



เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน,
สรุปข่าวพลังงาน. ปีที่ 8, ฉบับที่ 4, ธันวาคม 2525.
2. Elwood, S., Moore, M.A. "Coal its Properties, Analysis, Classification, Geology, Extraction, Uses and Distribution,"
J. Wiley & Sons, Inc., New York, 1940.
3. Eliot, R.C., "Coal Desulfurization Prior to Combustion," Noyes Data Corporation, Park Ridge, N.J., 1978.
4. Mendizabal, E., "Low Temperature Process for Coal Desulfurization,"
Lawrence Berkeley Laboratory of the University of California,
Report for the U.S. Energy Research and Development Administration. (August 1976).
5. Dillon, T.J., Warshaw, A., U.S. Patent 3,824,084 ; July 16, 1974.
6. Meyer, R.A., U.S. Patent 3,768,988 ; October 30, 1973.
7. _____ . U.S. Patent 3,926,575 ; December 16, 1975.
8. Dessau, R.M., U.S. Patent 4,022,588 ; May 10, 1977.
9. Agarwal, J.C. Giberti, R.A., and Petrovic, L.J., U.S. Patent 3,960,513;
June 1, 1976.
10. Tai, C.Y., Graves, G.V., and Wheelock, T.D., "Desulfurizing Coal
with Alkaline Solutions Containing Dissolved Oxygen," Coal
Desulfurization, Chemical and Physical Methods., T.D. Wheelock
(ed), ACS Symp. Series 64, Am. Chem. Soc., Washington, D.C.
(1977).

11. Van Nice, L.J., Santy, M.J., Koutsoubos, E.P., Orsini, R.A., and Meyers, R.A., "Coal Desulfurization Test Plant Status," Coals Desulfurization Chemical and Physical Methods, T.D. Wheelock(ed), ACS Symp, Series 64, Am Chem, Soc, Washington, D.C. (1977).
12. King, W.E., Perlmutter, D.D., "Pyrite Oxidation in Aqueous Ferric Chloride," A.I.Ch.E.J. 23(5), 679-685 (1977).
13. King, W.E., Lewis, J.A., "Simultaneous Effects of Oxygen and Ferric Iron on Pyrite Oxidation in an Aqueous Slurry," Ind. Eng. Chem. Process Res Dev., 19 (4), 719-722 (1980).
14. Manop Ativanichpong, Patcharin Veeranitinont, "Study of Coal Desulfurization," Senior Project, Department of Chemical Technology, Chulalongkorn University, (1982).
15. Meyer, R.A., "Desulfurize coal chemically," Hydrocarbon Processing, 53(6), 93-95 (June, 1975).
16. Garrels, R.M., Thompson, M.E., "Oxidation of Pyrite by Iron Solutions," Am. J. Sci., 258, 57-67(1960)
17. Meyers, R.A. "System Optimizes Coal Desulfurization," Hydrocarbon Processing 58, 123-126 (June 1979).
18. Takenibo Furusawa, Smith, J.M., "Fluid-Particle and Intraparticle Mass Transport Rates in Slurry," Ind., Eng. Chem. Fundam, 12(2), 197-203 (1973).
19. Meyers, R.A. "Coal Desulfurization," Marcel Dekber, Inc., N.Y. (1977).

20. Simbeck, D.R., "Coal Cleaning for Synfuel Feedstocks," CEP J.
p.47-49 (May 1982).
21. Chritian, G.D., "Analytical Chemistry," New York, John Wiley and
Sons (1977).
22. Book ASTM Stand. Part 26, "Standard Test Method for Forms of Sulfur
in Coal," D 3173, D. 3177, 1980.
23. George, W., Land, P.E. "The Problem of Removing Sulfur from Coal"
Presented at The National Western Mining Conference of
the Colorado mining Association, January 31; February 1, 2,
1979.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.1

	W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
เหมืองห้วยเล็ก หลุมเจาะ 1911	27.8869	28.8833	28.4100	47.50
เหมืองห้วยเล็ก หลุมเจาะ 1910 ระดับ 101- 108 เมตร	24.5700	25.5715	25.4136	15.77
เหมืองห้วยเล็ก หลุมเจาะ 1906 ระดับ 55- 69 เมตร	26.7815	27.7873	27.3200	46.51
เหมืองห้วยเล็ก หลุมเจาะ 1909 ระดับ 42 เมตร	22.1268	23.1323	22.6618	46.79
เหมืองห้วยเล็ก	22.6726	23.6709	23.1945	47.72
เหมืองแม่เมาะ	24.2853	25.6689	25.0225	46.72
เหมืองบางปุดำ	28.6322	29.6362	29.4704	16.51

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลความชื้นของการทดลอง ตารางที่ 4.2

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
จุดที่ 1	1	19.4227	20.4273	20.1169	30.89
	2	17.3817	18.3979	18.0851	30.78
จุดที่ 2	1	18.8099	19.8437	19.5575	27.68
	2	18.7262	19.7423	19.4630	27.49
จุดที่ 3	1	14.2053	15.2099	14.9069	30.16
	2	17.4662	18.4727	18.1688	30.19
จุดที่ 4	1	18.7050	19.7210	19.4562	26.06
	2	12.9241	13.9373	13.6740	25.99
จุดที่ 5	1	21.4347	22.4387	22.2135	22.43
	3	15.3921	16.3968	16.1700	22.57
จุดที่ 6	1	20.5000	21.5524	21.2071	32.80
	2	18.1257	19.1710	18.8316	32.47
จุดที่ 7	1	19.4176	20.4276	20.1400	22.48
	2	17.3780	18.3835	18.0989	28.30
จุดที่ 8	1	15.3866	16.3946	16.1111	28.13
	2	12.9219	13.9284	13.6470	27.96
จุดที่ 9	1	14.3125	15.3170	15.0725	24.34
	2	18.7021	19.7136	19.4635	24.73
จุดที่ 10	1	17.4652	18.4672	18.2410	22.57
	2	18.8072	19.8254	19.5961	22.52
จุดที่ 11	1	14.2028	15.2164	14.9182	29.42
	2	18.1228	19.1357	18.8382	29.37
จุดที่ 12	1	20.4990	21.4990	21.2860	21.30
	2	18.7236	19.7214	19.5090	21.28

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.3

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	18.5055	19.5066	19.2620	24.43
	2	15.0203	16.0390	15.7900	24.44
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	18.4553	19.4565	19.3047	15.16
	2	17.0899	18.0904	17.9400	15.03
0.75M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	12.7066	13.7079	13.5400	16.77
	2	17.0980	18.1241	17.9509	16.88
1.00M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	19.9627	20.9732	20.8125	15.90
	2	19.1765	20.1782	20.0193	15.86
1.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	18.5670	19.5707	19.4035	16.66
	2	13.8550	14.8806	14.7125	16.39



ตารางที่ ก.4 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.4

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	25.6830	26.6894	26.4909	19.72
	2	17.2137	18.2197	18.0207	19.78
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	17.6816	18.6875	18.6041	8.29
	2	16.4276	17.4279	17.3492	7.87
1.00M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	13.2572	14.2600	14.2022	5.76
	2	19.5930	20.5982	20.5392	5.87
1.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	15.1497	16.1862	16.1005	8.27
	2	19.1149	20.1188	20.0362	8.23

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.5

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	18.7531	19.7889	19.5382	24.20
	2	19.3730	20.3862	20.1447	23.83
2 ชม.	1	14.6230	15.6300	15.3500	27.80
	2	18.6930	19.7130	19.4421	26.56
3 ชม.	1	17.3172	18.3393	18.0532	27.99
	2	13.4193	14.4378	14.1558	27.69
4 ชม.	1	17.3406	18.3498	18.0880	25.94
	2	12.8572	13.8689	13.6176	24.84

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.6.

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	14.0983	15.1072	15.0031	10.32
	2	14.5205	15.5238	15.4214	10.21
ปริมาณถ่านหิน 25 กรัม/500 มล.	1	17.2794	18.2848	18.1794	10.48
	2	15.2196	16.2210	16.1150	10.59
ปริมาณถ่านหิน 50 กรัม/500 มล.	1	14.0019	15.0436	14.9519	8.80
	2	17.2865	18.2894	18.2010	8.81
ปริมาณถ่านหิน 100 กรัม/500 มล.	1	17.7389	18.8384	18.7480	8.22
	2	19.1842	20.2814	20.1468	8.08
ปริมาณถ่านหิน 150 กรัม/500 มล.	1	20.1345	21.1623	21.0716	8.82
	2	18.7700	19.7727	19.6809	9.10

ตารางที่ ก.7 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.7

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	15.2040	16.2231	16.1431	7.85
	2	20.9916	22.0100	21.9320	7.66
700 รอบ/นาที	1	19.6032	20.6199	20.5479	7.08
	2	18.7456	19.7543	19.6818	7.18
1400 รอบ/นาที	1	14.0987	15.1012	15.0238	7.72
	2	19.1512	20.1656	20.0872	7.73
1800 รอบ/นาที	1	13.9786	14.9812	14.8950	8.59
	2	16.5011	17.5113	17.4250	8.54

ตารางที่ ก.8 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.8.

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	19.6052	20.6227	20.4655	15.45
	2	13.9761	14.9742	14.8181	15.64
80°ซ	1	18.7436	19.7494	19.6074	14.12
	2	16.4877	17.5216	17.3780	13.89
100°ซ	1	14.1136	15.1246	14.9820	14.10
	2	17.7052	18.7102	18.5683	14.13
125°ซ	1	19.1543	20.1678	20.0208	14.70
	2	15.2073	16.2142	16.0708	14.24

ตารางที่ ก.9 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.9.

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	19.5881	20.5946	20.5451	4.92
	2	16.4146	17.4210	17.3711	4.96
0.5M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	20.1007	21.1075	21.0630	4.42
	2	17.6754	18.6757	18.6310	4.47
0.5M Fe ₂ (SO ₄) ₃ 1.411 กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร	1	15.1328	16.1370	16.0819	5.49
	2	26.2145	27.2198	27.1638	5.57
0.5M Fe ₂ (SO ₄) ₃ 2.82 กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร	1	17.2102	18.2121	18.1596	5.24
	2	19.1024	20.1173	20.0700	4.66
น้ำ 2.82 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร	1	13.2432	14.2729	14.2058	6.52
	2	18.6800	19.6821	19.6166	6.54

ตารางที่ ก.10 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.10

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
ถ่านหิน ร่มตัน	1	18.6757	19.6834	19.6409	4.22
	2	15.1000	16.1041	16.0623	4.16
สารละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃ ใช้แล้ว 1 ครั้ง	1	25.6810	26.6838	26.6153	6.84
	2	13.9169	14.9260	14.8630	6.24
สารละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃ ใช้แล้ว 2 ครั้ง	1	16.5472	17.5523	17.4775	7.44
	2	13.2263	14.2660	14.1927	7.05
สารละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃ ใช้แล้ว 3 ครั้ง	1	19.0988	20.1410	20.0720	6.62
	2	26.2128	27.2189	27.1523	6.62

ตารางที่ ก.11 ข้อมูลความชื้นของการทดลองตารางที่ 4.11

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	W ₃ (กรัม)	ความชื้น (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	16.5568	17.5611	17.5281	3.29
เหมืองบางปุดำ	2	13.2355	14.2394	14.2080	3.13
ภายหลัง	1	27.4524	28.4804	28.4317	4.74
ดีเซลเฟอโรเซชัน	2	20.9300	21.9326	21.8873	4.52
ถ่านหินเริ่มต้น	1	19.5853	20.6360	20.6017	3.26
เหมืองแม่เมาะ	2	20.1700	21.1762	21.1446	3.14
ภายหลัง	1	26.2450	27.2544	27.1955	5.84
ดีเซลเฟอโรเซชัน	2	19.1000	20.1014	20.0429	5.84
ถ่านหินเริ่มต้น	1	26.2159	27.2177	27.1805	3.71
เหมืองแม่เมาะ	2	25.6832	26.6852	26.6481	3.70
ภายหลัง	1	21.1282	22.1307	22.0934	3.72
ดีเซลเฟอโรเซชัน	2	18.1900	19.1925	19.1561	3.63

ตารางที่ ก.12 ข้อมูลสารระเหยของการทดลองตารางที่ 4.1

	W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₆ (กรัม)	สารระเหย (%)
เหมืองหวายเล็ก	27.8869	28.8833	28.0518	16.55
หลุมเจาะ 1911				
เหมืองหวายเล็ก	24.5700	25.5715	25.1342	15.77
หลุมเจาะ 1910 ระดับ 101-				
108 เมตร เหมืองหวายเล็ก	26.7815	27.7883	26.9175	13.64
หลุมเจาะ 1906 ระดับ 55-				
69 เมตร เหมืองหวายเล็ก	22.1268	23.1323	22.2940	16.63
หลุมเจาะ 1909 ระดับ 42				
เมตร เหมืองหวายเล็ก	22.6726	23.6709	23.1945	22.77
เหมืองแม่เกาะ	24.2853	25.6689	24.5402	18.40
เหมืองบางปุดำ	27.8082	28.8282	28.3698	28.43

ตารางที่ ก.13 ข้อมูลสำรระเหยของการทดลองตารางที่ 4.2

		W_4 (กรัม)	W_5 (กรัม)	W_6 (กรัม)	สำรระเหย (%)
จุดที่ 1	1	18.1200	19.1337	18.4555	36.01
	2	13.8293	14.8348	14.1503	37.30
จุดที่ 2	1	17.4633	18.4708	17.8333	35.60
	2	18.6800	19.6889	19.0558	35.26
จุดที่ 3	1	12.9213	13.9241	13.2900	33.07
	2	21.6826	22.6894	22.0515	33.17
จุดที่ 4	1	18.1651	19.1734	18.6076	30.05
	2	18.3635	19.3698	18.8097	29.67
จุดที่ 5	1	15.3873	16.4022	15.7470	42.13
	2	19.4173	20.4277	19.7862	41.29
จุดที่ 6	1	18.7018	19.7030	19.1042	27.00
	2	17.3767	18.4025	17.7729	28.90
จุดที่ 7	1	14.1047	15.1246	14.5117	35.86
	2	19.4195	20.4296	19.8066	33.38
จุดที่ 8	1	21.6824	22.6970	22.0459	36.04
	2	18.6996	19.7046	19.0599	36.19
จุดที่ 9	1	18.7464	19.7676	19.1968	31.55
	2	17.3795	18.3933	17.8292	30.91
จุดที่ 10	1	15.2911	16.2979	15.7192	34.91
	2	12.9233	13.9431	13.3378	36.83

