

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบได้ ประจำปีภาคการศึกษาที่ 2

ประจำปีการศึกษา 2547

วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2548

เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-644 Energy Used in Industry and Commerce

ห้อง R 300

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบได้

ชื่อ-สกุล.....รหัส.....

รศ.กำพล ประทีปชัยกูร

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

- 1)
- 1.1) จงอธิบายวิธีการจำแนกประเภทลูกค้าที่ใช้บริการของการไฟฟ้าว่า มีการจำแนกเป็นที่ประเภท แต่ละประเภทมีวิธีการจำแนกอย่างไร (5 คะแนน)
 - 1.2) ในประเทศไทย มีชีวมวลที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นพลังงานอะไรบ้าง แต่ประเภทที่มีใช้กับอุตสาหกรรมประเภทใด ให้อธิบาย (5 คะแนน)
 - 1.3) ให้อธิบายหลักการของ fuel cell มาตรฐาน ๆ (5 คะแนน)
 - 1.4) ถ่านหินสามารถจำแนกได้กี่ชนิดอะไรบ้าง (5 คะแนน)
 - 1.5) Volatile matter ของถ่านหินคืออะไร (5 คะแนน)
 - 1.6) ให้อธิบายหลักการการทำงานของ Spreader Stoker (5 คะแนน)
 - 1.7) ให้อธิบายหลักการการทำงานของ Cyclone Furnace (5 คะแนน)
- 2) จากการวิเคราะห์เชื้อเพลิงชนิดหนึ่งบนฐานมวล ด้วยวิธี ultimate analysis ได้ผลดังนี้ 84 %C 3 % H₂ 0.7 % O₂ 1.3 % N₂ เมื่อเชื้อเพลิงนี้สันดาปกับอากาศ จะต้องใช้ปริมาณอากาศ มากกว่าอากาศทางทฤษฎี 30 % หากสภาวะก่อนการสันดาปมีอุณหภูมิ 25 °C ให้หาอุณหภูมิของการสันดาปแบบ adiabatic (25 คะแนน)
- 3) จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานแห่งหนึ่ง ซึ่งมีการใช้ไอน้ำในกระบวนการ พบว่าท่อจ่ายไอน้ำภายในโรงงานและลิ้นต่าง ๆ บางจุดไม่มีการหุ้มฉนวน ซึ่งเมื่อสำรวจได้ข้อมูลดังนี้
- ท่อไอน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร มีส่วนที่ไม่ได้หุ้มฉนวน 15 เมตร มีอุณหภูมิพื้นผิว 150°C
- ท่อไอน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร มีส่วนที่ไม่ได้หุ้มฉนวน 10 เมตร มีอุณหภูมิพื้นผิว 140°C
- ลิ้นเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้หุ้มฉนวน มีจำนวนทั้งสิ้น 10 ตัว โดยมีอุณหภูมิผิว 150°C
- ให้คำนวณความร้อนสูญเสียจากท่อ และลิ้นที่ไม่ได้หุ้มฉนวนในหน่วย MJ/hr หากทำการแก้ไขโดยการหุ้มฉนวนใยแก้วหนา 30 มิลลิเมตร จะสามารถลดความร้อนสูญเสียได้เท่าใด โดยที่ไอน้ำไหลในท่อมีอุณหภูมิ 170 °C อุณหภูมิบรรยากาศรอบ ๆ มีค่า 32 °C (25 คะแนน)

ชื่อ-สกุล..... รหัส.....

