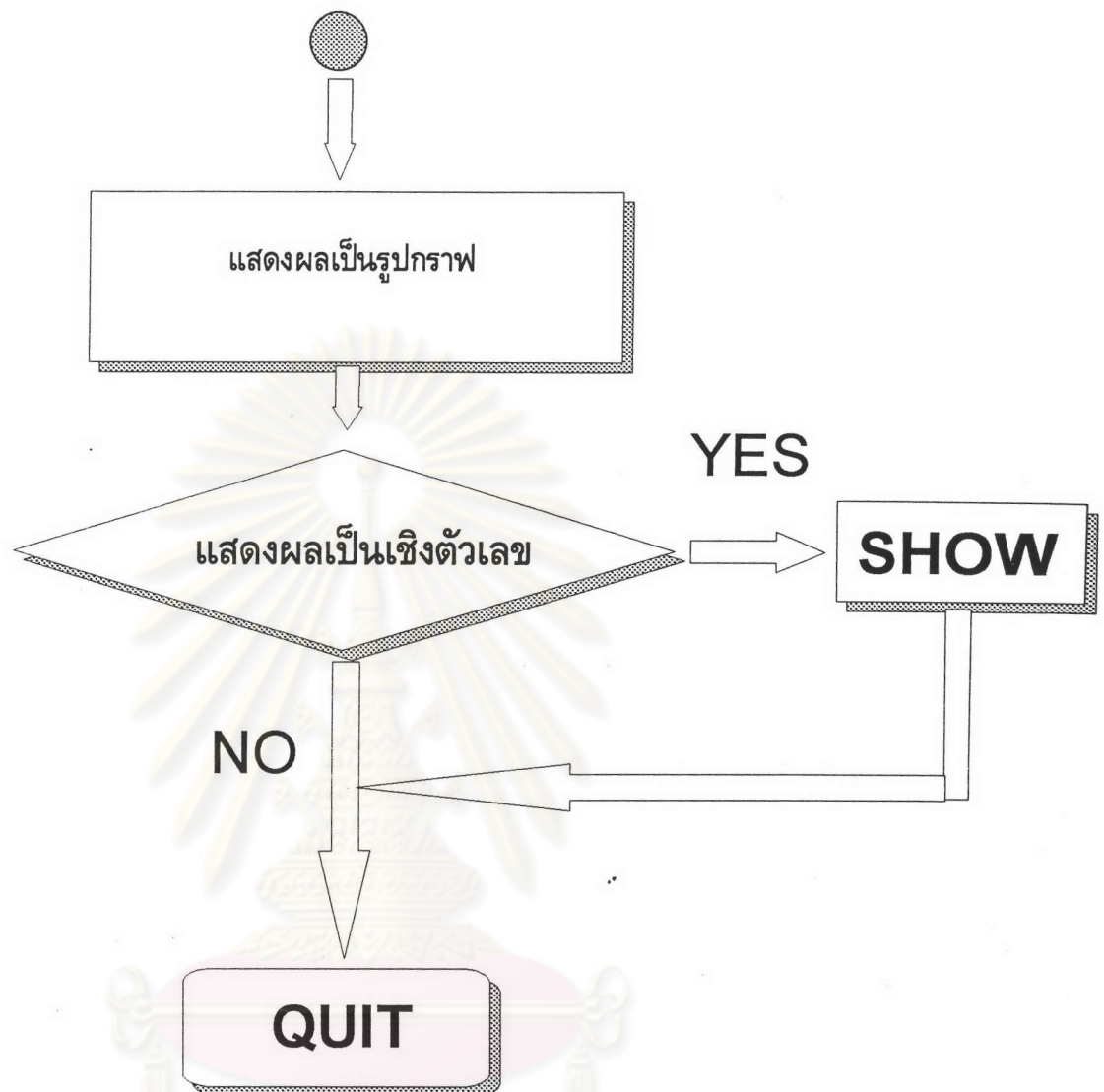
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นใช้ภาษาปาสคาลขนาดความยาวบรรทัดประมาณ 3000 บรรทัด ใช้เนื้อที่ดิสค์ 374500 ไบต์ ซึ่งบรรจุอยู่ในดิสค์ขนาด 3.5 นิ้วตามที่แนบมานี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โฟลชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์





ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

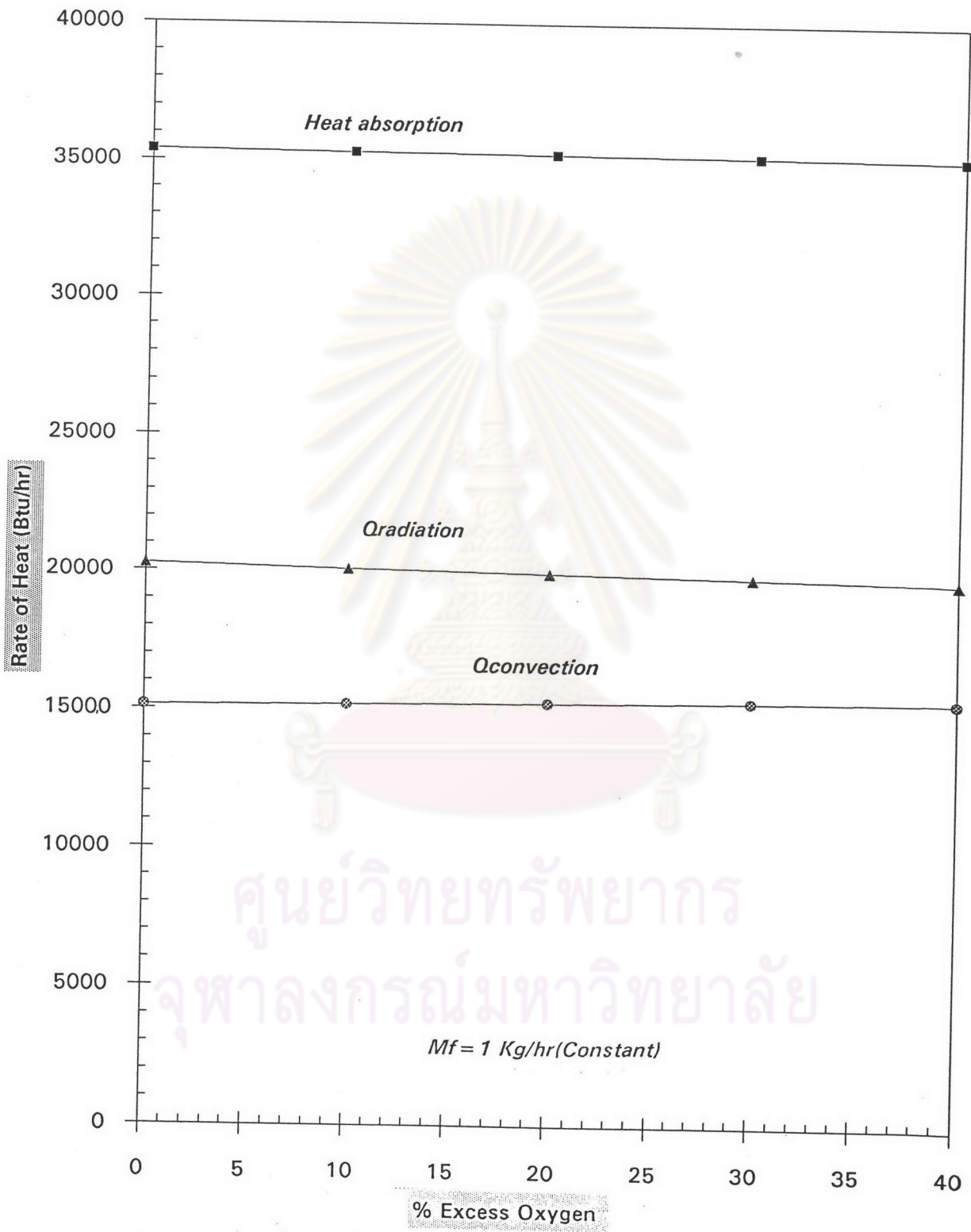
ภาคผนวก ฉ

แสดงกราฟที่ได้จากการทดลองและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