ตารางที่ ก.13 (ต่อ)

		W_4 (กรัม)	W_5 (กรัม)	W_6 (กรัม)	สารระเหย (%)
จุดที่ 11	1	19.4628	20.4710	19.8689	30.30
	2	17.5112	18.5257	17.8745	34.82
จุดที่ 12	1	18.4415	19.4500	18.8545	37.75
	2	20.4373	21.4459	20.8312	39.67

ตารางที่ ก.14 ข้อมูลสารระเหยของการทดลองตารางที่ 4.3

		W_4 (กรัม)	W_5 (กรัม)	W_6 (กรัม)	สารระเหย (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	18.5055	19.5066	18.9880	27.37
	2	15.0203	16.0390	15.4763	30.79
0.5 M $Fe_2(SO_4)_3$	1	18.4553	19.4565	18.9326	34.17
	2	17.0899	18.0904	17.5348	40.50
0.75 M $Fe_2(SO_4)_3$	1	12.7066	13.7079	13.1734	36.61
	2	17.0980	18.1241	17.5686	37.26
1.00 M $Fe_2(SO_4)_3$	1	19.9627	20.9732	20.413	39.54
	2	19.1765	20.1782	19.6257	39.29
1.50 M $Fe_2(SO_4)_3$	1	18.5670	19.5707	19.0411	36.10
	2	13.8550	14.8806	14.3175	38.51

ตารางที่ ก.15 ข้อมูลสำรระเหยของการทดลองตารางที่ 4.4

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₆ (กรัม)	สำรระเหย (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	25.6830	26.68	26.2639	22.56
	2	17.2137	18.2197	17.7841	23.52
0.5 M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	17.6816	18.6875	18.3106	29.18
	2	16.4276	17.4279	17.0318	31.72
1.00 M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	13.2572	14.2600	13.9145	28.69
	2	19.5930	20.5982	20.2296	30.80
1.50 M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	15.1497	16.1862	15.7987	29.12
	2	19.1149	20.1188	19.7451	28.99

ตารางที่ ก.16 ข้อมูลสำรระเหยของการทดลองตารางที่ 4.5

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₆ (กรัม)	สำรระเหย (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	18.7537	19.7551	19.3097	20.28
	2	19.6240	20.6283	20.1367	25.12
2 ชม.	1	13.3964	14.4004	13.9009	21.95
	2	17.3428	18.3548	17.8285	25.44
3 ชม.	1	17.3068	18.3177	17.8368	19.58
	2	19.2460	20.3036	19.7834	21.50
4 ชม.	1	14.5721	15.5803	15.0623	25.44
	2	12.8151	13.8413	13.2916	28.73



ตารางที่ ก.17 ข้อมูลสำรระเหยของการทดลองตารางที่ 4.6

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₆ (กรัม)	สำรระเหย (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	14.0983	15.1072	14.6752	32.68
	2	14.5205	15.5238	15.0804	33.79
25 กรัม/500 มล.	1	17.2794	18.2844	17.8200	35.52
	2	21.0369	22.0427	21.5881	34.72
50 กรัม/500 มล.	1	14.0019	15.0436	14.5653	37.20
	2	17.2865	18.2894	17.8360	36.40
100 กรัม/500 มล.	1	17.7389	18.8384	18.3600	35.78
	2	19.1842	20.2314	19.7632	36.92
150 กรัม/500 มล.	1	20.1345	21.1623	20.6870	37.18
	2	18.7700	19.7727	19.3097	37.08

ตารางที่ ก.18 ข้อมูลสำรระเหยของการทดลองตารางที่ 4.7

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₆ (กรัม)	สำรระเหย (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	17.2193	18.2310	17.7795	36.78
	2	12.6930	13.6959	13.1999	41.79
700 รอบ/นาที	1	15.1918	16.1986	15.6740	45.02
	2	18.6236	19.6529	19.1174	44.84
1400 รอบ/นาที	1	20.0586	21.0730	20.5776	41.11
	2	18.7526	19.7641	19.2470	43.39
1800 รอบ/นาที	1	19.5641	20.5668	20.0219	45.75
	2	20.9643	21.9768	21.4224	46.21

ตารางที่ ก.19 ข้อมูลสารระเหยของการทดลองตารางที่ 4.8

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₆ (กรัม)	สารระเหย (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	19.6026	20.6291	20.1290	33.27
	2	13.9718	14.9776	14.4920	32.64
80 °ซ	1	18.7482	19.7563	19.2261	38.47
	2	16.4836	17.4869	16.9312	41.50
100 °ซ	1	20.1042	21.1100	20.6272	33.90
	2	14.1110	15.1633	14.6639	33.33
125 °ซ	1	15.1933	16.2026	15.6766	37.41
	2	19.15.12	20.1609	19.2105	40.54

ตารางที่ ก.20 ข้อมูลสารระเหยของการทดลองตารางที่ 4.9

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₆ (กรัม)	สารระเหย (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	19.5881	20.5946	20.2650	27.83
	2	16.4146	17.4210	17.0839	28.53
0.5 M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	20.1007	21.1075	20.7353	32.55
	2	17.6754	18.6757	18.2966	33.42
0.5 M Fe ₂ (SO ₄) ₃ 1.41 กิโลกรัมต่อตาราง เซนติเมตร	1	15.1328	16.1370	15.7593	32.12
	2	26.2145	27.2198	26.8472	31.49
0.5 M Fe ₂ (SO ₄) ₃ 2.82 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร	1	17.2102	18.2121	17.8254	33.35
	2	19.1024	20.1173	19.7466	31.87
น้ำ 2.82 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร	1	13.2432	14.2729	13.8488	34.67
	2	18.6800	19.6821	19.2737	34.21

ตารางที่ ก.21 ข้อมูลสำรระเหยของการทดลองตารางที่ 4.10

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₆ (กรัม)	สำรระเหย (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	18.6757	19.6834	19.3614	27.73
	2	15.1000	16.1041	15.7482	31.28
สำรละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	25.6818	26.6838	26.2656	34.90
ใช้แล้ว 1 ครั้ง	2	13.9169	14.9200	14.5134	34.65
สำรละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	16.5472	17.5523	17.1373	33.85
ใช้แล้ว 2 ครั้ง	2	13.2263	14.2660	13.8536	32.62
สำรละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	19.0988	20.1410	19.6792	37.69
ใช้แล้ว 3 ครั้ง	2	26.2128	27.2189	26.7664	38.35

ตารางที่ ก.22 ข้อมูลสารระเหยของการทดลองตารางที่ 4.11

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₆ (กรัม)	สารระเหย (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	16.5568	17.5611	17.1858	34.32
เหมืองบางปุดำ	2	13.2355	14.2394	13.8594	34.72
ภายหลัง	1	27.4524	28.4804	28.0401	38.09
ดีเซลเฟอโรเซชัน	2	20.9300	21.9326	21.5100	37.63
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	19.5853	20.1360	20.1864	39.53
เหมืองแม่เมาะ	2	20.1700	21.1762	20.7447	39.74
ภายหลัง	1	26.2450	27.2544	26.7972	39.45
ดีเซลเฟอโรเซชัน	2	19.1000	20.1014	19.6484	39.46
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	26.2159	27.2177	26.7858	39.40
เหมืองแม่เมาะ	2	25.6832	26.6852	26.2409	39.64
ภายหลัง	1	21.1283	22.1307	21.6644	42.79
ดีเซลเฟอโรเซชัน	2	18.1900	19.1925	18.7195	43.55



ตารางที่ ก.23 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองตารางที่ 4.1

	W_4 (กรัม)	W_5 (กรัม)	W_7 (กรัม)	ถ้ำ (%)
เหมืองห้วยเล็ก	27.5053	28.5284	27.7296	21.92
หลุมเจาะ 1911 เหมือง ห้วยเล็ก	22.2829	23.3009	22.8227	53.02
หลุมเจาะ 1910 ระดับ 101- 108 เมตร เหมืองห้วยเล็ก	24.1720	25.1720	24.3438	17.18
หลุมเจาะ 1906 ระดับ 55- 69 เมตร เหมืองห้วยเล็ก	21.7360	22.7499	21.9663	22.71
หลุมเจาะ 1909 ระดับ 42 เมตร เหมืองห้วยเล็ก	22.2969	23.3037	22.4257	12.79
เหมืองแม่เมาะ	27.9863	28.9945	28.1099	12.26
เหมืองบางปุดำ	26.2291	27.2391	26.4800	24.84

ตารางที่ ก.24 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองตารางที่ 4.2

		W_4 (กรัม)	W_5 (กรัม)	W_7 (กรัม)	ถ้ำ (%)
จุดที่ 1	1	18.7454	19.7476	18.8119	6.64
	2	12.9216	13.9565	12.9872	6.38
จุดที่ 2	1	15.3174	16.3198	15.4334	11.57
	2	14.1049	15.4162	14.2557	11.49

ตารางที่ ก.24 (ต่อ)

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₇ (กรัม)	เถ้า (%)
จุดที่ 3	1	17.3587	18.3618	17.4177	5.88
	2	18.1191	19.1232	18.1763	5.69
จุดที่ 4	1	18.3921	19.3952	18.5705	17.78
	2	21.6818	22.6948	21.8609	17.68
จุดที่ 5	1	19.4183	20.4183	19.5386	12.03
	2	20.3208	21.3359	20.4776	12.49
จุดที่ 6	1	18.8117	19.8193	18.8900	7.77
	2	18.6976	19.7039	18.7759	7.78
จุดที่ 7	1	17.3873	18.3888	17.4520	6.46
	2	20.3015	21.3054	20.3654	6.36
จุดที่ 8	1	21.6844	22.6867	21.8024	11.77
	2	18.6984	12.7170	18.8180	11.72
จุดที่ 9	1	18.8127	19.8204	18.9027	8.93
	2	12.7238	13.9325	13.0063	8.18
จุดที่ 10	1	14.1067	15.1097	14.1820	7.51
	2	18.3913	19.3933	18.4666	7.51
จุดที่ 11	1	19.4206	20.4240	19.5163	9.54
	2	17.3608	18.3700	17.4545	9.28
จุดที่ 12	1	18.7460	19.7480	18.8279	8.17
	2	15.3047	16.3126	15.3865	8.11

ตารางที่ ก.25 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองตารางที่ 4.3

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₇ (กรัม)	เก็บ (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	17.1340	18.1521	17.2687	13.23
	2	17.5077	19.5126	18.6286	12.03
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	18.5077	19.5126	18.6286	12.03
	2	13.9070	14.9093	14.0282	12.09
0.75M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	19.2240	20.2343	19.3459	12.06
	2	15.0688	16.0710	15.1929	12.38
1.00M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	18.5618	19.5681	18.6725	11.00
	2	18.0218	19.6266	18.7317	10.94
1.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	20.0039	21.0139	20.1189	11.39
	2	12.7622	13.7634	12.8736	11.13

ตารางที่ ก.26 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองตารางที่ 4.4

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₇ (กรัม)	เก็บ (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	19.5920	20.6003	19.8320	23.80
	2	13.2642	14.2631	13.4999	23.55
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	17.6866	18.7152	17.8932	20.08
	2	25.6821	26.6854	25.8680	18.53
1.00M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	19.1206	20.1227	19.3259	20.49
	2	15.1445	16.1459	15.3241	22.92
1.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	16.4210	17.4222	16.5580	23.67
	2	15.1650	16.1912	15.4138	24.24

ตารางที่ ก.27 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองตารางที่ 4.5

		W_4 (กรัม)	W_5 (กรัม)	W_7 (กรัม)	เถา (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	18.7554	19.7648	18.8646	10.82
	2	19.6285	20.6324	19.7382	10.93
2 ชม.	1	17.3148	18.3189	17.4055	9.03
	2	19.2948	20.3008	19.3823	8.70
3 ชม.	1	13.4053	14.4198	13.4799	4.35
	2	17.3452	18.3691	17.4210	7.40
4 ชม.	1	14.5981	15.5567	14.6623	6.70
	2	12.8245	13.8286	12.8926	6.78

ตารางที่ ก.28 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองตารางที่ 4.6

		W_4 (กรัม)	W_5 (กรัม)	W_7 (กรัม)	เถา (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	21.0606	22.0945	21.1787	11.42
	2	20.1411	21.1523	20.2538	11.15
25 กรัม/500 มล.	1	14.1030	15.1114	14.2010	9.78
	2	14.0099	15.0176	14.1058	9.52
5. กรัม/500 มล.	1	19.1945	20.1982	19.2666	7.18
	2	12.7641	13.7765	12.8377	7.27
100 กรัม/500 มล.	1	17.2916	18.2997	17.3646	7.24
	2	17.7589	18.7607	17.8317	7.27
150 กรัม/500 มล.	1	17.2942	18.2923	17.3663	7.19
	2	14.5278	15.5536	14.5978	6.83

ตารางที่ ก.29 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองตารางที่ 4.7.

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₇ (กรัม)	เถา (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	15.2040	16.2231	15.3331	12.67
	2	20.9916	22.0100	21.1207	12.67
700 รอบ/นาที	1	19.6032	20.6199	19.7048	9.99
	2	18.7456	19.7543	18.8484	10.17
1400 รอบ/นาที	1	14.0987	15.1012	14.2038	10.48
	2	19.1512	20.1656	19.2578	10.51
1800 รอบ/นาที	1	13.9786	14.9812	14.0600	8.12
	2	16.5011	17.5113	16.5837	8.17

ตารางที่ ก.30 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองตารางที่ 4.8

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₇ (กรัม)	เถา (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	19.5932	20.5991	19.7120	11.81
	2	17.6918	18.7175	17.8066	11.19
80 ๗	1	18.6810	19.6995	18.7772	9.45
	2	14.0960	15.1081	14.1905	9.34
100 ๗	1	13.9642	14.9803	14.0621	9.63
	2	19.1387	20.1485	19.2364	9.67
125 ๗	1	16.4497	17.4523	16.5231	7.32
	2	20.1055	21.1137	20.1806	7.45

ตารางที่ ก.31 ข้อมูลเก่าของการทดลองตารางที่ 4.9.

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₇ (กรัม)	เก่า (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	13.9858	14.9915	14.2563	26.89
	2	19.1011	20.1371	19.3799	26.91
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	19.5915	20.5956	19.7992	20.69
1.41 กิโลกรัมต่อ					
ตารางเซนติเมตร	2	16.7321	17.7447	16.9410	20.63
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	20.1190	21.1242	20.3102	19.02
1.41 กิโลกรัมต่อ					
ตารางเซนติเมตร	2	14.2518	15.2583	14.4529	19.98
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	21.7543	22.7816	21.9694	20.95
2.82 กิโลกรัมต่อ					
ตารางเซนติเมตร	2	18.3462	19.3715	18.5582	20.68
น้ำ 2.82 กิโลกรัม	1	13.2287	14.2509	13.4932	25.88
ต่อตารางเซนติเมตร	2	20.1581	21.1835	20.4236	25.89

ตารางที่ ก.32 ข้อมูลเก่าของการทดลองตารางที่ 4.10

		W ₄ (กรัม)	W ₅ (กรัม)	W ₇ (กรัม)	เก่า (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	19.5757	20.5894	19.9447	36.40
	2	26.2352	27.2631	26.6124	36.69
สารละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	20.9200	21.9228	21.1944	27.36
ใช้แล้ว 1 ครั้ง	2	18.1869	19.2073	18.4650	27.25
สารละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	21.1204	22.1322	21.3898	26.63
ใช้แล้ว 2 ครั้ง	2	27.4462	28.4506	27.6996	25.23
สารละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	20.1624	21.1637	20.3209	15.83
ใช้แล้ว 3 ครั้ง	2	13.4362	14.9435	14.1119	17.44

ตารางที่ ก.33 ข้อมูลเก่าของการทดลองตารางที่ 4.11

		W_4 (กรัม)	W_{5A} (กรัม)	W_7 (กรัม)	เก่า (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	16.5568	17.5611	17.5281	3.29
เหมืองบางปุดำ	2	13.2355	14.2394	14.2080	3.13
ภายหลัง	1	27.4524	28.4804	28.4317	4.74
ดีเซลเฟอโร เซชัน	2	20.9300	21.9326	21.8873	4.52
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	19.5853	20.6360	20.6017	3.26
เหมืองแม่เมาะ	2	20.1700	21.1762	21.1446	3.14
ภายหลัง	1	26.2450	27.2544	27.1955	5.84
ดีเซลเฟอโร เซชัน	2	19.1000	20.1014	20.0429	5.84
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	26.2159	27.2174	27.1805	3.71
เหมืองแม่เมาะ	2	25.6832	26.6852	26.6481	3.70
ภายหลัง	1	21.1282	22.1307	22.0934	3.72
ดีเซลโร เซชัน	2	18.1900	19.1925	19.1561	3.63

ตารางที่ ก.34 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.1

	W_8 (กรัม)	W_9 (กรัม)	W_4 (กรัม)	W_{10} (กรัม)	กำมะถัน (%)
เหมืองหวายเล็ก หลุมเจาะ 1911	0.3967	1.424	26.4784	26.6549	2.36
เหมืองหวายเล็ก หลุมเจาะ 1930	0.4200	1.4222	29.6520	29.8049	2.09
ระดับ 101-108 เมตร					
เหมืองหวายเล็ก หลุมเจาะ 1906	0.4010	1.4021	29.7856	30.0770	3.90
ระดับ 55-69 เมตร					
เหมืองหวายเล็ก หลุมเจาะ 1909	0.3866	1.4096	24.9114	25.1997	3.60
ระดับ 42 เมตร					
เหมืองหวายเล็ก	0.4527	1.4392	30.6359	30.9030	3.72
เหมืองแม่เมตตะ	0.4357	1.4563	29.2345	29.3954	2.17
เหมืองบางปุดำ	0.3411	1.3411	25.1235	25.3590	3.24

ตารางที่ ก.35 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.2

		W_8 (กรัม)	W_9 (กรัม)	W_4 (กรัม)	W_{10} (กรัม)	กำมะถัน (%)
จุดที่ 1	1	20.4795	21.5048	19.4174	19.5647	1.97
	2	12.9175	13.9252	18.1221	18.2567	1.84
จุดที่ 2	1	14.6162	15.6582	20.4961	20.6176	1.60
	2	14.1819	15.2019	14.2013	14.3391	1.86
จุดที่ 3	1	18.7091	19.7140	18.7027	18.8326	1.77
	2	17.3425	18.3565	17.3779	17.5076	1.76
จุดที่ 4	1	19.3963	20.4016	15.3889	15.5576	2.30
	2	18.6953	19.6997	12.9210	13.0804	2.18
จุดที่ 5	1	21.4189	22.4189	17.3714	17.5700	2.73
	2	18.1021	19.1121	14.2076	14.4219	2.90
จุดที่ 6	1	15.3686	16.3763	18.1250	18.2508	1.72
	2	18.8147	19.8188	19.4177	19.5400	1.67
จุดที่ 7	1	17.2468	18.2564	18.7028	18.7729	0.95
	2	19.2746	20.2778	21.4343	21.5022	0.93
จุดที่ 8	1	19.2989	20.3007	15.3885	15.5042	1.59
	2	20.2955	21.3014	18.7189	18.8322	1.55
จุดที่ 9	1	21.2815	22.2972	29.0709	29.1974	1.71
	2	17.3076	18.3194	27.5409	27.6728	1.79
จุดที่ 10	1	17.3143	18.3259	28.2609	28.3757	1.56
	2	18.3558	19.3558	28.0082	28.1210	1.55

ตารางที่ ก.35 (ต่อ)



		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถัน (%)
จุดที่ 11	1	19.2586	20.2761	22.3304	22.4736	1.93
	2	20.2918	21.3095	21.7870	21.9317	1.95
จุดที่ 12	1	17.2638	18.2891	21.7640	21.8531	1.19
	2	18.2505	19.2539	23.9090	23.9988	1.23

ตารางที่ ก.36 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.3

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถัน (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	20.2632	21.2765	14.0997	14.2548	2.10
	2	18.7399	19.7446	19.4217	19.5724	2.06
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	19.4040	20.4090	17.3467	17.4784	1.80
	2	12.9119	13.9128	12.9414	13.0664	1.72
0.75M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	18.6940	19.7040	18.7480	18.8463	1.74
	2	17.3676	18.3610	15.2692	15.3928	1.71
1.00M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	17.3480	18.3516	18.8106	18.9376	1.74
	2	15.2530	16.2556	20.2480	20.3728	1.70
1.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	18.8104	19.8135	17.3599	17.4825	1.68
	2	14.0992	15.1019	18.6967	18.8200	1.69

ตารางที่ ก.37 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.4

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₇ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถัน (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	19.5945	20.5987	25.6781	25.8616	2.50
	2	17.2182	18.2231	17.2075	17.3861	2.44
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	25.6877	26.6916	19.1127	19.2597	2.02
	2	16.4411	17.4458	16.4248	16.5722	2.02
1.00M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	17.6916	18.6953	13.2575	13.4060	2.03
	2	15.1715	16.1792	17.6817	17.8341	2.07
1.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	19.1284	20.1370	19.5911	19.7364	1.98
	2	13.2716	14.2162	15.1519	15.2879	1.97

ตารางที่ ก.38 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.5

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถัน (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	14.4251	15.4468	18.6063	18.7676	2.17
	2	17.1441	18.1447	17.1656	17.3222	2.15
2 ช่ม.	1	12.6408	13.6432	13.2579	13.3736	1.58
	2	19.1473	20.1510	19.1566	19.2725	1.58
3 ช่ม.	1	18.5553	19.5612	17.1961	17.3061	1.50
	2	13.4231	14.4233	13.4311	13.5410	1.51
4 ช่ม.	1	16.5948	37.6038	21.0828	21.1953	1.53
	2	12.7706	13.7741	17.7793	17.8952	1.58

ตารางที่ ก.39 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.7

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถัน (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	19.2088	20.2524	19.2025	19.3930	2.51
	2	17.3125	18.3167	18.2512	18.4362	2.53
25 กรัม/500 มล	1	16.5882	17.5965	18.7757	18.8847	1.52
	2	17.3236	18.3286	18.7714	18.8872	1.58
50 กรัม/500 มล	1	17.2569	18.2583	19.6273	19.7516	1.70
	2	13.4521	14.4542	21.0828	21.2078	1.71
100 กรัม/500 มล.	1	19.6237	20.6277	16.5886	16.7185	1.78
	2	17.2904	18.2936	17.2958	17.4279	1.81
150 กรัม/500 มล	1	20.1496	21.1740	19.6225	19.7630	1.88
	2	16.5219	17.5370	17.7793	17.9188	1.89

ตารางที่ ก.40 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.8

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถัน (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	13.5550	14.5695	18.6416	18.8190	2.40
	2	17.4239	18.4420	13.9925	14.1719	2.42
700 รอบ/นาที	1	18.4426	19.4489	16.4467	16.5723	1.71
	2	13.1852	14.2030	13.8775	14.0058	1.75
1400 รอบ/นาที	1	16.3440	17.3523	19.5010	19.6290	1.74
	2	13.6554	14.6737	20.8946	21.0242	1.75
1800 รอบ/นาที	1	18.6832	19.6923	17.5939	17.7206	1.72
	2	14.3017	15.3227	12.5450	12.6728	1.72

ตารางที่ ก.41 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.9

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถัน (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	13.9900	15.0060	19.6000	19.7774	2.40
	2	16.3761	17.3964	13.9709	14.1503	2.42
80°ซ	1	17.5896	18.5911	18.7387	18.8706	1.81
	2	18.6362	19.6609	16.4745	16.6105	1.82
100°ซ	1	13.8661	14.8725	14.0974	14.2201	1.67
	2	20.8839	21.8867	17.6972	17.8201	1.68
125°ซ	1	19.0406	20.0462	19.1475	19.2600	1.53
	2	15.0976	16.0976	15.2019	15.3144	1.54

ตารางที่ ก.42 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.10

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถัน (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	26.2136	27.2287	16.5518	16.7592	2.81
	2	19.5879	20.5963	18.1964	18.3984	2.75
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	20.1018	21.1367	20.1210	20.2817	2.13
	2	15.1399	16.1518	18.6826	18.8373	2.10
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃ 1.41 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร	1	17.6764	18.6775	18.7419	19.8910	2.05
	2	18.6799	19.6850	22.5148	22.6573	1.95
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃ 2.82 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร	1	19.1049	20.1117	21.8047	21.9526	2.02
	2	13.2453	14.2466	13.9906	14.1304	1.92
น้ำ 2.82 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร	1	16.4174	17.4382	15.8947	16.0595	2.20
	2	17.2100	18.2104	15.9091	16.0667	2.16

ตารางที่ ก.43 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.11

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถัน (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	26.2030	27.2124	26.2085	26.4114	2.76
	2	19.0945	20.1114	26.2391	26.4420	2.74
สารละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	25.6777	26.6894	19.0946	19.2407	1.98
ใช้แล้ว 1 ครั้ง	2	16.5439	17.5552	20.9230	21.0717	1.98
สารละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	13.2232	14.2276	13.8838	14.0294	1.99
ใช้แล้ว 2 ครั้ง	2	13.8957	14.9014	25.6812	25.8256	1.97
สารละลาย Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	18.6742	19.6808	18.1881	18.3333	1.98
ใช้แล้ว 3 ครั้ง	2	15.0953	16.1042	18.6739	18.8199	1.99

ตารางที่ ก.44 ข้อมูลกำมะถันรวมของการทดลองตารางที่ 4.12

		W_8 (กรัม)	W_9 (กรัม)	W_4 (กรัม)	W_{10} (กรัม)	กำมะถันรวม (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	25.6822	26.6874	19.0960	19.4754	5.18
เหมืองบางปุดำ	2	20.1675	21.1688	26.2143	26.5769	4.97
ภายหลัง	1	19.5808	20.5870	26.2477	26.4524	2.79
ดีเซลเฟอไร เซชัน	2	20.9243	21.9437	20.9274	21.1424	2.89
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	18.3872	19.2027	16.5732	16.8789	4.14
เหมืองแม่เมาะ	2	26.2428	27.2539	21.1330	21.4357	4.11
ภายหลัง	1	21.1255	22.1279	18.1871	18.3318	1.98
ดีเซลเฟอไร เซชัน	2	26.2131	27.2312	27.4511	27.5942	1.93
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	27.4513	28.4548	25.6844	25.8569	2.36
เหมืองแม่เมาะ	2	19.0963	20.1240	13.2300	13.4092	2.39
ภายหลัง	1	16.5557	17.5646	20.1674	20.3143	2.00
ดีเซลเฟอไร เซชัน	2	13.2304	14.2337	19.5824	19.7300	2.02

ตารางที่ ก.45 ข้อมูลค่าอะตอมโฟโตรีของการทดลองตารางที่ 4.1

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.035	0.078	0.165	0.258	0.383

	เหมืองห้วยเล็ก	หลุมเจาะ 1911 เหมืองห้วยเล็ก	หลุมเจาะ 1930 ระดับ 101-108 เมตร เหมืองห้วยเล็ก	หลุมเจาะ 1926 ระดับ 55-69 เมตร เหมืองห้วยเล็ก	หลุมเจาะ 1909 ระดับ 42 เมตร เหมืองห้วยเล็ก	เหมืองแม่เมาะ	เหมืองบางปุดา
น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)	2.0309	2.0106	2.0208	2.0067	2.0110	1.9558	2.0037
absorbance	0.126	0.149	0.255	0.200	0.326	0.140	0.095
ความเข้มข้น (ppm)	4.25	5.00	8.50	6.75	11.00	4.75	3.20
% Fe	0.52	0.62	1.05	0.84	1.37	0.61	0.40
% FeS ₂	0.59	0.72	0.20	0.96	1.57	0.70	0.46

ตารางที่ ก.46 ข้อมูลค่ามาตรฐานไฟรต์ของการทดลองตารางที่ 4.2

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.028	0.077	0.166	0.249	0.341

	จุดที่ 1		จุดที่ 2		จุดที่ 3		จุดที่ 4		จุดที่ 5		จุดที่ 6		จุดที่ 7		จุดที่ 8		จุดที่ 9		จุดที่ 10		จุดที่ 11		จุดที่ 12	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักแห้ง (%)	2.0263	2.0340	2.0123	2.0279	2.6022	2.0049	2.0054	2.014	2.0100	2.0186	2.0117	2.0023	2.0143	1.9991	2.0354	2.0175	2.2113	2.0035	2.0146	2.0009	2.0115	2.0100	2.0084	2.0100
absorbance	0.150	0.160	0.125	0.128	0.063	0.062	0.185	0.194	0.121	0.115	0.057	0.054	0.040	0.040	0.146	0.145	0.167	0.171	0.132	0.120	0.240	0.24	0.080	0.079
ความเข้มข้น (ppm)	4.40	4.70	3.60	4.50	1.80	1.80	5.40	5.60	3.50	3.40	3.50	1.48	1.10	1.10	4.10	4.10	5.20	5.30	4.10	3.80	7.50	7.50	2.50	2.50
% Fe	0.54	0.58	0.45	0.56	0.22	0.22	0.67	0.64	0.44	0.43	0.18	0.18	0.14	0.14	0.50	0.51	0.64	0.65	0.51	0.47	0.93	0.94	0.31	0.31
% FeS ₂	0.62	0.66	0.51	0.64	0.26	0.26	0.77	0.79	0.50	0.50	0.21	0.21	0.16	0.16	0.58	0.58	0.74	0.74	0.58	0.54	1.06	1.07	0.36	0.36

ตารางที่ ก.47 ข้อมูลกำหนดไฟโรต์ของการทดลองตารางที่ 4.3

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.0351	0.0718	0.1615	0.2518	0.3183



	เริ่มต้น		0.50 M		0.75 M		1.00 M		1.50 M	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)	2.0024	2.0164	2.0015	2.0031	2.0027	2.0018	2.0227	2.0025	2.0373	2.0031
absorbance	0.214	0.221	0.157	0.154	0.157	0.147	0.142	0.147	0.152	0.144
ความเข้มข้น (ppm)	6.45	6.51	4.70	4.60	4.70	4.40	4.20	4.40	4.55	4.40
% Fe	0.81	0.81	0.59	0.57	0.59	0.55	0.52	0.55	0.56	0.55
% FeS ₂	0.93	0.93	0.68	0.65	0.68	0.63	0.60	0.63	0.64	0.63

ตารางที่ ก.48 ข้อมูลกำหนดไฟโรต์ของการทดลองตารางที่ 4.4

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.040	0.092	0.162	0.229	0.345

	เริ่มต้น		0.50 M		1.00 M		1.50 M	
	1	2	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)	2.0108	2.0279	2.0134	2.0034	2.0199	2.0008	2.0048	2.0032
absorbance	0.203	0.202	0.114	0.098	0.118	0.115	0.116	0.115
ความเข้มข้น (ppm)	6.20	6.20	3.45	3.00	3.60	3.45	3.45	3.45
% Fe	0.77	0.76	0.43	0.37	0.45	0.43	0.43	0.43
% FeS ₂	0.88	0.87	0.49	0.42	0.51	0.49	0.44	0.49

ตารางที่ ก.49 ข้อมูลกำหนดไฟไรต์ของการทดลองตารางที่ 4.5

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.045	0.093	0.168	0.266	0.331

	เริ่มต้น		2 ชม.		3 ชม.		4 ชม.	
	1	2.	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)	2.0071	2.0221	2.0024	2.0220	2.0094	2.0181	2.0104	2.0151
absorbance	0.226	0.218	0.109	0.112	0.103	0.107	0.091	0.089
ความเข้มข้น (ppm)	6.35	6.20	3.05	3.10	2.95	3.00	2.50	2.45
% Fe	0.79	0.77	0.38	0.38	0.37	0.37	0.31	0.30
% FeS ₂	0.91	0.88	0.44	0.44	0.42	0.42	0.36	0.35

ตารางที่ ก.50 ข้อมูลกำหนดไฟโรต์ของการทดลองตารางที่ 4.6

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.035	0.082	0.155	0.227	0.320

	เริ่มต้น		25 กรัม/500มล.		50 กรัม/500 มล.		100 กรัม/500 มล.		150 กรัม/500 มล.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)	2.0038	2.0045	2.0027	2.0026	2.0125	2.0096	2.0039	2.0064	2.0158	2.0046
absorbance	0.266	0.260	0.105	0.100	0.140	0.130	0.164	0.162	0.188	0.180
ความเข้มข้น (ppm)	8.15	8.10	3.25	3.10	4.25	4.10	5.00	5.00	5.65	5.60
% Fe	1.02	1.01	0.40	0.39	0.53	0.51	0.62	0.62	0.70	0.69
%FeS ₂	1.17	1.16	0.47	0.45	0.60	0.58	0.71	0.71	0.81	0.80

ตารางที่ ก.51 ข้อมูลกำหนดไฟโรตของการทดลองตารางที่ 4.7

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.037	0.080	0.172	0.258	0.342

	เริ่มต้น		0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		1.41 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		2.82 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		น้ำ 2.82 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)	2.0016	2.0033	2.021	2.0233	2.0020	2.0023	2.0069	2.0000	2.0178	2.0065
absorbance	0.225	0.217	0.124	0.132	0.100	0.095	0.105	0.095	0.160	0.157
ความเข้มข้น (ppm)	6.55	6.35	3.55	3.80	2.90	2.80	2.95	2.80	4.65	4.60
% Fe	0.82	0.79	0.44	0.47	0.36	0.35	0.37	0.35	0.58	0.57
% FeS ₂	0.93	0.91	0.51	0.54	0.41	0.40	0.42	0.40	0.67	0.65

ตารางที่. ก.52 ข้อมูลกำหนดโฟรตของการทดลองตารางที่ 4.8

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.032	0.065	0.135	0.251	0.311

	เริ่มต้น		สารละลายใช้แล้ว1ครั้ง		สารละลายใช้แล้ว2ครั้ง		สารละลายใช้แล้ว3ครั้ง	
	1	2	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)	2.0041	2.0049	2.0022	2.0090	2.0134	2.0110	2.0017	2.0097
absorbance	0.194	0.200	0.074	0.070	0.055	0.060	0.076	0.072
ความเข้มข้น (ppm)	6.80	7.10	2.65	2.55	2.00	2.15	2.65	2.57
% Fe	0.85	0.88	0.33	0.32	0.25	0.27	0.33	0.32
% FeS ₂	0.98	1.00	0.38	0.37	0.29	0.31	0.38	0.37

ตารางที่ ก.53 ข้อมูลกำหนดไฟโรตของการทดลองตารางที่ 4.9

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.034	0.075	0.152	0.242	0.346

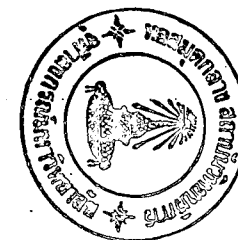
	เริ่มต้น		700 รอบ/นาที		1400 รอบ/นาที		1800 รอบ/นาที	
	1	2	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)	2.0052	2.0151	2.0031	2.0041	2.0065	2.0094	2.0127	2.0226
absorbance	0.234	0.230	0.125	0.124	0.125	0.125	0.123	0.125
ความเข้มข้น (ppm)	7.45	7.40	4.00	3.95	4.00	4.00	3.95	4.00
% Fe	0.93	0.92	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
% FeS ₂	1.07	1.06	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

ตารางที่ ก.54 ข้อมูลกำหนดไฟโรต์ของการทดลองตารางที่ 4.10

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.034	0.076	0.152	0.242	0.346

	เริ่มต้น		80 °ซ		100 °ซ		125 °ซ	
	1	2	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักถ่านหิน (กรัม)	2.0264	2.0049	2.0100	2.0073	2.0100	2.0081	2.0086	2.0210
absorbance	0.226	0.225	0.151	0.149	0.124	0.125	0.100	0.105
ความเข้มข้น (ppm)	7.15	7.15	4.75	4.75	3.95	3.95	3.15	3.18
% Fe	0.88	0.89	0.59	0.59	0.49	0.49	0.39	0.39
%FeS ₂	1.01	1.02	0.67	0.67	0.56	0.56	0.44	0.44



ตารางที่ ก.55 ข้อมูลค่าระดับไฟโรตของการทดลองตารางที่ 4.11

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	1.25	2.50	5.00	7.50	10.00
absorbance	0.032	0.065	0.135	0.225	0.319

	ถ่านหินเริ่มต้น		ภายหลังดีซัลเฟอร์		ถ่านหินเริ่มต้น		ภายหลังดีซัลเฟอร์		ถ่านหินเริ่มต้น		ภายหลังดีซัลเฟอร์	
	เหมืองบางปุดำ		โรเชอห์น		เหมืองแม่เมาะ		โรเชอห์น		เหมืองแม่เมาะ		โรเชอห์น	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
น้ำหนักถ่านหินเหล็ก(กรีง)	2.0083	2.0013	1.9928	2.004	2.0422	2.0006	2.0003	2.0118	2.0013	1.9900	1.9905	1.9892
absorbance	1.136	-	0.053	0.058	0.052	0.061	0.044	0.055	0.041	0.041	0.058	0.064
ความเข้มข้น (ppm)	4.85	-	1.75	1.90	1.75	1.90	1.40	1.75	1.40	1.40	1.90	2.00
% Fe	0.60	-	0.22	0.23	0.21	0.23	0.17	0.21	0.17	0.18	0.24	0.25
% FeS ₂	0.68	-	0.25	0.26	0.24	0.26	0.20	0.24	0.20	0.21	0.28	0.29

ตารางที่ ก.56 ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.1

	W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต (%)
เหมืองหวายเล็ก หลุมเจาะ 1911	0.3193	2.3502	22.1430	22.1658	0.15
เหมืองหวายเล็ก หลุมเจาะ 1910 ระดับ 101-108 เมตร	0.2046	2.2152	24.4288	24.4752	0.32
เหมืองหวายเล็ก หลุมเจาะ 1906 ระดับ 55-69 เมตร	0.2634	2.2842	20.7990	20.8528	0.37
เหมืองหวายเล็ก หลุมเจาะ 1909 ระดับ 42 เมตร เหมืองหวาย เล็ก	0.2466	2.2533	25.3827	25.3962	0.09
เหมืองแม่เมาะ	0.2184	2.2294	25.1667	25.2043	0.03
เหมืองบางปุด้า	0.3200	2.2758	23.0986	23.1515	0.37
	0.2411	2.2448	27.5400	27.6771	0.94

ตารางที่ ก.57

ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.2



		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต (%)
จุดที่ 1	1	0.3557	2.3820	29.2651	29.2946	0.19
	2	0.3448	2.3797	27.5400	27.5690	0.19
จุดที่ 2	1	0.3450	2.3573	21.0359	21.0659	0.20
	2	0.3454	2.3733	21.7778	21.8072	0.19
จุดที่ 3	1	0.3447	2.3469	25.1703	25.1926	0.15
	2	0.3450	2.3499	30.6636	30.6860	0.15
จุดที่ 4	1	0.3445	2.3499	26.2100	26.2369	0.18
	2	0.3445	2.3587	27.3800	27.4061	0.18
จุดที่ 5	1	0.2731	2.2831	26.2391	26.4328	1.32
	2	0.2731	2.2917	27.6569	27.8500	1.31
จุดที่ 6	1	0.2739	2.2856	21.4971	21.5513	0.37
	2	0.2740	2.2761	26.3092	26.3613	0.36
จุดที่ 7	1	0.2741	2.2884	26.2776	26.2855	0.00
	2	0.2741	2.2782	24.2176	24.2262	0.00
จุดที่ 8	1	0.2744	2.3099	28.8941	28.9255	0.21
	2	0.2742	2.2917	26.6830	26.7130	0.20
จุดที่ 9	1	0.3586	2.3699	30.7925	30.8106	0.12
	2	0.3584	2.3619	31.17 97	31.1970	0.12
จุดที่ 10	1	0.3584	2.3730	28.1847	28.1927	0.05
	2	0.3592	2.3688	26.0373	26.0448	0.05

ตารางที่ ก.57 (ต่อ)

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต(%)
จุดที่ 11	1	0.3595	2.3710	23.5075	23.5220	0.10
	2	0.3600	2.3700	27.6512	27.6641	0.08
จุดที่ 12	1	0.3600	2.3684	29.0754	29.0812	0.00
	2	0.3588	2.3688	27.1699	27.1748	0.00

ตารางที่ ก.58 ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.3

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต(%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	0.4558	2.4582	12.7014	12.7319	0.21
	2	0.4565	2.4729	19.1703	19.2000	0.20
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.4565	2.4580	27.0926	17.1113	0.13
	2	0.4565	2.4596	15.0172	15.0365	0.13
0.75M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.4572	2.4599	18.4488	18.4643	0.11
	2	0.4568	2.4586	18.5598	18.5735	0.09
1.00M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.4580	2.4786	18.5021	18.5185	0.11
	2	0.2931	2.2956	17.0858	17.1044	0.13
1.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.2442	2.2815	13.8499	13.8621	0.08
	2	0.2540	2.2571	19.9676	19.9800	0.09

ตารางที่ ก.59 ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.4

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	0.3270	2.3378	25.6810	25.7251	0.30
	2	0.3288	2.3567	18.5341	18.5796	0.31
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.3292	2.3426	17.6777	17.6879	0.07
	2	0.3289	2.3323	19.3612	19.3711	0.07
1.00M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.3293	2.3492	19.1100	19.1211	0.08
	2	0.3292	2.3300	14.2518	14.2623	0.07
1.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.3292	2.3340	13.2512	13.2627	0.08
	2	0.3292	2.3324	16.3514	16.3627	0.08

ตารางที่ ก.60 ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.5

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	0.0434	2.0505	18.5481	18.5800	0.22
	2	0.0443	2.0658	19.1680	19.2130	0.30
2 ซม.	1	0.0443	2.0447	14.4174	14.4319	0.09
	2	0.0447	2.0667	18.4878	18.4978	0.07
3 ซม.	1	0.0446	2.0540	17.1120	17.1264	0.10
	2	0.0447	2.0628	17.5134	17.5269	0.09
4 ซม.	1	0.0450	2.0554	17.1355	17.1487	0.09
	2	0.0454	2.0605	12.6516	12.6659	0.10

ตารางที่ ก.61 ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.6.

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	0.1845	2.1883	14.0982	14.1222	0.17
	2	0.1859	2.1904	14.0000	14.0237	0.16
25 กรัม/500 มล.	1	0.1884	2.1911	17.7162	17.7295	0.09
	2	0.1888	2.1914	18.7726	18.7853	0.09
50 กรัม/500 มล.	1	0.1876	2.2001	17.2697	17.2803	0.07
	2	0.1869	2.1965	20.1306	20.1400	0.06
100 กรัม/500 มล.	1	0.1877	2.1916	19.1848	19.1915	0.05
	2	0.1864	2.1928	13.3389	13.3459	0.048
150 กรัม/500 มล.	1	0.1865	2.2023	14.5179	14.5290	0.075
	2	0.1865	2.1911	21.0270	21.0371	0.07

ตารางที่ ก.62 ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.7

		W_8 (กรัม)	W_9 (กรัม)	W_4 (กรัม)	W_{10} (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	0.2422	2.2474	16.5052	16.5370	0.22
	2	0.2438	2.2589	18.7521	18.7846	0.22
700 รอบ/นาที	1	0.2430	2.2461	13.9782	13.9915	0.09
	2	0.2426	2.2467	17.6982	17.7143	0.11
1400 รอบ/นาที	1	0.2427	2.2492	19.1513	19.1652	0.09
	2	0.2426	2.2520	14.4257	14.4385	0.08
1800 รอบ/นาที	1	0.2427	2.2554	14.1006	14.1100	0.06
	2	0.2426	2.2652	16.2154	16.2304	0.10

ตารางที่ ก.63 ข้อมูลค่าอะซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.8

		W_8 (กรัม)	W_9 (กรัม)	W_4 (กรัม)	W_{10} (กรัม)	ค่าอะซัลเฟต (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	0.3325	2.3589	19.5927	19.6405	0.32
	2	0.3328	2.3377	14.3215	14.3683	0.32
80°ซ	1	0.3336	2.3436	16.4642	16.4833	0.13
	2	0.3332	0.3405	18.4521	18.4721	0.14
100°ซ	1	0.3332	2.3432	13.9628	13.9819	0.13
	2	0.3333	2.3414	17.6784	17.6969	0.13
125°ซ	1	0.3330	2.3416	18.7228	18.7457	0.15
	2	0.3332	2.3542	20.5432	20.5669	0.16

ตารางที่ ก.64 ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.9.

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	0.3020	2.3026	18.6475	18.6982	0.35
	2	0.3035	2.3068	13.3418	13.3932	0.35
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.3039	2.3249	16.5515	16.5644	0.09
	2	0.3034	2.3267	19.6741	19.6879	0.09
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.3042	2.3062	17.6752	17.6872	0.08
1.41 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร	2	0.3039	2.3062	15.4186	15.4366	0.12
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	0.3047	2.3116	20.4319	20.4330	0.00
2.82 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร	2	0.3048	2.3048	21.7817	21.7903	0.00
น้ำ 2.82 กิโลกรัม	1	0.3050	2.3228	18.1957	18.1996	0.00
ต่อตารางเซนติเมตร	2	0.3049	2.3114	13.2647	13.2627	0.00

ตารางที่ ก.65 ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.10

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต (%)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	0.3862	2.3903	16.5382	16.5974	0.41
	2	0.3878	2.3927	15.0897	15.1525	0.43
สัรละลายไขแล้ว	1	0.3877	2.3899	18.6665	18.6877	0.15
1 ครั้ง	2	0.3882	2.3972	26.2079	26.2336	0.17
สัรละลายไขแล้ว	1	0.3876	2.4010	25.6735	25.6921	0.13
2 ครั้ง	2	0.3882	2.3992	19.0935	19.1180	0.17
สัรละลายไขแล้ว	1	0.3870	2.3887	13.2217	13.2445	0.16
3 ครั้ง	2	0.3881	2.3978	13.9019	13.9246	0.16

ตารางที่ ก.66 ข้อมูลกำมะถันซัลเฟตของการทดลองตารางที่ 4.11

		W ₈ (กรัม)	W ₉ (กรัม)	W ₄ (กรัม)	W ₁₀ (กรัม)	กำมะถันซัลเฟต (%)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	0.3083	2.3166	26.2088	26.6099	2.74
เหมืองบางปุดำ	2	0.3100	2.3113	25.6782	26.0761	2.73
ภายหลังดีซัล	1	0.3110	2.3038	26.2409	26.2883	0.33
ไพโรเซชัน	2	0.3099	2.3139	18.1865	18.2385	0.35
ถ่านหินเริ่มต้น	1	0.2083	2.2505	19.0937	19.4285	2.25
เหมืองแม่เมาะ	2	0.3116	2.3122	21.1155	21.4377	2.21
ภายหลังดีซัลเฟอ	1	0.2115	2.2118	20.1646	20.1904	0.18
ไพโรเซชัน	2	0.2108	2.2226	20.9267	20.9520	0.17
ถ่านหินเริ่มต้น	1	0.3113	2.3126	16.5483	16.6181	0.48
เหมืองแม่เมาะ	2	0.2114	2.2014	19.5817	19.6432	0.42
ภายหลังดีซัลเฟอ	1	0.2110	2.2015	27.4500	27.4782	0.19
ไพโรเซชัน	2	0.2107	2.1999	13.2232	13.2514	0.19

ตารางที่ ก.67 ข้อมูลค่าความร้อนจากการทดลองตารางที่ 4.4

		W ₁₁ (กรัม)	W ₁₂ (กรัม)	อุณหภูมิ เริ่มต้น (°ซ)	อุณหภูมิ สุดท้าย (°ซ)	ความยาวหลอด ที่ใช้ (ซม)	ค่าความร้อน (แคลอรี/กรัม)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	8.7447	9.5630	27.36	28.74	7.00	4110
	2	8.6774	9.4534	27.38	28.67	7.00	4020
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	8.6810	9.5825	26.49	28.31	8.00	4910
	2	8.7570	9.7148	26.36	28.25	6.00	4810
1.00M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	8.7569	9.7875	27.51	29.64	7.00	5034
	2	8.6900	9.7518	27.67	29.86	9.00	5022
1.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	8.6806	9.6459	27.62	29.62	6.50	5026
	2	8.7756	9.7134	27.86	29.76	8.00	4923

ตารางที่ ก.68 ข้อมูลค่าความร้อนจากการทดลองตารางที่ 4.5

		W ₁ (กรัม)	W ₂ (กรัม)	อุณหภูมิ เริ่มต้น (°ซ)	อุณหภูมิ สุดท้าย (°ซ)	ความยาวหลอด น้ำ (ซม.)	ค่าความร้อน (แคลอรี/กรัม)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	8.6039	9.8452	28.97	31.03	8.20	4006
	2	8.9342	10.1742	29.53	31.56	6.40	3974
2 ซม.	1	8.9945	10.0030	29.25	30.99	8.60	4190
	2	8.8804	9.8908	29.15	31.15	8.50	4180
3 ซม.	1	8.7473	9.6283	27.93	29.54	6.70	4444
	2	8.7995	9.6920	28.12	29.76	4.00	4473
4 ซม.	1	8.9500	9.8123	28.26	29.97	7.70	4829
	2	8.8508	9.6576	28.39	29.94	7.00	4770

ตารางที่ ก.69 ข้อมูลค่าความร้อนจากการทดลองตารางที่ 4.6

		W ₁₁ (กรัม)	W ₁₂ (กรัม)	อุณหภูมิ เริ่มต้น (°ซ)	อุณหภูมิ สุดท้าย (°ซ)	ความยาวหลอด ที่ใช่ (ซม)	ค่าความร้อน (แคลอรี/กรัม)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	8.9406	9.9726	27.90	30.08	7.00	4479
	2	8.8122	9.8688	28.21	30.14	8.70	4435
25 กรัม/ 500 มล.	1	8.8315	9.8313	28.61	30.54	5.20	4711
	2	8.9500	9.7497	28.88	30.42	5.80	4683
50 กรัม/ 500 มล.	1	8.9552	9.8611	29.00	30.82	7.00	4818
	2	8.8308	9.7954	29.35	31.34	6.40	5020
100 กรัม/ 500 มล.	1	8.9585	9.8273	29.63	31.43	3.50	5049
	2	8.8444	9.7386	31.22	31.92	7.10	4910
150 กรัม/ 500 มล.	1	8.8271	9.7717	29.26	31.23	7.70	5077
	2	8.9392	9.8173	29.43	31.46	7.70	5060



ตารางที่ ก.70 ข้อมูลค่าความร้อนจากการทดลองตารางที่ 4.7

		W ₁₁ (กรัม)	W ₁₂ (กรัม)	อุณหภูมิ เริ่มต้น (°ซ)	อุณหภูมิ สุดท้าย (°ซ)	ความยาวหลอด น้ำย (ซม.)	ค่าความร้อน (แคลอรี/กรัม)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	8.6803	9.7617	25.51	27.39	7.00	4212
	2	8.8060	9.8319	26.08	27.81	5.00	4100
700 รอบ/นาที	1	8.6812	9.7007	24.92	26.94	6.50	4841
	2	8.8105	9.8302	25.88	27.95	7.00	4705
1400 รอบ/นาที	1	8.8058	9.7916	25.47	27.42	9.00	4815
	2	8.6780	9.3682	25.68	27.08	6.50	4853
1800 รอบ/นาที	1	8.8065	9.8285	25.34	27.27	6.00	4590
	2	8.6808	9.7071	27.01	28.90	8.00	4473

ตารางที่ ก.71 ข้อมูลค่าความร้อนจากการทดลองตารางที่ 4.8

		W ₁₁ (กรัม)	W ₁₂ (กรัม)	จุดหลอม เริ่มต้น (°ซ)	จุดหลอม สุดท้าย (°ซ)	ความยาวหลอด ที่ไข (ซม)	ค่าความร้อน (แคลอรี/กรัม)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	8.7295	9.8000	27.56	29.64	6.50	4727
	2	8.8300	9.8961	27.64	29.73	8.00	4756
80°ซ	1	8.7461	9.6269	27.84	29.64	5.00	4975
	2	8.8508	9.7640	29.00	30.89	9.00	5012
100°ซ	1	8.8645	9.6800	28.90	30.56	7.00	4938
	2	8.7388	9.7594	27.86	29.92	7.50	4901
125°ซ	1	8.7456	9.6637	27.31	29.20	7.00	5009
	2	8.8607	9.8983	27.69	29.82	8.00	4950



ตารางที่ ก.72 ข้อมูลค่าความร้อนจากการทดลองตารางที่ 4.9

		W ₁₁ (กรัม)	W ₁₂ (กรัม)	อุณหภูมิ เริ่มต้น (°ซ)	อุณหภูมิ สุดท้าย (°ซ)	ความยาวหลอด ที่ใช่ (ซม.)	ค่าความร้อน (แคลอรี/กรัม)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	8.6704	9.7383	24.18	26.06	8.50	4268
	2	8.6675	9.7090	21.01	22.87	7.70	4328
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	8.7660	9.7928	21.97	24.00	7.70	4798
	2	8.6709	9.5560	24.08	25.79	9.00	4705
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	8.6662	9.7809	21.87	24.17	6.70	4996
1.41 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร	2	8.7647	9.9103	22.09	24.29	8.50	5083
0.50M Fe ₂ (SO ₄) ₃	1	8.7609	9.8851	23.97	26.24	6.80	4927
2.82 กิโลกรัมต่อ ตารางเซนติเมตร	2	8.6675	9.7854	23.79	26.00	9.00	4807
น้ำ 2.82 กิโลกรัม	1	8.7621	9.7929	23.97	26.17	9.50	5184
ต่อตารางเซนติเมตร	2	8.6699	9.5840	25.95	25.89	6.20	5173

ตารางที่ ก.73 ข้อมูลค่าความร้อนจากการทดลองตารางที่ 4.10

		W ₁₁ (กรัม)	W ₁₂ (กรัม)	อุณหภูมิ เริ่มต้น (°ซ)	อุณหภูมิ สุดท้าย (°ซ)	ความยาวหลอด ไฟ (ซม.)	ค่าความร้อน (แคลอรี/กรัม)
ถ่านหิน เริ่มต้น	1	8.6675	9.9118	23.54	25.94	6.00	4661
	2	8.6647	9.8369	24.11	26.44	8.00	4829
สารละลายไฟแล้ว	1	8.6642	9.6783	24.53	26.68	9.50	5152
1 ครั้ง	2	8.7571	9.7572	24.57	26.66	8.00	5078
สารละลายไฟ	1	8.7583	9.7062	24.79	26.82	9.00	5184
แล้ว 2 ครั้ง	2	8.7600	9.8868	24.72	27.07	9.00	5059
สารละลายไฟ	1	8.7569	9.5723	24.67	26.64	6.00	5889
แล้ว 3 ครั้ง	2	8.6618	9.7321	30.93	28.56	6.00	5972

ตารางที่ ก.74 ข้อมูลค่าความร้อนจากการทดลองตารางที่ 4.11

		W ₁₁ (กรัม)	W ₁₂ (กรัม)	อุณหภูมิ เริ่มต้น(°ซ)	อุณหภูมิ สุดท้าย(°ซ)	ความยาวหลอด ที่ใช้ (ซม)	ค่าความร้อน (แคลอรี/กรัม)
ถ่านหินเริ่มต้น	1	8.6553	9.9308	27.58	29.56	8.00	3719
เหมืองบางปุด้า	2	8.7528	9.7070	27.46	28.97	8.00	3803
ภายหลังดีเซลเฟอ	1	8.6880	9.8698	29.28	31.42	6.50	4388
ไรเซชัน	2	8.3386	9.5797	29.17	31.47	6.00	4507
ถ่านหินเริ่มต้น	1	8.6819	9.7007	29.19	31.07	5.00	4440
เหมืองแม่เมาะ	2	8.7524	9.9151	29.40	31.54	7.50	4441
ภายหลังดีเซลเฟอ	1	8.7377	9.6393	29.28	31.08	5.00	4873
ไรเซชัน	2	8.8383	9.9262	29.58	31.78	8.00	4917
ถ่านหินเริ่มต้น	1	8.6624	9.6233	27.33	29.24	5.00	4820
เหมืองแม่เมาะ	2	8.7618	9.5628	27.46	29.03	5.50	4766
ภายหลังดีเซลเฟอ	1	8.8274	8.8136	28.96	31.13	7.50	5372
ไรเซชัน	2	8.8190	9.7135	29.17	31.11	8.00	5284

ตารางที่ ก.75 ข้อมูลปริมาณเหล็กทั้งหมด $Fe^{3+} + Fe^{2+}$ จากการทดลองตารางที่ 4.12

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	50	100	150	200	250
absorbance	0.156	0.288	0.440	0.584	0.728

	สารละลายเริ่มต้น		1.41 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร		2.82 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร	
	1	2	1	2	1	2
absorbance	0.292	0.288	0.355	0.352	0.392	0.388
ความเข้มข้นเหล็ก (มก. / ลิตร)	99.50	99.00	118	118	132	131
ความเข้มข้นเหล็ก (กรัม / ลิตร)	49.75	49.50	59	59	66	65.50
ความเข้มข้นเหล็ก (กรัม / 500 มล.)	24.87	24.75	29.50	29.50	33	32.75

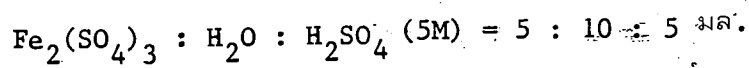
ตารางที่ ก.76 ข้อมูลปริมาณเหล็กทั้งหมด ($Fe^{3+} + Fe^{2+}$) จากการทดลองตารางที่ 4.13

standard curve

ความเข้มข้นเหล็ก (ppm)	50	100	150	200
absorbance	0.140	0.277	0.428	0.555

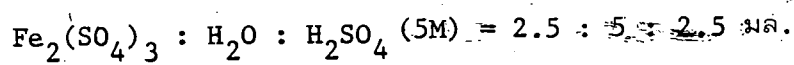
	สารละลายเริ่มต้น	สารละลายใช้แล้ว 1 ครั้ง	สารละลายใช้แล้ว 2 ครั้ง	สารละลายใช้แล้ว 3 ครั้ง
absorbance	0.305	0.316	0.322	0.314
ความเข้มข้นเหล็ก (มก./ลิตร)	107	111	113	111
ความเข้มข้นเหล็ก (กรัม/ลิตร)	53.50	55.50	56.50	55.50
ความเข้มข้นเหล็ก (กรัม/500 มล.)	26.75	27.75	28.25	27.75

ตารางที่ ก.77 ข้อมูลปริมาณเหล็ก (Fe^{2+}) จากการทดลองตารางที่ 4.12



	มล. $KMnO_4$	ความเข้มข้น Fe^{2+} (กรัม-โมล/ลิตร)	ความเข้มข้น Fe^{2+} (กรัม/ลิตร)	ความเข้มข้น Fe^{2+} (กรัม/500 มล.)
สารละลายเริ่มต้น 1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
1.41 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร 1	13.1	1.04×10^{-2}	0.58	0.29
2.82 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร 2	13.3	1.05×10^{-2}	0.59	0.29
1	10.5	0.85×10^{-2}	0.48	0.24
2	10.8	0.86×10^{-2}	0.48	0.24

ตารางที่ ก.78 ข้อมูลปริมาณเหล็ก (Fe^{2+}) จากการทดลองตารางที่ 4.13



	มล. $KMnO_4$	ความเข้มข้น Fe^{2+} (กรัม-โมล/ลิตร)	ความเข้มข้น Fe^{2+} (กรัม/ลิตร)	ความเข้มข้น Fe^{2+} (กรัม/500 มล.)
สารละลายเริ่มต้น 1	9.70	1.54×10^{-2}	0.86	0.43
2	9.70	1.54×10^{-2}	0.86	0.43
สารละลายใช้แล้ว 1 ครั้ง 1	6.70	1.06×10^{-2}	0.83	0.42
2 ครั้ง 2	6.70	1.06×10^{-2}	0.83	0.42
สารละลายใช้แล้ว 1 ครั้ง 1	6.40	1.01×10^{-2}	0.56	0.28
2 ครั้ง 2	6.70	1.06×10^{-2}	0.59	0.30
สารละลายใช้แล้ว 3 ครั้ง 1	7.00	1.11×10^{-2}	0.62	0.31
2 ครั้ง 2	7.50	1.19×10^{-2}	0.66	0.33

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์กัมมะถันไฟไรต์โดยวิธีเคมีและวิธีใช้เครื่องมือ
atomic absorption spectrophotometer

สถานที่วิเคราะห์	% Fe	%FeS ₂
กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วิธีเคมี)	0.407	0.47
กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วิธี a.a)	0.40	0.46
ศูนย์เครื่องมือจุฬาฯ (วิธี a.a)	0.40	0.46

ตารางที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์ Total Iron ในสารละลายเฟอร์ริกซัลเฟตโดยเครื่องมือ
atomic absorption spectrophotometer

ความเข้มข้นสารละลาย (M)	เวลาที่ทดลอง (ชม.)	ความเข้มข้นเหล็ก (กรัม/ลิตรจาก a.a)	ความเข้มข้นเหล็ก (กรัม/ลิตร) จากสูตร โมเลกุล
0.5	0	50	56
0.5	2	50	
0.75	0	72	84
0.75	2	75	
1	0	110	112
1	2	109	
1.5	0	166	168
1.5	2	164	

หมายเหตุ

a.a = atomic absorption spectrophotometer

ภาคผนวก ค

การคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของปริมาณสารระเหย} &= \frac{1}{100-m} \text{ ร้อยละของปริมาณสารระเหย } \times 100 \\ \text{(แบบไม่รวมความชื้น)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของปริมาณถ้ำ} &= \frac{1}{100-m} \text{ ร้อยละของปริมาณถ้ำ } \times 100 \\ \text{(แบบไม่รวมความชื้น)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของปริมาณคาร์บอนคงตัว} &= \frac{1}{100-m} \text{ ร้อยละของปริมาณคาร์บอนคงตัว } \times 100 \\ \text{(แบบไม่รวมความชื้น)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของปริมาณกำมะถันรวม} &= \frac{1}{100-m} \text{ ร้อยละของปริมาณกำมะถันรวม } \times 100 \\ \text{(แบบไม่รวมความชื้น)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของปริมาณกำมะถันไฟโรต์} &= \frac{1}{100-m} \text{ ร้อยละของปริมาณกำมะถันไฟโรต์ } \times 100 \\ \text{(แบบไม่รวมความชื้น)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของปริมาณกำมะถันอินทรีย์} &= \frac{1}{100-m} \text{ ร้อยละของปริมาณกำมะถันอินทรีย์ } \times 100 \\ \text{(แบบไม่รวมความชื้น)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของปริมาณกำมะถันซิลเฟต} &= \frac{1}{100-m} \text{ ร้อยละของปริมาณกำมะถันซิลเฟต } \times 100 \\ \text{(แบบไม่รวมความชื้น)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าความร้อน (แบบไม่รวมความชื้น)} &= \frac{1}{100-m} \text{ ค่าความร้อน } \times 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%De-S &= \text{ร้อยละของการลดปริมาณกำมะถันรวม (แบบไม่รวมความชื้น)} \\ &= \frac{\text{ร้อยละของกำมะถันรวมเริ่มต้น} - \text{ร้อยละของกำมะถันรวมภายหลังดีซัลเฟอร์เอชัน}}{\text{ร้อยละของกำมะถันรวมเริ่มต้น}} \times 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%De-pyrite &= \text{ร้อยละของการลดปริมาณกำมะถันไพไรต์ (แบบไม่รวมความชื้น)} \\ &= \frac{\text{ร้อยละของกำมะถันไพไรต์เริ่มต้น} - \text{ร้อยละของกำมะถันไพไรต์ภายหลังดีซัลเฟอร์เอชัน}}{\text{ร้อยละของกำมะถันไพไรต์เริ่มต้น}} \times 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%De-ashing &= \text{ร้อยละของการลดปริมาณเถ้า (แบบไม่รวมความชื้น)} \\ &= \frac{\text{ร้อยละของเถ้าเริ่มต้น} - \text{ร้อยละของเถ้าภายหลังดีซัลเฟอร์เอชัน}}{\text{ร้อยละของเถ้าเริ่มต้น}} \times 100 \end{aligned}$$

หมายเหตุ ๓. คือร้อยละของปริมาณความชื้น

ภาคผนวก ง

วิธีการวิเคราะห์

ง.1 การหาปริมาณความชื้นในถ่านหิน (moisture content in coal),
ASTM D3173

หลักการ นำตัวอย่างถ่านหินที่จะวิเคราะห์มาผ่านตะแกรงขนาด
250 μm แล้วนำมาให้ความร้อนคงที่ในตู้อบ (dry-oven) ที่อุณหภูมิประมาณ 105-110 $^{\circ}\text{C}$
เพื่อให้ไอน้ำระเหยออกไปจากถ่านหิน และค่าความชื้นก็จะสามารถคำนวณได้จากน้ำหนักของ
ถ่านหินที่ลดลง

เครื่องมือ ตู้อบ (dry-oven), crucible, dessicator

วิธีการทดลอง

1. อบ crucible ที่อุณหภูมิ 110°ซ ประมาณ 30 นาที แล้วนำออกมาจากตู้อบ กึ่งให้เป็นใน dessicator แล้วชั่งน้ำหนัก
2. นำถ่านหินใส่ crucible แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักของถ่านหินประมาณ 1 กรัม
3. นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 110°ซ -จนน้ำหนักคงที่
4. นำ crucible ออกจากตู้อบทำให้เป็นใน dessicator แล้วชั่งน้ำหนัก

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$m = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100$$

เมื่อ m	=	ร้อยละของปริมาณความชื้น (%moisture content)
W_1	=	น้ำหนักของ crucible (กรัม)
W_2	=	น้ำหนักของ crucible และน้ำหนักถ่านหินก่อนเข้าตู้อบ (กรัม)
W_3	=	น้ำหนักของ crucible กับน้ำหนักของถ่านหินภายหลังจากนำออกมาจากตู้อบ (กรัม)

4.2 การหาปริมาณสารระเหยในถ่านหิน (volatile matter in coal), ASTM D3175

หลักการ นำตัวอย่างถ่านหินที่จะวิเคราะห์ร้อนผ่านตะแกรงขนาด

250 μ m แล้วนำมาเผาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 925°ซ ในเตาเผา (muffle furnace)

เป็นเวลา 7 นาที ปริมาณสารระเหยจะสามารถคำนวณโดยการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างถ่านหิน

เครื่องมือ เตาเผา (muffle furnace), crucible พร้อมฝาปิด
dessicator

วิธีการทดลอง

1. เตา crucible และฝาปิดที่อุณหภูมิ 925°ซ ในเตาเผาประมาณ 30 นาที แล้วนำออกจากเตาเผาทำให้เย็นใน dessicator นำไปชั่งน้ำหนักของ crucible และฝาปิด
2. ชั่งน้ำหนักถ่านหินใส่ใน crucible ประมาณ 1 กรัม
3. นำ crucible พร้อมถ่านหินเข้าเตาเผาโดยจะปิดฝา crucible ให้มีช่องว่างเล็กน้อย เตาที่ 925°ซ นาน 7 นาที แล้วนำออกจากเตาเผาทำให้เย็นใน dessicator
4. ชั่งน้ำหนักของ crucible และถ่านหินที่เหลือพร้อมฝาปิด

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$V = \frac{W_6 - W_4}{W_5 - W_4} \times 100 - m$$

เมื่อ V = ร้อยละของสารระเหย (% volatile matter)

m = ร้อยละของปริมาณความชื้น (% moisture content)

W_4 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาปิด (กรัม)

W_5 = น้ำหนักของ crucible รวมกับน้ำหนัก ถ่านหินพร้อมฝาปิดก่อนเข้าเตาเผา (กรัม)

W_6 = น้ำหนักของ crucible รวมกับน้ำหนักถ่านหิน พร้อมฝาปิดภายหลังจากนำออกมาจากเตาเผา (กรัม)

3.3 การหาปริมาณเถ้าในถ่านหิน (ash in coal), ASTM D3174

หลักการ นำตัวอย่างถ่านหินที่จะวิเคราะห์มาผ่านตะแกรงขนาด 250 μm แล้วนำไปเผาให้ความร้อนในเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 500 °ซ เป็นเวลานาน 30 นาที และเพิ่มความร้อนเป็น 825 °ซ จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่ของ crucible รวมกับน้ำหนักของเถ้าที่เหลือพร้อมฝาปิด crucible จำนวนร้อยละของปริมาณเถ้าสามารถคำนวณได้จากน้ำหนักที่เหลืออยู่ภายหลังการเผาแล้ว

เครื่องมือ เตาเผา (muffle furnace), crucible พร้อมฝาปิด dessicator

วิธีการทดลอง

1. เเผา crucible พร้อมฝาปิดที่อุณหภูมิ 825 °ซ เป็นเวลาประมาณ 30 นาที ในเตาเผา แล้วนำออกมาทำให้เย็นใน dessicator ชั่งน้ำหนัก crucible พร้อมฝาปิด
2. ชั่งถ่านหินประมาณ 1 กรัมใส่ใน crucible
3. นำเข้าเตาเผาพร้อมปิดฝาให้มีช่องว่างเล็กน้อยเผาที่อุณหภูมิ 500 °ซ นานประมาณ 30 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 825 °ซ เเผาจนน้ำหนักคงที่ แล้วนำ crucible ออกจากเตาเผา ทำให้เย็นใน dessicator แล้วชั่งน้ำหนัก

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$A = \frac{W_7 - W_4}{W_5 - W_4} \times 100$$

เมื่อ A = ร้อยละของปริมาณเถ้า (% ash)
 W_4 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาปิด (กรัม)



- W_5 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาปิดและตัวอย่างถ่านหินก่อนเข้าเตาเผา (กรัม)
- W_7 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาปิดและถ้ำหลังจากการเผา (กรัม)

4.4 การหาปริมาณคาร์บอนคงตัวในถ่านหิน (fixed carbon)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของคาร์บอนคงตัว} = 100 - \text{ร้อยละของปริมาณความชื้น} - \text{ร้อยละของปริมาณสารระเหย} - \text{ร้อยละของปริมาณถ้ำ}$$

4.5 การหาปริมาณกำมะถันรวม (total sulfur) โดยวิธี eschka method

หลักการ ตัวอย่างถ่านหินจะถูกเผาพร้อมกับ eschka mixture โดยที่กำมะถันที่ประกอบอยู่ในถ่านหินจะเปลี่ยนเป็นรูปของซัลเฟตไอออน และจะหาปริมาณในรูปของแบเรียมซัลเฟต ($BaSO_4$)

เครื่องมือ เตาเผา (muffle furnace), crucible บิคเกอร์ hot plate, กรวยกรองพร้อมกระดาษกรอง

สารเคมี

- น้ำกลั่น
- สารละลายแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) ความเข้มข้น 100 กรัม/ลิตร
- น้ำโบรมีนอิ่มตัว
- eschka mixture ประกอบด้วย แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) กับโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ในอัตราส่วน 2 : 1 โดยน้ำหนัก

- ก. สารละลายกรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 6M
- จ. สารละลายกรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 1.2 M
- ข. methyl orange indicator โดยละลาย 0.02 กรัม methyl orange ในน้ำร้อน 100 มล. แล้วกรอง
- ฉ. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ชั่ง 60 กรัมของผลึก $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ หรือ 22 กรัมของ anhydrous Na_2CO_3 ละลายในน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตรเป็น 100 มล.

วิธีการทดลอง

- ชั่งน้ำหนักถ่านหินประมาณ 1 กรัม รวมกับน้ำหนัก 3 กรัมของ eschka mixture ผสมให้เข้ากันอย่างทั่วถึงใน crucible แล้วปิดทับหน้าด้วย 1 กรัม ของ eschka mixture
 - นำเข้าเตาเผาปรับอุณหภูมิให้ถึง 825°C ในช่วง 1 ชม. แรก แล้วรักษาอุณหภูมิไว้ต่ออีก $1\frac{1}{2}$ ชม. (ส่ง เกตุจนสีดำของถ่านหินหมดไป)
 - นำ crucible ออกจากเตาเผา ย่อย ด้วยน้ำร้อน 100 มล. เป็นเวลานานประมาณ $\frac{1}{2} - \frac{3}{4}$ ชม.
 - กรองและล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนจนสารละลายที่ได้มีปริมาตร 250 มล. เติมน้ำโบรมีนอิ่มตัวลงไปในสารละลายจำนวน 10 มล.
 - ทำสารละลายให้เป็นกรดด้วย 6M HCl แล้วต้มไล่โบรมีนจนได้สารละลายใส
 - ทำสารละลายให้เป็นกลางด้วยสารละลาย Na_2CO_3 โดยใช้ methyl orange indicator
 - ทำให้เป็นกรดเล็กน้อยโดยเติม 1.2 M HCl แล้วเติมสารละลาย BaCl_2 อย่างช้า ๆ 20 มล. ลงในสารละลาย
 - ต้มให้สารละลายเดือดต่อไปอีกประมาณ 15 นาที แล้วจึงนำมากรองผ่านกระดาษกรอง ashless ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนจนน้ำล้างตะกอนปราศจากคลอไรด์
- ไอออน

9. นำตะกอน $BaSO_4$ ที่กรองได้ ใส่ crucible ที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำเข้าเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ $925^\circ C$ ประมาณ 1 ชม. สิ้นนำ crucible ออกจากเตาเผา ทำให้เย็นใน dessicator แล้วชั่งน้ำหนัก

10. Blank correction: ทำการวิเคราะห์เหมือนกับ 1-9 เพียงแต่ ไม่ใส่ตัวอย่างถ่านหินในการวิเคราะห์เท่านั้น

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของปริมาณกำมะถันรวมในถ่านหิน} = \frac{(A^* - B^*) \times 13.738}{C}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } A^* &= \text{น้ำหนักของ } BaSO_4 \text{ (กรัม) ที่ได้จากตัวอย่าง} \\ &= W_{10} - W_4 \end{aligned}$$

$$B^* = \text{น้ำหนักของ } BaSO_4 \text{ (กรัม) ที่ได้จาก Blank (น้อยมาก)}$$

$$C = \text{น้ำหนักของถ่านหินที่ใช้ (กรัม)} = W_9 - W_8$$

$$W_8 = \text{น้ำหนักภาชนะที่ใส่สาร (กรัม)} \quad W_4 = \text{น้ำหนัก crucible พร้อมฝาปิด (กรัม)}$$

$$W_9 = \text{น้ำหนักภาชนะที่ใส่สารและน้ำหนักถ่านหิน (กรัม)}$$

$$W_{10} = \text{น้ำหนัก crucible พร้อมฝาปิด และน้ำหนัก } BaSO_4 \text{ (กรัม)}$$

๖.6 การวิเคราะห์หาปริมาณกำมะถันซัลเฟต (sulfate sulfur)

หลักการ กำมะถันซัลเฟตสามารถที่จะถูกสกัดออกจากถ่านหินได้โดย สารละลายกรดเกลือเจือจาง และจะวิเคราะห์ผลออกมาในรูปของตะกอนแบเรียมซัลเฟต

เครื่องมือ เตาเผา (muffle furnace), crucible hot plate
ปิเกตอร์, กรวยกรองพร้อมกระดาษกรอง

สารเคมี

ก. สารละลายกรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 12 M (ถ.พ. 1.19)

ข. สารละลายแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) 100 กรัม/ลิตร

ค. ammonium hydroxide (NH_4OH) เข้มข้น 5M

ง. ammonium hydroxide (NH_4OH) เข้มข้น 0.45 M

จ. สารละลายกรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 4.8 M

ฉ. น้ำโบรมีนอิ่มตัว

ช. methyl orange indicator ละลาย 0.02 กรัม methyl orange

ในน้ำร้อน 100 มล.

ช. สารละลายเอริลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 โดยปริมาตร

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างถ่านหินที่จะวิเคราะห์ประมาณ 2 กรัม ใส่ใน ปิคเกอร์แล้ว
เติมสารละลาย 4.8 M HCl 50 มล.

2. เติมสารละลายเอริลแอลกอฮอล์ 2 มล. นำขึ้นต้มบน hot plate พร้อม
ปิดด้วยกระจกฟานาฟิกา เป็นเวลานาน $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง

3. กรองและล้างตะกอนด้วยน้ำเย็น นำตะกอนที่ได้เก็บไว้วิเคราะห์
หากจำเป็นไพไรต์ ส่วนสารละลายเติมน้ำโบรมีน 10 มล. ต้มให้เดือดอย่างน้อย 5 นาที

4. เติมสารละลาย 5M NH_4OH จนกระทั่งสารละลายเป็นต่าง
เล็กน้อยแล้ว เติมให้เกินพออีก 5 มล.

5. กรองตะกอนที่ได้ล้างตะกอนด้วย สารละลาย 0.45 M NH_4OH

6. นำสารละลายมาเติม methyl orange indicator 2-3 หยด
แล้ว เติมสารละลาย 12M HCl ลงไปจนสารละลายเป็นกรด

7. นำขึ้นต้มให้เดือดบน hot plate แล้วค่อย ๆ เติมสารละลาย
 BaCl_2 อย่างช้า ๆ 20 มล. ต้ม สารละลายให้เดือดต่ออีกประมาณ 15 นาที

8. กรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง ashless แล้วล้างตะกอน
ด้วยน้ำร้อนจนหมดคลอไรด์ไอออน

9. นำตะกอนที่ได้ใส่ใน crucible ที่ทราบน้ำหนักแล้วนำเข้าเผา
ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 925°C ประมาณ 1 ชม. สีนํ้าออกจากเตาเผาทำให้เย็นใน dessicator
แล้วชั่งชั่งน้ำหนัก

10. ทำ blank correction เหมือน 1-9 โดยไม่ใส่ตัวอย่างถ่านหิน

ในการวิเคราะห์

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของปริมาณกำมะถันซัลเฟต} = \frac{(A^* - B^*) \times 13.738}{C}$$

เมื่อ A^* = น้ำหนักของตะกอน BaSO_4 (กรัม) = $W_{10} - W_4$

B^* = น้ำหนักของตะกอน BaSO_4 ใน blank
(น้อยมาก)

C = น้ำหนักถ่านหินที่ใช้ (กรัม) = $W_9 - W_8$

W_8 = น้ำหนักภาชนะที่ใส่สาร (กรัม) W_4 = น้ำหนัก crucible พร้อมฝาปิด (กรัม)

W_9 = น้ำหนักภาชนะที่ใส่สารและน้ำหนักถ่านหิน (กรัม)

W_{10} = น้ำหนัก crucible พร้อมฝาปิด และน้ำหนัก BaSO_4 (กรัม)

4.7 การหาปริมาณกำมะถันไพไรต์ (pyritic sulfur)

หลักการ กำมะถันไพไรต์จะถูกสกัดออกมาจากถ่านหินโดยต้มกับสารละลาย $2M \text{HNO}_3$ และจะวิเคราะห์ผลออกมาในรูปของเหล็กโดยเครื่องมือ atomic absorption spectrophotometer และปริมาณเหล็กที่ได้ก็จะเปลี่ยนเป็นรูปของกำมะถันไพไรต์อีกทีหนึ่ง

เครื่องมือ atomic absorption spectrophotometer

ขนาดปริมาตร, โปเปต

สารเคมี สารละลาย HNO_3 เข้มข้น $2M$ ละลาย $\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

วิธีการทดลอง

- นำตะกอนและกระดาษกรองจากการวิเคราะห์หาคำมะถันซัลเฟต มาชั่งด้วยสารละลาย $2M \text{HNO}_3$ 50 มล. ประมาณ 30 นาที
- กรองสารละลายและล้างตะกอนด้วยน้ำเป็นจนสารละลายมีปริมาตร ประมาณ 150 มล.

3. ทำสารละลายให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 250 มล.

ในขวดปริมาตร

4. ไปเปิดสารละลายมา 1 มล. ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 10 มล.
พร้อมเติมสารละลาย $\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ลงไป 1 มล. ทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นเป็น 10 มล.
5. นำไปวัดหาปริมาณเหล็กด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 2480 นาโนเมตร

การเตรียม standard curve ของเหล็ก

- นำสารละลายมาตรฐานของเหล็กที่ความเข้มข้น 1000 ppm มา 2.5 มล. ทำให้เป็น 100 มล. ในขวดปริมาตรขนาด 100 มล. จะทำให้ได้ความเข้มข้นของเหล็ก 25 ppm
- ไปเปิด สารละลายในข้อ 1 มา 1 มล. ทำให้เป็น 10 มล. จะได้ความเข้มข้น 2.5 ppm, ไปเปิด สารละลายในข้อ 1 มา 2 มล. ทำให้เป็น 10 มล. จะได้ความเข้มข้น 5.0 ppm, ไปเปิด สารละลายในข้อ 1 มา 3 มล. ทำให้เป็น 10 มล. จะได้ความเข้มข้น 7.5 ppm, ไปเปิด สารละลายในข้อ 1 มา 4 มล. ทำให้เป็น 10 มล. จะได้ความเข้มข้น 10 ppm
- นำสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้คือ 2.5, 5, 7.5 , 10 ppm มาวัดค่า absorbance โดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer
- สร้าง standard curve ระหว่างค่า absorbance กับความเข้มข้นของเหล็ก
- จากค่า absorbance ของสารละลายที่วิเคราะห์สามารถหาปริมาณของเหล็กได้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของเหล็ก} = \frac{1}{4} \left(\frac{X}{W} \right)$$

เมื่อ X = ความเข้มข้นของเหล็กที่อ่านจาก standard curve
(ppm)

W = น้ำหนักของตัวอย่างถ่านหิน (กรัม)

ร้อยละของกำมะถันไพไรต์ = ร้อยละของเหล็ก \times 1.148

หมายเหตุ

แสดงที่มาของสูตร

หน่วย ppm = มิลลิกรัม/ลิตร

สมมติว่าได้ปริมาณเหล็ก X มก./ลิตร ในสารละลายตัวอย่าง 10 มล.

นั่นคือสารละลายตัวอย่างจริง 1 มล. มีปริมาณเหล็ก = $\frac{10X}{1000}$ มก.

นั่นคือสารละลายตัวอย่างจริง 250 มล. มีปริมาณเหล็ก = $\frac{10X(250)}{1000}$ มก.

นั่นคือน้ำหนักถ่านหิน W กรัม มีปริมาณเหล็ก = $\frac{10X(250)}{1000 \times 1000}$ กรัม

นั่นคือน้ำหนักถ่านหิน 100 กรัม มีปริมาณเหล็ก = $\frac{1}{4} \left(\frac{X}{W} \right)$

ถ้ามีปริมาณเหล็ก 55.85 กรัม จะเป็นซัลเฟตในรูป pyrite (FeS_2)

$$= 32 \times 2 \text{ กรัม}$$

ถ้ามีปริมาณเหล็ก $\frac{1}{4} \left(\frac{X}{W} \right)$ กรัม จะเป็นซัลเฟตในรูป pyrite (FeS_2)

$$= \left(\frac{32 \times 2}{55.85} \right) \frac{1}{4} \left(\frac{X}{W} \right)$$

$$= 1.148 \times \text{ร้อยละของเหล็ก}$$

๓. 8 การหาปริมาณกำมะถันอินทรีย์ (Organic sulfur)

สูตรที่ใช้คำนวณ

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของกำมะถันอินทรีย์} &= \text{ร้อยละของกำมะถันรวม} - \text{ร้อยละของ} \\ &\quad \text{กำมะถันไพไรต์} - \text{ร้อยละของกำมะถันซัลเฟต} \end{aligned}$$

4.9 การหาปริมาณเหล็กทั้งหมด ($Fe^{2+} + Fe^{3+}$) ในสารละลายเฟอร์ริกซัลเฟต

หลักการ ปริมาณ Fe^{2+} และ Fe^{3+} ที่ประกอบ

อยู่ในสารละลายเฟอร์ริกซัลเฟตจะถูกวิเคราะห์ห่อออกมาในรูปของ ปริมาณเหล็กทั้งหมด

โดยเครื่องมือ atomic absorption spectrophotometer

เครื่องมือ atomic absorption spectrophotometer ขนาดปริมาตร

ไปเปต

วิธีการทดลอง

1. ไปเปต สารละลายเฟอร์ริกซัลเฟตมา 1 มล. ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 50 มล. แล้วทำให้เสียจางด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตรรวมเป็น 50 มล.

2. ไปเปตสารละลายจากข้อ 1 มา 1 มล. ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 10 มล. แล้วทำให้เสียจางด้วยน้ำกลั่น จนปริมาตรรวมเป็น 10 มล.

3. นำไปวัดหาปริมาณเหล็กด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

การเตรียม standard curve ของเหล็ก

1. ค่าของสารละลายเหล็กมาตรฐานเข้มข้น 1000 ppm

2. ไปเปตสารละลายในข้อ 1 มา 0.5 มล. ทำเป็น 10 มล. จะได้ความเข้มข้น 50 ppm, ไปเปตสารละลายในข้อ 1 มา 1 มล. ทำเป็น 10 มล. จะได้ความเข้มข้น 100 ppm, ไปเปตสารละลายในข้อ 1 มา 1.5 มล. ทำเป็น 10 มล. จะได้ความเข้มข้น 150 ppm, ไปเปตสารละลายในข้อ 1 มา 2 มล. ทำเป็น 10 มล. จะได้ความเข้มข้น 200 ppm, ไปเปตสารละลายในข้อ 1 มา 2.5 มล. ทำเป็น 10 มล. จะได้ความเข้มข้น 250 ppm

3. นำสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้คือ 50, 100, 150, 200, 250 ppm มาวัดค่า absorbance โดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

4. สร้าง standard curve ระหว่างค่า absorbance กับความ

เข้มข้นของเหล็ก

5. จากค่า absorbance ของสารละลายที่วิเคราะห์หาค่า
ปริมาณของเหล็กได้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเหล็กรวม} = \frac{X}{4} \text{ กรัม ในสารละลาย 500 มล.}$$

$$\text{เมื่อ } X = \text{ความเข้มข้นของเหล็ก (ppm)}$$

หมายเหตุ

แสดงที่มาของสูตร

$$\text{สมมติว่าอ่านค่าความเข้มข้นของเหล็กได้} = X \text{ มก./ลิตร}$$

ซึ่งเกิดจากการทำให้สารละลายเจือจาง 500 เท่าตัว

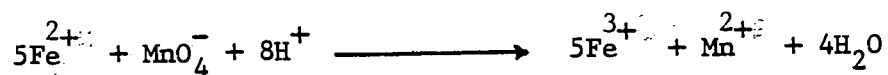
$$\text{ดังนั้นความเข้มข้นของเหล็กในสารละลายจริง} = 500 X \text{ มก./ลิตร}$$

$$= \frac{500 X}{1000} \text{ กรัม/ลิตร}$$

$$= \frac{X}{4} \text{ กรัม/500 มล.}$$

ง. 10 การหาปริมาณ Fe^{2+}

หลักการ ปริมาณ Fe^{2+} ในสารละลายเฟอร์ริกซัลเฟต จะทำปฏิกิริยากับสารละลายต่างกับทิม (KMnO_4) ในสภาพที่เป็นกรดแล้วให้ Fe^{3+} เกิดขึ้นดังปฏิกิริยา



เครื่องมือ ปิคเกอร์ บิวเรต ไปเปต ขวดรูปกรวย



สารเคมี

ก. สารละลายต่างหับกิมเข้มข้น 0.02 M ละลายต่างหับกิมซึ่งชั่งได้ 3.2 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วต้มสารละลายให้เดือด หลังจากนั้นลดอุณหภูมิของสารละลายให้ต่ำกว่าจุดเดือดเล็กน้อย แล้วต้มต่อไปอีก 1 ชม. จึงกรองเอาตะกอนออกด้วยใยแก้ว เก็บสารละลายไว้ในขวดสีน้ำตาล

ข. สารละลายกรดกำมะถัน (H_2SO_4) เข้มข้น 5M

ค. โซเดียมออกซาลेट ($Na_2C_2O_4$)

วิธีการทดลอง

1. การหาความเข้มข้นของสารละลายต่างหับกิม

1.1 นำโซเดียมออกซาลेटที่บริสุทธิ์ซึ่งจะทำให้แห้งโดยอบที่อุณหภูมิ $105^\circ - 110^\circ$ C เป็นเวลา 2 ชม. มาชั่งให้หนักน้ำหนักประมาณ 0.25-0.30 กรัม ใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 250 มล. เติมน้ำกลั่น 60 มล. และสารละลาย 5M H_2SO_4 15 มล. เขย่าสารละลายให้เข้ากัน

1.2 นำสารละลายจากข้อ 1.1 มาไตเตรตกับสารละลายต่างหับกิม โดยเติมสารละลายต่างหับกิมลงไปประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมดที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และเขย่าสารละลายอยู่เสมอ จะเห็นสารละลายมีสีชมพู ให้วางสารละลายทิ้งไว้จนสีชมพูหายไป

1.3 นำสารละลายไปอุ่นจนมีอุณหภูมิ $50-60^\circ$ C แล้วนำมาไตเตรตกับสารละลายต่างหับกิมจากปิวเรตทันที จนสารละลายกลายเป็นสีชมพูอ่อนอีกครั้ง และไม่จางหายไปภายใน 30 วินาที

1.4 คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายต่างหับกิม

2. หาปริมาณ Fe^{2+} ในสารละลายเฟอร์ริกซัลเฟต

2.1 ไปเปิดสารละลายเฟอร์ริกซัลเฟตมา 10 มล. ใส่ในขวดรูปกรวย เติมน้ำกลั่น 5 มล. และสารละลาย 5M H_2SO_4 5 มล. เขย่าให้ผสมกัน

2.2 นำสารละลายนี้ไปไตเตรตอย่างช้า ๆ กับสารละลายต่างหับกิม จนกระทั่งได้สารละลายสีเหลืองอ่อน และไม่จางหายไปภายใน 30 วินาที

2.3 คำนวณหาปริมาณของเหล็กในสารละลาย

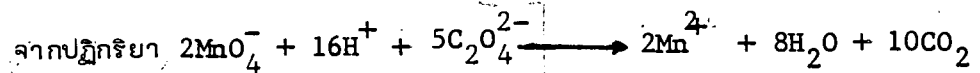
สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายต่างทับทิม (M)} = \frac{2 (\text{น้ำหนัก Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) (1000)}{5 (\text{มวลโมเลกุล Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) (\text{ปริมาตร KMnO}_4)}$$

$$\text{จำนวนโมลของ Fe}^{2+} = \frac{1}{5} \text{ โมลของต่างทับทิม}$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนโมลของ Fe}^{2+} \text{ ในสารละลายที่ไปเปตมา} = \frac{1}{5} \times \frac{\text{ความเข้มข้น KMnO}_4 \times \text{ปริมาตร KMnO}_4}{1000}$$

หมายเหตุ แสดงที่มาของสูตร

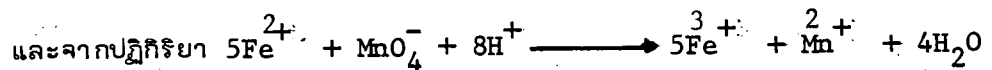


$$\text{จำนวนโมล KMnO}_4 = \frac{2}{5} \text{ จำนวนโมล Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

$$\text{แต่จำนวนโมล Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \frac{\text{น้ำหนักของ Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 (\text{กรัม})}{\text{มวลโมเลกุล Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}$$

$$\text{ดังนั้นความเข้มข้นสารละลายต่างทับทิม (M)} = \frac{\text{จำนวนโมล KMnO}_4}{\text{ปริมาตร KMnO}_4 (\text{มล.})} \times 1000$$

$$\frac{2 (\text{น้ำหนัก Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) (1000)}{5 (\text{มวลโมเลกุล Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) (\text{ปริมาตร KMnO}_4)}$$



$$\text{ดังนั้นจำนวนโมลของ Fe}^{2+} = \frac{1}{5} \text{ ของจำนวนโมลของต่างทับทิม}$$

$$\text{จำนวนโมลของ Fe}^{2+} \text{ ในสารละลายที่ไปเปตมา} = \frac{1}{5} \times \frac{\text{ความเข้มข้น KMnO}_4 \times \text{ปริมาตร KMnO}_4}{1000}$$

ง. 11 การหาปริมาณ Fe^{3+}

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ปริมาณ } Fe^{3+} \text{ (กรัม/500 มล.)} = \frac{\text{ปริมาณเหล็กทั้งหมด (กรัม/500 มล.)}}{\text{ปริมาณ } Fe^{2+} \text{ (กรัม/500 มล.)}}$$

ง. 12 การหาค่าปริมาณความร้อน (Heating value) ในถ่านหิน

หลักการ ค่าปริมาณความร้อนของถ่านหินจะถูกหาค่าโดยเครื่อง bomb calorimeter ชนิด isothermal jacket bomb calorimeter

วิธีการทดลอง

1. ชั่งถ่านหินให้เป็นแท่งโดยให้ได้น้ำหนักแต่ละแท่งประมาณ 1 กรัม
2. ชั่งน้ำหนักถ่านหินที่ชั่งให้ได้น้ำหนักที่ถูกต้องและใส่ถ้วยโลหะ
3. นำลวดเผาไหม้ยาว 10 เซนติเมตร มาผูกปลายทั้งสองข้างให้ติดกับเครื่องมือและให้ส่วนล่างของเส้นลวดตะกั่วกับถ่านหินที่ชั่งแท่ง ปิดฝา Bomb ให้แน่น
4. ใส่น้ำปริมาตร 2 ลิตรลงใน jacket.
5. อัดออกซิเจนให้มีความดันประมาณ 25-30 บรรยากาศลงในเครื่อง Bomb แล้วนำ Bomb ใส่น้ำใน jacket ที่บรรจุน้ำอยู่
6. เปิดเครื่องจนจนได้อุณหภูมิที่คงที่ของน้ำใน jacket (ประมาณ 5 นาที) บันทึกอุณหภูมินี้ไว้เป็นอุณหภูมิเริ่มต้น
7. กดปุ่ม Ignite และบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที จนกระทั่งอุณหภูมิคงที่
8. นำ Bomb ออกมาปล่อยออกซิเจนให้หมด เปิดฝาเครื่อง Bomb และวัดความยาวของเส้นลวดที่เหลือ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$Hg = \frac{tw - l_1 - l_2 - l_3}{2}$$

- เมื่อ Hg = Gross heat of combustion (แคลอรี/กรัม)
- t = ความแตกต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นและสุดท้าย (°ซ)
- w = พลังงานคงที่ของเครื่องแคลอรีมิเตอร์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2453.4 แคลอรี/°ซ
- l_1 = correction in calories for heat of formation of nitric acid ในที่นี้ให้เท่ากับศูนย์
- l_2 = correction in calories for heat of formation of sulfuric acid
- = $14 \times (\% \text{ total sulfur}) \times$ น้ำหนักกำถ่านดินที่อัดแท่ง
- l_3 = correction in calories for heat of combustion of fuse wire
- = $2.3 \times$ ความยาวลวดเผาไหม้ที่ใช้ไป
- W_{12} = น้ำหนักของกำถ่านดิน = $W_{12} - W_{11}$
- W_{11} = น้ำหนักถ้วยโลหะ (กรัม)
- W_{12} = น้ำหนักถ้วยโลหะและน้ำหนักกำถ่านดิน (กรัม)

ประวัติผู้เขียน

นายวิทยา บั้นสุวรรณ เกิดเมื่อวันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2501 ที่จังหวัด
พระนครศรีอยุธยา จบมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนโยธินบูรณะ จบปริญญาตรีเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี พ.ศ. 2522