4) จากการวิเคราะห์สารประกอบของถ่านหินชนิด sub bituminous โดยวิธีการ ultimate analysis มีผลดังนี้

58.8 % C, 3.8 % H₂, 0.3 % S, 12.2 % O₂, 1.3 % N₂, 19.6 % H₂O

ให้หาค่าความร้อนสูงของถ่านหินนี้ และเขียนสมการการสันดาปแบบสมบูรณ์ โดยค่าความร้อนสูงหาได้จาก

$$HHV = 14,600C + 62,000\left(H - \frac{O}{8}\right) + 4,050S \quad Btu / lbm$$

(25 คะแนน)

Table 4-7 Enthalpies of formation h_f at 25°C (77°F) and 1 atm pressure*

Substance	Formula	M	State	h_f	
				Btu/lb _m	kJ/kg
Carbon	C	12.011	solid	0	0
Oxygen	O ₂	32.000	gas	0	0
Hydrogen	H ₂	2.016	gas	0	0
Nitrogen	N ₂	28.016	gas	0	0
Sulfur	S	32.060	solid	0	0
Carbon monoxide	CO	28.011	gas	-1697.6	-3948.3
Carbon dioxide	CO ₂	44.011	gas	-3846.7	-8946.8
Water	H ₂ O	18.016	liquid	-6825.7	-15,875.5
			vapor	-5774.6	-13,430.8
Methane	CH ₄	16.043	gas	-2007.8	-4669.8
Ethane	C ₂ H ₆	30.070	gas	-1211.3	-2817.3
Propane	C ₃ H ₈	44.097	gas	-1013.1	-2356.3
Butane	C ₄ H ₁₀	58.124	gas	-933.7	-2171.6
Octane	C ₈ H ₁₈	114.230	liquid	-941.4	-2189.5
			vapor	-785.1	-1826.0
Nitric oxide	NO	30.008	gas	-1298.8	-3020.8
Nitrogen dioxide	NO ₂	46.008	gas	-315.3	-733.3
Sulfur dioxide	SO ₂	64.060	gas	-1992	-4632.8

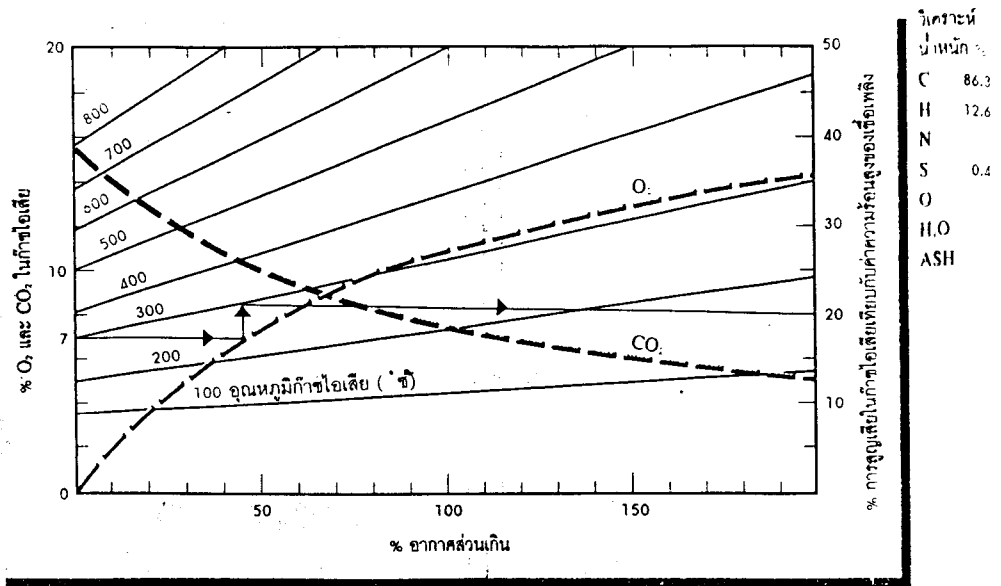
* Based on data from Ref. 36.