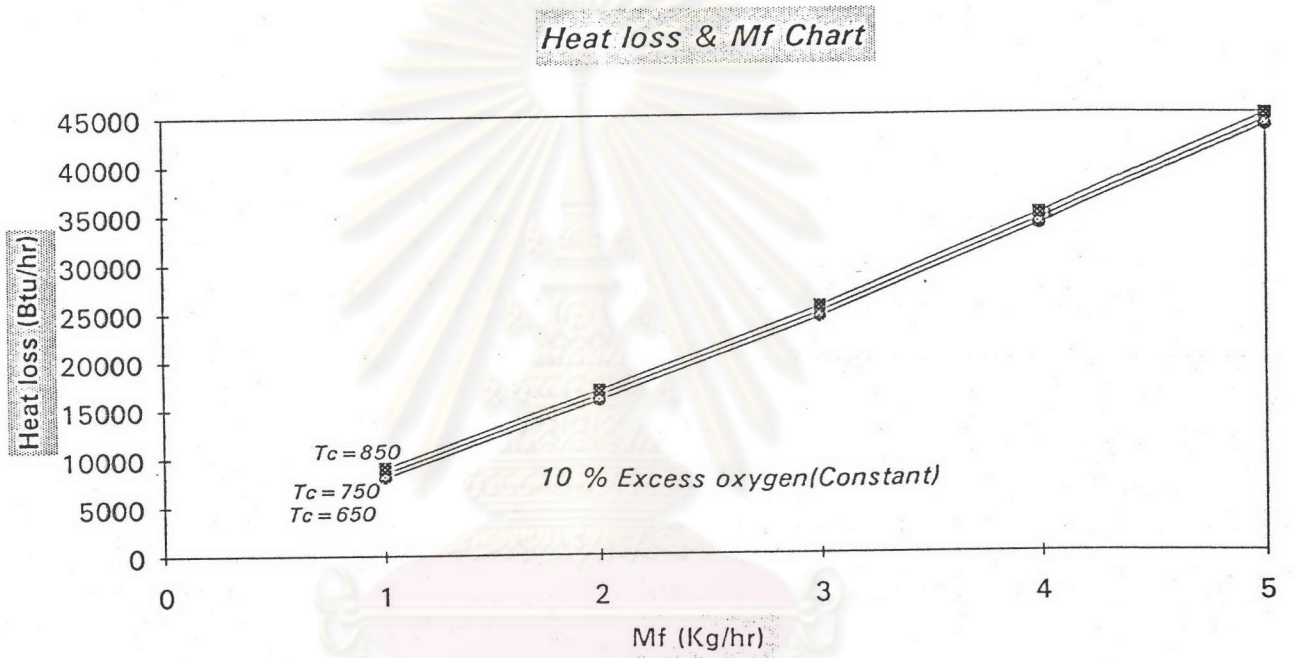
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*Simulation Rate of Heat along heat sink Chart
[Tc = 650R(Constant)]*

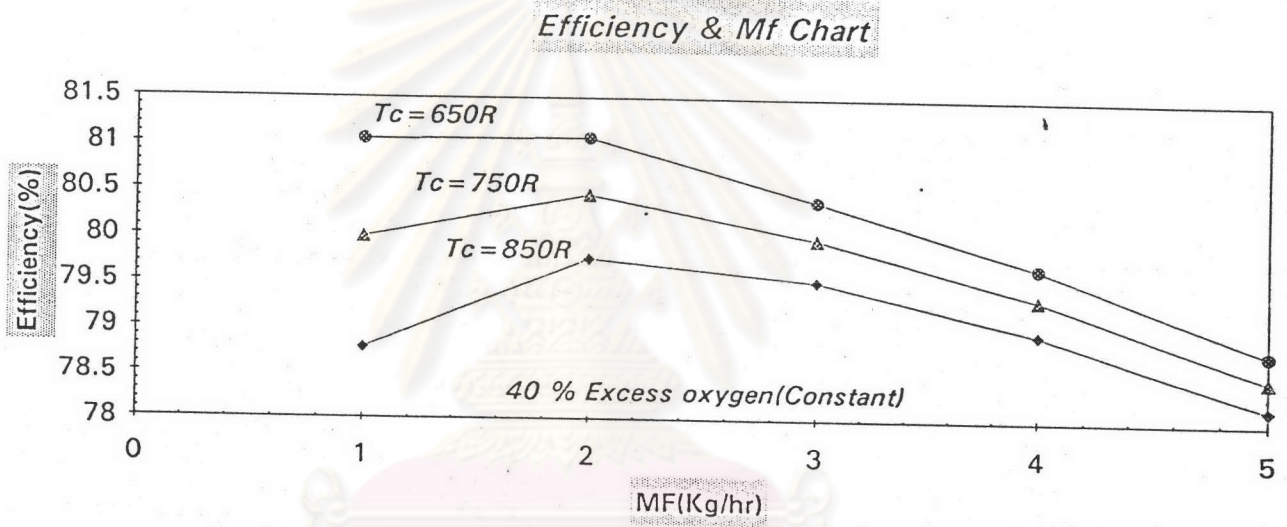


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๑.2 กราฟแสดงค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่สูญเสียไปที่สภาวะต่างๆ

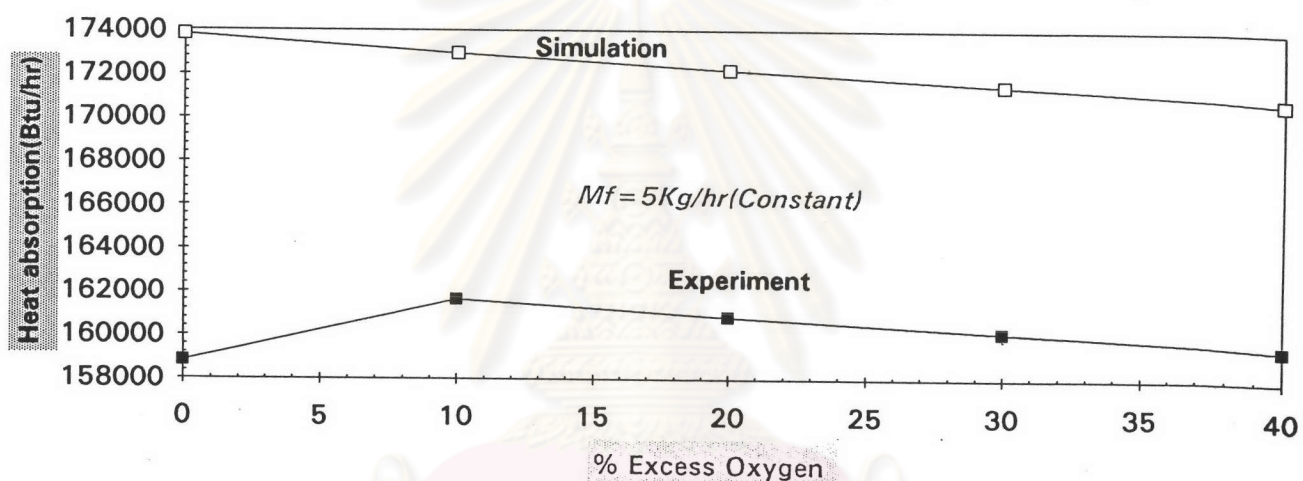


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



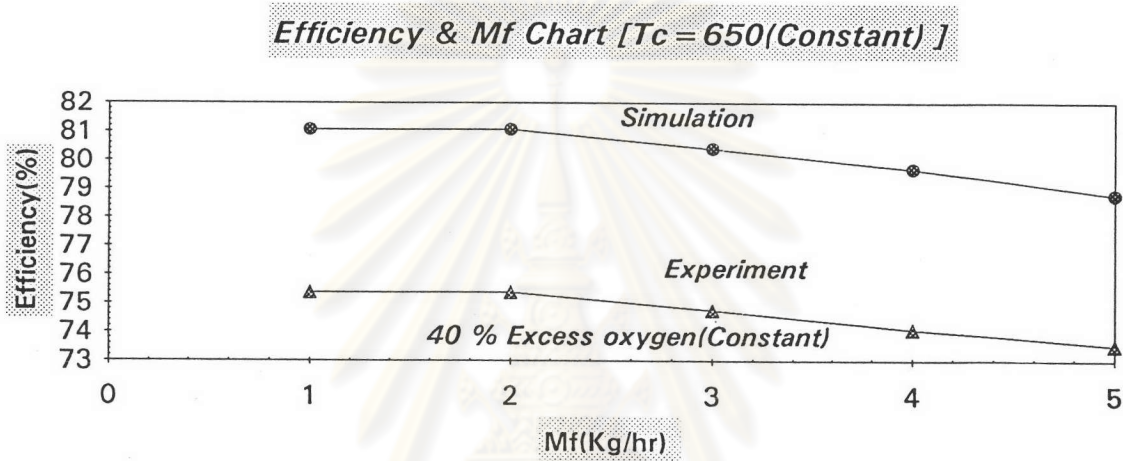
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Comparison of Heat absorption along Heat sink
 $[T_c = 650R(\text{Constant})]$