Table 4-8 Enthalpies of formation h_f at different temperatures and 1 atm pressure, Btu/lb_m*†

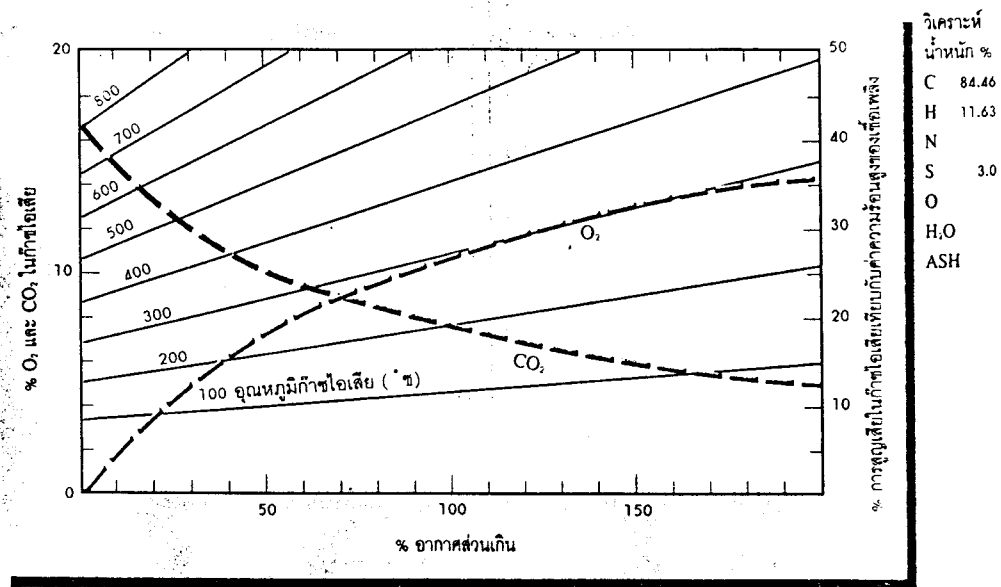
Temperature, K	CO ₂	CO	H ₂ O	O ₂	H ₂	N ₂
298	-3846.7	-1697.6	-5774.6	0	0	0
400	-3807.5	-1651.9	-5692.2	40.7	631.4	52.8
500	-3765.4	-1606.5	-5609.4	81.8	1255.5	90.8
600	-3720.4	-1560.2	-5524.0	124.3	1880.4	136.5
700	-3673.1	-1513.0	-5435.9	168.1	2506.9	183.3
800	-3623.7	-1464.5	-5345.0	213.0	3137.4	231.0
900	-3572.6	-1415.0	-5251.1	258.8	3773.3	279.8
1000	-3520.2	-1364.5	-5154.3	305.3	4414.2	329.5
1100	-3466.5	-1313.1	-5054.3	352.5	5062.5	380.2
1200	-3411.9	-1261.0	-4951.4	400.2	5717.8	431.6
1300	-3356.4	-1208.2	-4845.7	448.4	6381.9	483.7
1400	-3300.2	-1154.8	-4737.2	497.0	7055.6	536.5
1500	-3243.4	-1100.9	-4626.2	546.0	7739.1	590.8
1600	-3186.1	-1046.6	-4512.8	595.3	8434.0	643.5
1700	-3128.3	-992.0	-4397.1	646.0	9136.4	697.6
1800	-3070.1	-937.0	-4279.6	694.9	9848.2	752.2
1900	-3011.6	-881.7	-4160.1	745.3	10568	807.0
2000	-2952.8	-826.1	-4038.9	795.9	11296	862.1
2100	-2893.6	-770.3	-3916.1	846.8	12031	917.5
2200	-2834.2	-714.3	-3791.8	892.3	12774	973.1
2300	-2774.6	-658.2	-3666.2	949.6	13523	1028.9
2400	-2713.1	-601.8	-3539.4	1001.5	14279	1084.9
2500	-2654.9	-545.3	-3411.5	1053.7	15043	1141.1

* To convert to kJ/kg multiply by 2.32584.

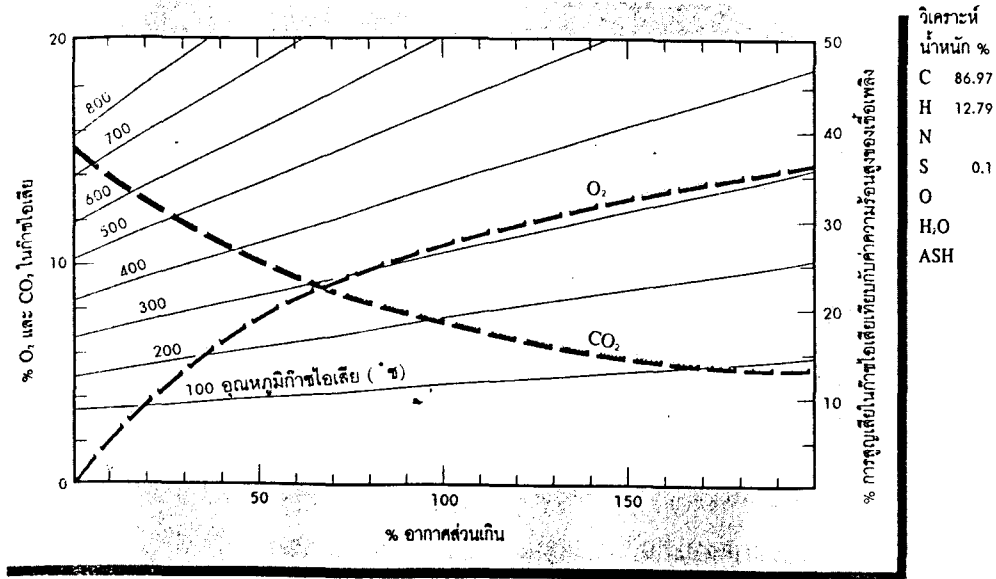
† Based on data from [36].



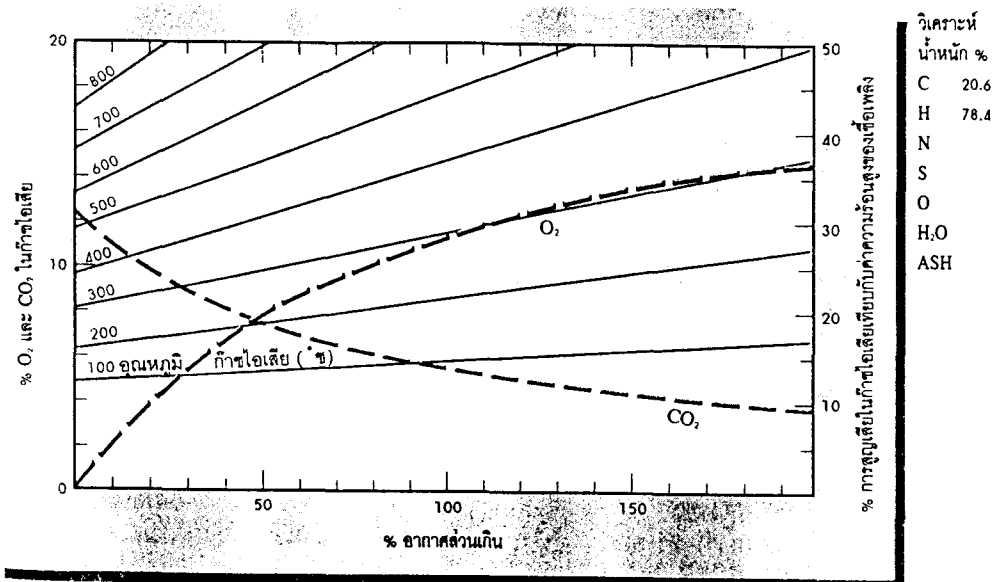
รูปที่ 5.4 กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซไอเสีย (น้ำมันเตากำมะถันต่ำ)



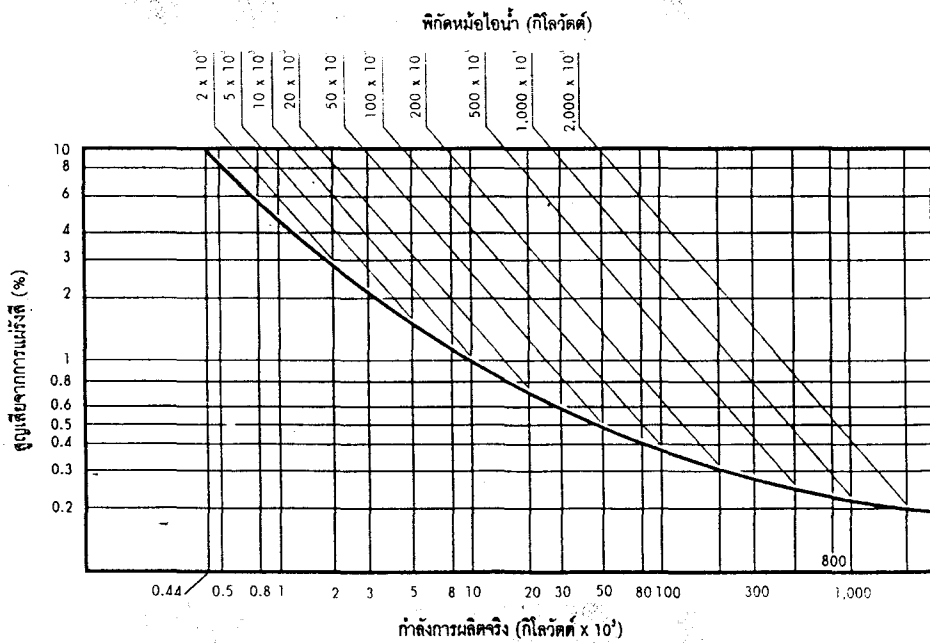
รูปที่ 5.5 กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซไอเสีย (น้ำมันเตากำมะถันสูง)



รูปที่ 5.6 กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซไอเสีย (น้ำมันดีเซล)



รูปที่ 5.7 กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนไปกับก๊าซไอเสีย (ก๊าซธรรมชาติ)



รูปที่ 5.10 กราฟวิเคราะห์การสูญเสียความร้อนผ่านผนังหม้อไอน้ำ

ตารางความรั้นสูญเสียจากท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวน (เมกะจูล/เมตร-ชั่วโมง)

อุณหภูมิ ผิว (°C)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ/เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มิลลิเมตร)															
	10.00 21.70	20.00 27.00	25.00 34.90	32.00 42.70	40.00 48.60	50.00 63.50	65.00 76.30	80.00 89.10	100.00 114.30	125.00 139.00	150.00 168.80	200.00 219.10	250.00 273.00	300.00 323.80	350.00 355.60	
50	0.0684	0.0628	0.0936	0.1224	0.1368	0.1456	0.2160	0.2304	0.2880	0.3456	0.4068	0.5184	0.6300	0.7344	0.8208	
60	0.1080	0.1332	0.1820	0.1944	0.2196	0.2464	0.3276	0.3744	0.4644	0.5580	0.5868	0.8316	1.0152	1.1844	1.3248	
70	0.1548	0.1872	0.2448	0.2772	0.3096	0.3780	0.4608	0.5292	0.6588	0.7884	0.9288	1.1772	1.4328	1.6704	1.8180	
80	0.2412	0.2484	0.2928	0.3672	0.4104	0.4968	0.6084	0.6948	0.8676	1.0368	1.2240	1.5480	1.8664	2.1960	2.3940	
90	0.2556	0.3096	0.3780	0.4608	0.5148	0.6228	0.7632	0.8748	1.0908	1.3032	1.5372	1.9476	2.3688	2.7648	3.1140	
100	0.3132	0.3780	0.4608	0.5580	0.6264	0.7596	0.9288	1.0656	1.4256	1.5876	1.8720	2.3724	2.8908	3.3696	3.6648	
110	0.3708	0.4500	0.5472	0.6660	0.7452	0.9324	1.1052	1.2672	1.5804	1.8900	2.2320	2.7540	3.4416	4.0140	4.3668	
120	0.4320	0.5256	0.6372	0.7776	0.8712	1.0548	1.2924	1.4832	1.8504	2.2104	2.6100	3.3048	4.0284	4.6980	5.1156	
130	0.4968	0.6048	0.7344	0.8964	1.0044	1.2168	1.4904	1.7100	2.1312	2.5524	3.1932	3.8160	4.6512	5.4252	5.9078	
140	0.5652	0.6876	0.8352	1.0188	1.1412	1.3860	1.6992	1.9512	2.4336	2.9124	3.4704	4.3560	5.3100	6.1956	6.7260	
150	0.6372	0.7776	0.9432	1.1520	1.2888	1.5824	1.9188	2.2032	2.7668	3.2904	3.8844	4.9248	6.0048	7.0092	7.6320	
160	0.7128	0.8676	1.0548	1.2888	1.4636	1.7496	2.1492	2.4660	3.0816	3.6864	4.3560	5.5260	6.7428	7.8696	8.5716	
170	0.7920	0.9648	1.1736	1.4328	1.6056	1.9476	2.4624	2.7468	3.4308	4.1076	4.8528	6.1596	7.5168	8.9460	9.5580	
180	0.8748	1.0656	1.2960	1.5840	1.7748	2.1528	2.6460	3.0384	3.7980	4.5504	5.2164	6.8256	8.3340	9.7344	10.4220	
190	0.9612	1.1700	1.4256	1.7424	1.9512	2.3688	2.9124	3.3480	4.1832	5.0148	5.9256	7.5276	9.1944	10.6704	11.7000	
200	1.0512	1.2816	1.5588	1.9044	2.1384	2.5956	3.1932	3.6684	4.5864	5.5008	6.5052	8.2656	9.9780	11.8008	12.8592	
210	1.1448	1.3968	1.6992	2.0772	2.3328	2.8332	3.4488	4.0068	5.0112	6.0120	7.1136	9.0396	11.1204	12.9168	14.0724	
220	1.2420	1.5156	1.8468	2.2608	2.5344	3.1140	3.7944	4.3596	5.4576	6.5484	7.7832	9.8532	12.0456	14.0868	15.3504	
230	1.3464	1.6416	2.0376	2.4480	2.7468	3.3438	4.1148	4.7304	5.9364	7.1100	8.5968	10.7064	13.2732	15.3144	16.6932	
240	1.4508	1.7712	2.1490	2.6460	2.9700	3.5158	4.4496	5.1192	6.4116	7.6968	9.1152	11.5992	14.1912	16.6032	18.1008	
250	1.5624	1.9080	2.3256	2.8512	3.2004	3.8952	4.8024	5.5224	6.9228	8.3124	9.9540	12.5352	15.3432	17.9568	19.5804	
260	1.6776	2.0520	2.5020	3.0672	3.4416	4.2924	5.1660	5.9472	7.4556	8.9568	10.6128	13.5180	16.5528	19.3752	21.1284	
270	1.8000	2.1996	2.6820	3.2904	3.6936	4.6960	5.5512	6.3900	8.0136	9.6300	11.4156	14.5440	17.8164	20.8584	22.7520	
280	1.9224	2.3508	2.8728	3.5208	3.9564	4.8224	5.9508	6.8508	8.5968	10.3356	12.2508	15.8004	19.1376	22.4136	24.4512	
290	2.0520	2.5128	3.0672	3.7656	4.2300	5.1588	6.3684	7.3332	9.2052	11.0700	13.1256	16.7400	20.5200	24.0408	26.2450	
300	2.1888	2.6784	3.2772	4.0176	4.5180	5.5060	6.8004	7.8336	9.8388	11.8368	14.0400	17.9136	21.9672	25.7400	28.0872	

หมายเหตุ : ความรั้นสูญเสีย (เมกะจูล/เมตร-ช.ม.) หากจากรายความรั้นสูญเสียท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวน
วาล์ว และหน้าแปลนที่ไม่ได้หุ้มฉนวน จะมีพื้นที่สูญเสียความร้อนเทียบเท่าความยาวท่อ 1.2
เมตร และ 0.4 เมตร ตามลำดับ

ตารางแสดงขนาดท่อส่งจ่ายไอน้ำที่ความดันและปริมาณไอน้ำต่างๆ กัน

ขนาดท่อสำหรับปริมาณไอน้ำ (กิโลกรัม/ชั่วโมง)																	
ความดัน (บาร์)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	12.7 มม. 0.5"	19.05 มม. 0.75"	25.4 มม. 1"	31.75 มม. 1.25"	38.1 มม. 1.5"	50.8 มม. 2"	63.5 มม. 2.5"	76.2 มม. 3"	101.6 มม. 4"	127 มม. 5"	152.4 มม. 6"	203.2 มม. 8"	254 มม. 10"	304.8 มม. 12"		
3.5	15	5	7	20	32	45	86	127	186	345	568	804	1409	2273	3227		
	24	9	20	34	52	77	136	223	323	568	818	1227	2363	3454	5005		
	36	13	27	50	80	111	209	318	455	818	1318	1818	3409	5454	7499		
5	15	7	16	25	40	59	109	166	250	432	682	1000	1713	2800	3863		
	24	11	24	43	68	95	173	273	409	682	1091	1500	2682	4409	5900		
	36	16	33	61	95	150	268	386	568	1000	1545	2182	4091	6545	9317		
7.5	15	10	21	37	56	84	145	236	336	609	900	1318	2409	3634	5227		
	24	15	32	55	86	118	236	368	500	864	1409	2045	3818	5999	8317		
	36	23	48	86	136	200	382	568	782	1409	2204	3068	5909	8999	12726		
10	15	12	25	45	73	105	191	295	432	750	1182	1659	2954	4772	6590		
	24	19	43	70	114	164	298	432	664	1227	1773	2545	4863	7499	10687		
	36	28	59	105	168	259	450	704	954	1795	2772	3954	7272	11363	15908		
15	15	15	34	55	86	118	230	359	500	864	1409	1909	3727	5818	8181		
	24	23	50	85	136	202	382	568	818	1418	2227	3091	6090	9224	12862		
	36	34	73	132	209	300	500	864	1227	2136	3409	5000	8817	13862	19316		
20	15	20	43	73	114	164	295	455	668	1227	1773	2591	4863	7499	10908		
	24	30	64	114	182	273	455	750	1091	2000	2954	4272	7954	12362	17498		
	36	46	109	186	277	450	754	1182	1727	2954	4681	6681	11999	18631	26367		
30	15	24	55	98	143	202	395	591	864	1454	2363	3182	6227	9635	13408		
	24	38	86	145	227	332	591	954	1364	2273	3818	5545	9545	15367	21588		
	36	59	132	227	351	500	864	1364	1909	3545	5454	7954	13908	23452	32588		
40	15	29	59	109	164	259	445	704	954	1818	2772	4000	7408	12044	16135		
	24	46	109	182	277	450	754	1159	1682	2909	4636	6636	11817	18635	26043		
	36	68	159	273	409	623	1091	1682	2273	4136	6818	9817	17271	27952	39223		
50	15	34	73	132	200	300	500	821	1182	2091	3182	4772	8454	13271	18635		
	24	55	123	209	323	468	818	1273	1886	3272	5272	7499	13271	21631	30540		
	36	80	182	309	482	671	1295	1954	2954	4863	7954	11817	20134	31924	44605		
70	15	41	95	155	250	371	627	1014	1463	2500	4000	5863	9999	16135	22725		
	24	66	145	259	409	585	1009	1545	2227	3863	6363	9090	16135	26134	36265		
	36	98	205	386	582	857	1545	2409	3409	6090	9363	13635	25225	38860	54540		
100	15	50	120	205	339	500	869	1273	1873	3227	5227	7408	12953	20587	29088		
	24	82	186	318	500	754	1323	2000	3000	5000	8181	12090	20907	32861	45450		
	36	114	273	500	741	1091	1977	3091	4272	7681	11772	16817	32088	4954	69084		