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

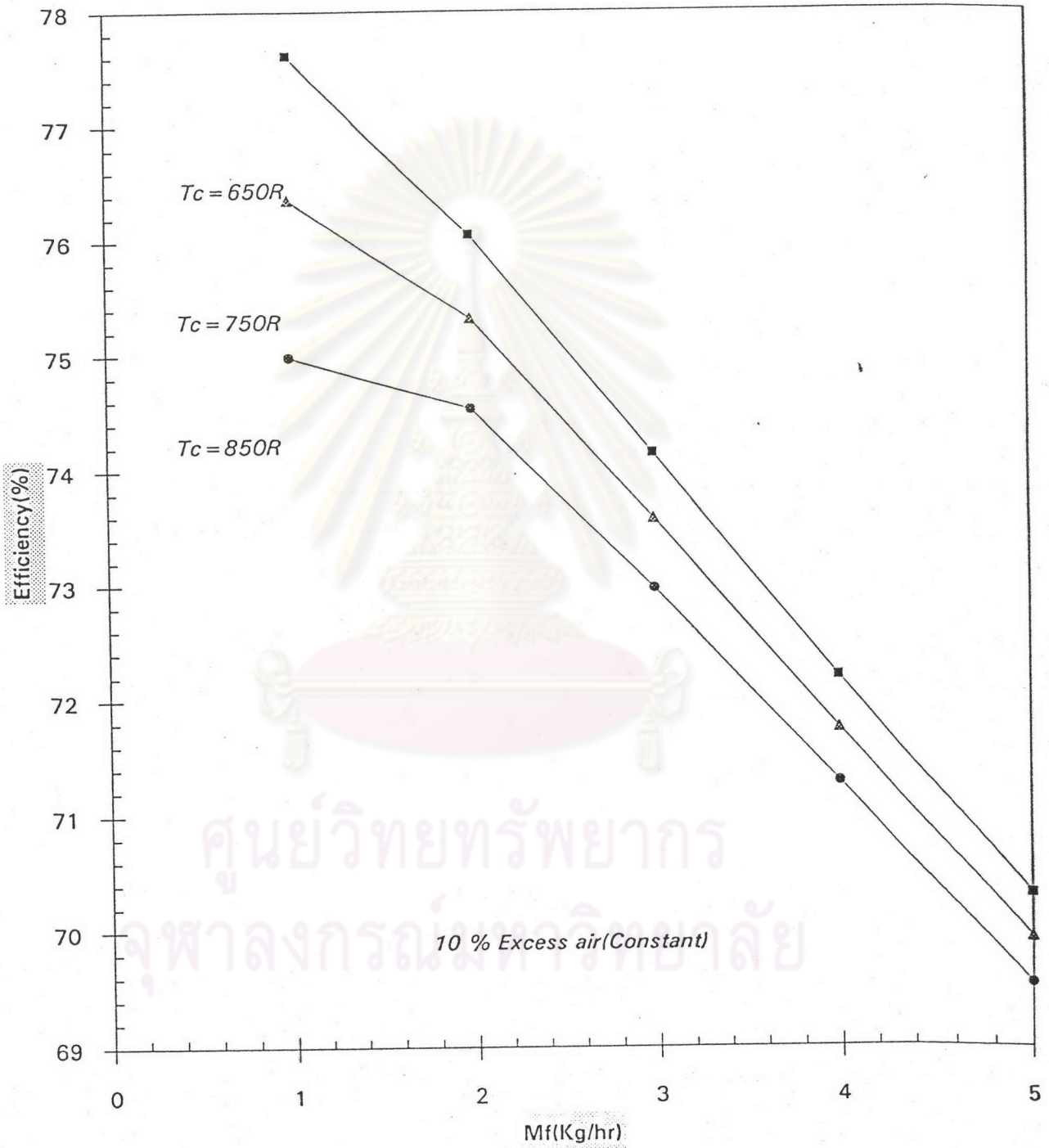
รูปที่ ๙.4 กราฟแสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนจากก๊าซร้อนที่ดูดกลืนไว้โดยผนังท่อไฟกับปริมาณออกซิเจนส่วนเกินที่สภาวะต่างๆ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.5 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพการดูดกลืนความร้อนโดยผนังท่อไฟเมื่ออัตราการป้อนเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลงไป

Efficiency & Mf Chart



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติผู้เขียน

นาย ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช เกิดเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2510 ที่จังหวัด
สุราษฎร์ธานีสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปี พ.ศ. 2534



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย