

เอกสารอ้างอิง

1. นวณลิน สุวรรณรัฐ และคณะ, "การผลิตแมงกานีสไดออกไซด์สังเคราะห์โดยกรรมวิธีแยกด้วยไฟฟ้า," รายงานการวิจัย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ, 2528.
2. _____, "การผลิตแมงกานีสไดออกไซด์สังเคราะห์," เอกสารการประชุมทางวิชาการกรมทันตสาธารณสุข ครั้งที่ 2, กรมทันตสาธารณสุข, กรุงเทพฯ, 2526.
3. _____, "การทดลองผลิตแมงกานีสไดออกไซด์สังเคราะห์ จากแร่แมงกานีสเกรดโลหกรรม โดยกรรมวิธีทางเคมี(C.M.D.)," เอกสารการประชุมทางวิชาการกรมทันตสาธารณสุขครั้งที่ 4, หน้า 522-544, กรมทันตสาธารณสุข, กรุงเทพฯ, 2530.
4. ทวน คำรงมณี, "เหมืองแมงกานีส จ.ลำพูน," รายงานการประชุมเหมืองแร่ ครั้งที่ 4, หน้า 142-163, กรมโลหกิจ, กรุงเทพฯ, 2506.
5. กรมทันตสาธารณสุข, "แร่แมงกานีสสำหรับอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย," เอกสารแจกในการประชุมเพื่อส่งเสริมการผลิตและการใช้แร่แมงกานีส สำหรับอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย ในประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 2508.
6. เรืองศักดิ์ วิษรณรงค์, "การผลิตแร่แมงกานีสชนิดแบคเตอร์ที่เกรดจากกองขี้แร่," ข่าวสารการสาธารณสุข, 10 (1), หน้า 82-93, 2508.
7. สันต์ รัชฎาวงศ์ และคง ศรีธาภิษ, "การค้นคว้าเกี่ยวกับคุณสมบัติทางเคมีและนิสค์บางประการของแร่แมงกานีสชนิดทำถ่านไฟฉายจากเหมืองของบริษัทศิลาและแร่ไทย จำกัด อ.ลี้ จ.ลำพูน," เอกสารอ้างอิงของฝ่ายแร่, กรมทันตสาธารณสุข, กรุงเทพฯ, 2508.
8. ประสิทธิ์ สุวรรณประทีป, "รายงานผลการทดลองแยกแร่และหา Battery Activity ของแร่แมงกานีส บริษัท ปิยะได้วิสาหกิจ จำกัด อ.นาทวิ จ.สงขลา," เอกสารอ้างอิงของฝ่ายแร่, กรมทันตสาธารณสุข, กรุงเทพฯ, 2508.
9. นิธิศ สกลวานิช, "การทดลองแต่งแร่แมงกานีสของคุณจำลอง วิราษฎร์ จ.ลำปาง," เอกสารอ้างอิงของฝ่ายแร่, กรมทันตสาธารณสุข, กรุงเทพฯ, 2508.
10. ประสิทธิ์ สุวรรณประทีป, "การแต่งแร่แมงกานีสชนิดทำถ่านไฟฉายของบริษัท ศิลาและแร่ไทย จำกัด จ.ลำพูน," รายงานการประชุมเหมืองแร่ครั้งที่ 6, กรมโลหกิจ, กรุงเทพฯ, 2509.
11. ประสิทธิ์ สุวรรณประทีป, "แร่แมงกานีสสำหรับอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย," ข่าวสารการสาธารณสุข, 11 (7), หน้า 16-22, 2509.

12. นิคม โชติภานนท์ และคณะ, "รายงานผลการทดลองแต่งแร่แมงกานีสของบริษัท เสวีอิน เวสเตอร์ จำกัด อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ และ ของบริษัท เทนนิธ จำกัด," รายงานผลการค้นคว้าทดลองแต่งแร่และใช้แร่ปี 2523, สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3, กรมทรัพยากรธรณี, เชียงใหม่, 2523.
13. สักดา สุวัชรกุล และคณะ, "การทดลองแต่งแร่แมงกานีสของ นาสนิท ชุพันธ์ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่," รายงานผลการค้นคว้าทดลองแต่งแร่และใช้แร่ในภาคเหนือ ปี 2524, หน้า 43-46, สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3, กรมทรัพยากรธรณี, เชียงใหม่, 2524.
14. อุทัย ศิริวิรัตน์ และ สุทิน ไชยชาญ, "รายงานการทดลองแต่งแร่แมงกานีสของนาย วิจิตร คันบุญฤทธิ อ.วังเหนือ จ.ลำปาง," รายงานผลการค้นคว้าทดลองแต่งแร่และใช้แร่ในภาคเหนือปี 2524, หน้า 47-48, สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3, กรมทรัพยากรธรณี, เชียงใหม่, 2524.
15. นิคม โชติภานนท์ และคณะ, "การทดลองแต่งแร่แมงกานีสจากโรงแต่งแร่," รายงานผลการค้นคว้าทดลองแต่งแร่และใช้แร่ในภาคเหนือปี 2524, หน้า 49-52, สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3, กรมทรัพยากรธรณี, เชียงใหม่, 2524.
16. ชีวันท์ แซ่ลิ้ม, "รายงานเรื่องการศึกษากรรมวิธีแต่งแร่แมงกานีสจากหน้าเหมือง," โครงการนักศึกษาเลขที่ 1/2524, ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหะวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 2524.
17. สุนทร เป็องทอง และคณะ, "การแต่งแร่แมงกานีสคุณภาพต่ำ," เอกสารการประชุมวิชาการด้านเหมืองแร่ ครั้งที่ 2, หน้า 387-402, ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหะวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 2529.
18. สมพงษ์ ประมาท และ มาโนช คงเดชอดิศักดิ์, "การศึกษาการแต่งแร่แมงกานีส บริษัทเหมืองแร่ไทยแมงกานีส จำกัด," โครงการนักศึกษา, ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2530.
19. สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3 (เชียงใหม่), "การแต่งแร่แมงกานีสด้วยเครื่องไฮเทรนขึ้นจากแหล่งแร่ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่," เอกสารการประชุมทางวิชาการกรมทรัพยากรธรณี ครั้งที่ 4, หน้า 501-511, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 2530.
20. สันต์ รัชฎาวงศ์ และนิสิต สกลนานิช, "การทดสอบคุณสมบัติของแร่แมงกานีสชนิดทำถ่านไฟฉาย," รายงานการประชุมเหมืองแร่ครั้งที่ 6, กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ, 2509.

21. สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3 (เชียงใหม่), "รายงานการทดสอบแบคเตอร์แอคติวิตีของสินแร่แมงกานีสไดออกไซด์บริเวณภาคเหนือ," รายงานผลการค้นคว้าทดลอง แต่งแร่และใช้แร่ปี 2523, สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3, กรมทรัพยากรธรณี, เชียงใหม่, 2523.
22. สันต์ รัชฎาวงศ์ และ นิงใจ ลิมเจวิญ, "การประเมินคุณสมบัติทางอำนาจไฟฟ้าของแร่แมงกานีส," กองการเหมืองแร่, กรมทรัพยากรธรณี, 2526.
23. สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3 (เชียงใหม่), "แร่แมงกานีสกับคุณลักษณะในการทำอำนาจไฟฟ้า," ข่าวสารการธรณี, 32 (3), หน้า 42-46, 2530.
24. —, "วิธีการทดสอบคุณสมบัติในการทำอำนาจไฟฟ้าของแร่แมงกานีส," ข่าวสารการธรณี, 32 (4), หน้า 18-24, 2530.
25. —, "แร่แมงกานีสกับการทดสอบและการใช้ประโยชน์," รายงานที่ 0314/ต.20/2531/52, เชียงใหม่, 2531.
26. Chimcharean, P., "A Preliminary Study of the Hauli Tien Manganese Deposit at Amphoe Chiang Khan, Loei," Department of Geology Chulalongkorn University, 1986.
27. Charusiri, B., "Ore Mineralogy of Manganese Deposits in Thailand," M.S.thesis, Queen's University, Canada, 1988.
28. สมบุญ รัตนวงศ์ และคง ศรียากษ์, "การทดลองทำแมงกานีสซิลิเกตจากสินแร่แมงกานีส," รายงานการประชุมเหมืองแร่ครั้งที่ 4, หน้า 243-247, กรมโลหกิจ, กรุงเทพฯ, 2506.
29. ไพลิน วีโรทัย, "การทดลองเตรียมแมงกานีสไดออกไซด์จากแร่แมงกานีส," เอกสารการประชุมทางวิชาการของกรมทรัพยากรธรณีประจำปี 2523, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 2523.
30. พูนสุข วิชัยโชติ และ พนาสันต์ เอี่ยมจันทร์, "การแต่งแร่แมงกานีสไดออกไซด์แบคเตอร์เรดด้วยกรด," รายงานโครงการฝึกวิจัย, ภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
31. สุชาดา จุณวัฒน์กุล และมัน อมรสิทธิ์, "การปรับปรุงคุณภาพแร่แมงกานีสในประเทศไทยโดยวิธีล้างด้วยกรดและตกตะกอน," วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 11 (1), หน้า 53-58, 2529.
32. ไพลิน ฤกษ์จิรสวัสดิ์, "การทดลองกำจัดเหล็กออกจากแร่แมงกานีสโดยวิธี Acid Leaching," ข่าวสารการธรณี, 32 (3), หน้า 40-41, 2530.
33. —, "การทดลองกำจัดทองแดงออกจากแร่แมงกานีสโดยวิธี Leach-Roast-Leach," ข่าวสารการธรณี, 32 (7), หน้า 49-51, 2530.

34. พการัตน์ หาญวิวัฒน์วงศ์, "The Hydrometallurgical Treatment of Manganese Ore," รายงานการฝึกอบรม ณ.ประเทศเบลเยียม, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 2531.
35. ศัยวัฒน์ เจนวาณิชย์, "แมงกานีส," สารานุกรมชาติ, หน้า 330-343, สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 2525.
36. Marticardi, L.R. and Downing, J.H., "Manganese and manganese alloys," Kerk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology (Grayson, M. and Eckroth, D., eds.), Vol.14, pp.824-843, John Wiley & Sons, New York, 3rd.ed., 1981.
37. สุเมธ แสนประเสริฐ, "ความปลอดภัยในการทำงานของเหมืองแร่แมงกานีส," เอกสารการประชุมเหมืองแร่ประจำปี 2531, หน้า 209-214, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 2531.
38. Reidies, A.H., "Manganese compound," Kerk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology (Grayson, M and Eckroth, D., eds.), Vol.14, pp.844-889, John Wiley & Sons, New York, 3rd ed., 1981.
39. Vinal, G.W., "Dry Cells-Materials and Production," Primary Batteries, pp.58-71, John Wiley & Sons Inc., New York, 3rd.ed., 1951.
40. Johnstone, S.J., "Manganese," Minerals for the Chemical and Allied Industries pp.310-323, John Wiley & Sons Inc., New York, 1954.
41. Huber, R., "Leclanche Batteries," Batteries (Kordesch, K.V., ed.), Vol.1, pp. 23-45, Marcel Dekker Inc., New York, 1974.
42. Cahoon, N.C., "Laclanche and Zinc Chloride Dry Cells," The Primary Battery (Cahoon, N.C. and Heised, G.W., eds.), Vol.2, pp.72-98, John Wiley & Sons, New York, 1976.
43. Jacoby, C.H., "Manganese," Industrial Minerals and Rocks (Leford, S.J., ed.) Vol.2, pp.897-908, AIME, New York, 5th.ed., 1983.
44. Roy, Supriya, Manganese Deposits, Academic Press Inc., London 1981.
45. Kostov, Iran, Mineralogy (Embrey, P.G. and Phemister, J., Translation ed.), pp.231-239, Oliver and Boyd Ltd., London, 1967.

46. Herlbut, C.S., Jr. and Klien, C., Manual of Mineralogy (After Dana, J.D.), John Wiley & Sons Inc., New York, 19th ed., 1977.
47. Ramdohr, P., The Ore Minerals and Their Intergrowths, Vol. 2, pp. 955-1087, Pergamon Press, New York, 2nd ed., 1980.
48. สุวิทย์ สัมปัตตะวนิช, "แมงกานีสชนิดหินชั้น," ข่าวสารการธรณี, 18(1), หน้า 26-30, 2516.
49. อรกุล อ่อนสุวรรณ, แร่, เอกสารกรมทรัพยากรธรณี, กองเศรษฐกิจและเผยแพร่, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 3, 2526.
50. ประดิษฐ์ รั้งสกุลกุล และมานพ กังสดาลอำนล, "แร่แมงกานีส," รายงานการสำรวจผลออไรท์ แมงกานีส แบไรท์, หน้า 30-50, หน่วยการอุตสาหกรรมฝ่ายวิชาการ ธนาคารแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 2521.
51. นิธิศ สกลพานิช, "แร่แมงกานีส," เอกสารแร่อุตสาหกรรมฉบับที่ 1, สภาการเหมืองแร่ กรุงเทพฯ, 2529.
52. อุบลศรี ชัยสาม และเขาวลีเกษ นิสสกา, "แมงกานีส," คุณลักษณะของแร่ตามมาตรฐานการใช้งานและมาตรฐานการซื้อขายในตลาดแร่, หน้า 117-124, ฝ่ายสถิติ กองเศรษฐกิจและเผยแพร่ กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 2526.
53. วรณา ศรีขจร, "สถานการณ์การผลิตและการตลาดแร่แมงกานีส," ข่าวสารการธรณี, 22 (8), หน้า 87-92, 2520.
54. จิตติมา เมนะคงคา, "สถานการณ์แร่แมงกานีส," ข่าวสารการธรณี, 24 (4), หน้า 59-64, 2522.
55. อุบลศรี ชัยสาม และสำราญ กมลาอุตต์, "สถานการณ์แร่แมงกานีสในตลาดต่างประเทศ," ฝ่ายสถิติ กองเศรษฐกิจและเผยแพร่ กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 2526.
56. Toon, Steeve, "Manganese-active batteries attract producers," Industrial Minerals (July), pp. 19-35, 1985.
57. กองเศรษฐกิจและเผยแพร่, "ทรัพยากรแร่ในประเทศไทย," กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.
58. กองเศรษฐกิจและเผยแพร่, "การสำรวจแหล่งแร่ ทราช เฟลด์สปาร์ แมงกานีส," ข่าวสารการธรณี, 22 (10), หน้า 86-102, 2520.
59. ชงยุทธ ศรีชัยสาร, "แร่แมงกานีส," เอกสารประกอบการสอนวิชา Economic Geology (MnG 404), หน้า 58-62, ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

60. Yaemniyom, S., "Review on Metallic Minerals Potential in the Northeast, Thailand," Conference on Geology and Mineral Resources Development of Northeast, Thailand (Thanvarachorn, P., Hokjaroen, S. and Youngme, W., eds.) p.176, Khon Kaen University, Khon Kaen, 1985.
61. กองเศรษฐกิจและแผนฯ, "การส่งเสริมการใช้แร่อุตสาหกรรมในประเทศ," กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 2524.
62. —, "รายงานการสำรวจการใช้แร่อุตสาหกรรมในประเทศ เล่มที่ 1," กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ, 2528.
63. กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, "ทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรม," ศูนย์สนเทศอุตสาหกรรม กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ
64. สมพร ปิติกมล, "แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉาย)," เทคนิค เครื่องกล ไฟฟ้า อุตสาหกรรม, 2 (15), หน้า 73-76, 2528.
65. กระทรวงอุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย มอก.1-2513
66. Gerhartz, W., "Batteries," Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (Gerhartz, W., ed.), Vol.A3, pp.352-361, VCH, Germany, 5th. ed., 1985.
67. Chreilzberg, A.M., Salkind, A.J. and Doe, J.B., "Batteries," Encyclopedia of Chemical Process and Design (Mcketta, J.J., ed.), Vol.4, pp.91-105, Marcel Dekker Inc., New York, 1st ed., 1977.
68. Liang, C.C., "Manganese," Encyclopedia of Electrochemistry of the Elements (Bard, A.J., ed.), Vol.1, pp.349-398, Marcel Dekker Inc., New York, 1973.
69. Brenet, J.P., "Electrochemical Behaviour of the Dioxide of Manganese," Batteries (Collins, D.H., ed.), Pergamon Press, New York, 1963.
70. Bode, H. and Schmier, A., "Chemical Reduction of Manganese Dioxide," Batteries (Collins, D.H., ed.), Pergamon Press, New York, 1963.
71. Grund, A.B., Jolas, F. and Mellet, R., "Constitution and Electrochemical Reduction of γ -Manganese Dioxide," Batteries 2 (Collins, D.H., ed.), Pergamon Press, New York, 1965.

72. Muller, J., Tye, F.L. and Wood, L.L., "Ion-Exchange of Manganese Dioxide." Batteries 2 (Collins, D.H., ed.), Pergamon Press, New York, 1965.
73. Euler, K.J. and Helsa, H.M., "Electrical Characteristics of Highly Hydrated Battery Grade Manganese Dioxide Powder." Journal of Power Sources, (4), 77-89, 1979.
74. กองชนวิศึกษา, "การวิเคราะห์แร่และหิน," ข่าวสารการชนวิ, 32 (7), หน้า 8-15, 2530.
75. Donaldson, E.M., Methods for the Analysis of Ores, Rocks and Related Materials, Mines Branch Monograph 881, Energy, Mines and Resources, Canada, 1974.
76. สมบูรณ์ กิมสุวรรณ, "การทดลองใช้ Silver Reductor ตรวจสอบปริมาณเหล็กในแร่แมงกานีส," เอกสารการวิจัย, กองการเหมืองแร่, กรมทรัพยากรการชนวิ, กรุงเทพฯ, 2530.
77. ณรงค์ ไชยสุค, "เคมีวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือ," ฝ่ายตำราและอุปกรณ์การศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง
78. McLaughlin, R.J.W., "Atomic Absorption Spectroscopy," Physical Methods in Determinative Mineralogy (Zussman, J., ed.), pp.317-382, Academic Press, New York, 1977.
79. วิรุณี มังคละวิชัย และ ไพบูลย์ นวลนิล, "รังสีเอกซ์วิเคราะห์," วิศวกรรมสาร, 38 (5), หน้า 53-60, 2528.
80. Jenkins, R. and De Vries, J.L., Practical X-ray Spectrometry, Springer-Verlag New York Inc., 2nd ed., 1975.
81. Norrish, K. and Chappell, B.W., "X-ray Fluorescence Spectroscopy," Physical Methods in Determinative Mineralogy (Zussman, J., ed.), pp.201-266, Academic Press, New York, 1977.
82. Uyyttenbogaardt, W. and Burke, E.A.J., "Oxidic Manganese Minerals," Tables for Microscopic Identification of Ore Minerals pp.338-358, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 1971.
83. Craig, J.R. and Vaughan, D.J., "Table of Diagnostic Properties of the Common Ore Minerals," Ore Microscopy and Ore Petrography, pp.315-381, John Wiley & Sons, New York, 1981.

84. Hagni, R.D., "The Utilization of Quantitative Microscopic in the study of Ore Minerals," Process Mineralogy (Hausen, D.M. and Park, W.C., eds.), pp. 51-61, AIME, 1981.
85. Haagensen, R.B. and Martinez, E., "Practical Application of Microscopy in Mineral Processing," Process Mineralogy (Hausen, D.M. and Park, W.C., eds.), pp. 213-234, AIME, 1981.
86. Mrotek, K.A. and Vassiliou, A.H., "Textural Characteristics and Mineralogy of Ferromanganese Nodules from Pacific Ocean," Process Mineralogy II (Hagni, R.D., ed.), pp. 469-493, AIME, 1982.
87. วิรุฬห์ มังคละวิรัช และ ไพบูลย์ นวลนิล, "รังสีเอกซ์วิเคราะห์ภาคที่ 2 การวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์ในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน," วิศวกรรมสาร, 39 (5), หน้า 113-118, 2529.
88. Freeman, H.D., Hartley, J.N. and Wick, O.J., "Scanning Electron Microscopic and Microprobe Analysis of the Refractory Gold Ores and Process Implications of the Analysis," Process Mineralogy (Hausen, D.M. and Park, W.C., eds.) pp. 305-323, AIME, 1981.
89. Willard, H.H., Merritt, L.L., Jr., Dean, J.A. and Settle, F.A., Jr., Instrumental Methods of Analysis, Wadsworth Publishing Company, California, 6th ed., 1981.
90. Zussman, J., "X-ray Diffraction," Physical Methods in Determinative Mineralogy (Zussman, J., ed.), pp. 391-461, Academic Press, New York, 1977.
91. Joint Committee on Powder Diffraction Standards, "Selected Powder Diffraction Data for Minerals," Joint Committee on Powder Diffraction Standards, Philadelphia, 1974.
92. de Waal, S.A. and Hiemstra, S.A., "An X-ray Diffraction Method for the Quantitative Determination of Nsutite and Cryptomelane in Ores from The Gopany Mine Transvaal," Report No. 108, National Institute of Metallurgy, South Africa, 1966.
93. JJJJJJJJ, "Ramsdellite from The Hotazel Mine, Northern Cape Province," Report No. 288, National Institute of Metallurgy, South Africa, 1968.

94. de Villiers, J.P.R., "A Mineralogical Investigation of Mamatwan and Wessels Manganese Ores," Report No.1920, National Institute of Metallurgy, South Africa, 1979.
95. Neumann, B.S., "Thermal Techniques," Physical Methods in Determinative Mineralogy (Zussman, J., ed.), pp.605-657, Academic Press, New York, 1977.
96. Todor, D.N., "Thermal Behaviour of Minerals," Thermal Analysis of Minerals, pp.100-111, Abacus Press, Romania, 1976.
97. Aplan, F.F., "Manganese," SME Mineral Processing Handbook (Weiss, N.L., ed.) Vol.2, Section 27, pp.27-6-27-10, AIME, Kingsport Press, TN., 1st.ed., 1985.
98. Andres, U., Magneto-hydrodynamic and Magneto-hydrostatic Methods of Mineral Separation, Keterpress Enterprises, Jerusalem 1976.
99. Powell, H.E. and Ballard, L.N., "Magnetic Susceptibility of 34 Manganese-bearing Minerals," Information Circular 8359, Bureau of Mines, United States Department of the Interior, 1968.
100. Burgess, C.F., "Manufacture of Dry Cells," U.S.Pat 1,305,251, June 3, 1919.
101. Natarajan, R. and Fuerstenau, D.W., "Adsorption and Flotation Behavior of Manganese Dioxide in the Presence of Octyl Hydroxamate," International Journal of Mineral Processing 11, pp.139-153, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1983.
102. Brenet, J.P., "The Problem of the Processes for Activating Manganese Dioxides," Batteries 2 (Collins, D.H., ed.), Pergamon Press, New York, 1965.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีทดสอบหาแบคทีเรียแอคติวิตี

1. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

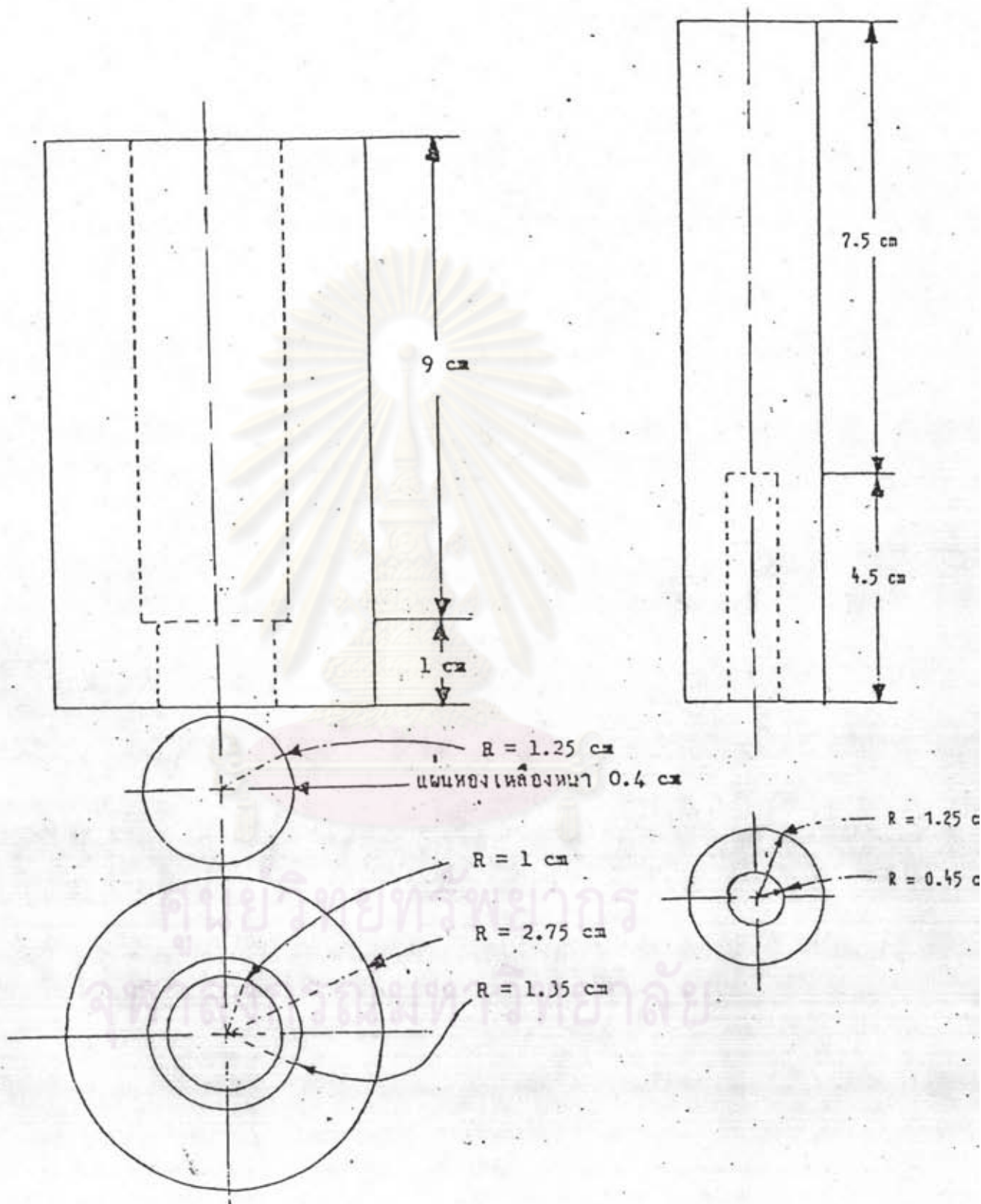
- เครื่องบดตัวอย่างแร่แมงกานีส
- เครื่องชั่งสารเคมี
- เครื่องอัดไฮดรอลิก พร้อมมาตรวัดความดัน (Pressure Gauge)
- กระจกทองเหลืองสำหรับใส่ส่วนผสมสีด้า (1) พร้อมแผ่นทองเหลืองรองและแท่งทองเหลืองสำหรับอัดส่วนผสมที่มีช่องใส่คาร์บอนตรงกลาง (2) ลักษณะและขนาดดังภาพที่ ก-1
- แท่งเหล็กกลาง 3 ทาง (1) และแท่งเหล็กคั่น (2) สำหรับดันเอาส่วนผสมสีด้าออกมาจากกระจกทองเหลือง ลักษณะและขนาดดังภาพที่ ก-2
- โวลต์มิเตอร์ ประกอบขึ้นเป็นวงจรไฟฟ้าตามมาตรฐานการวัด
- บีกเกอร์ขนาด 250 มล. และช้อนตักสาร
- แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl)
- สังกะสีคลอไรด์ (ZnCl_2)
- สังกะสีออกไซด์ (ZnO)
- แผ่นสังกะสี หนาประมาณ 0.27 มม.
- ผงกราไฟต์ (Graphite)
- อเซทิลีนแบล็ค (Acetylene Black)
- แท่งคาร์บอน (Carbon Rod) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. ยาว 5.7 ซม.
- แผ่นกระดาษคราฟต์บางๆ (ในที่นี้ใช้กระดาษสา) และค้ำย

2. ขั้นตอนการทดสอบ

2.1 การเตรียมน้ำฮาอิเลคโตรไลต์ ประกอบด้วย

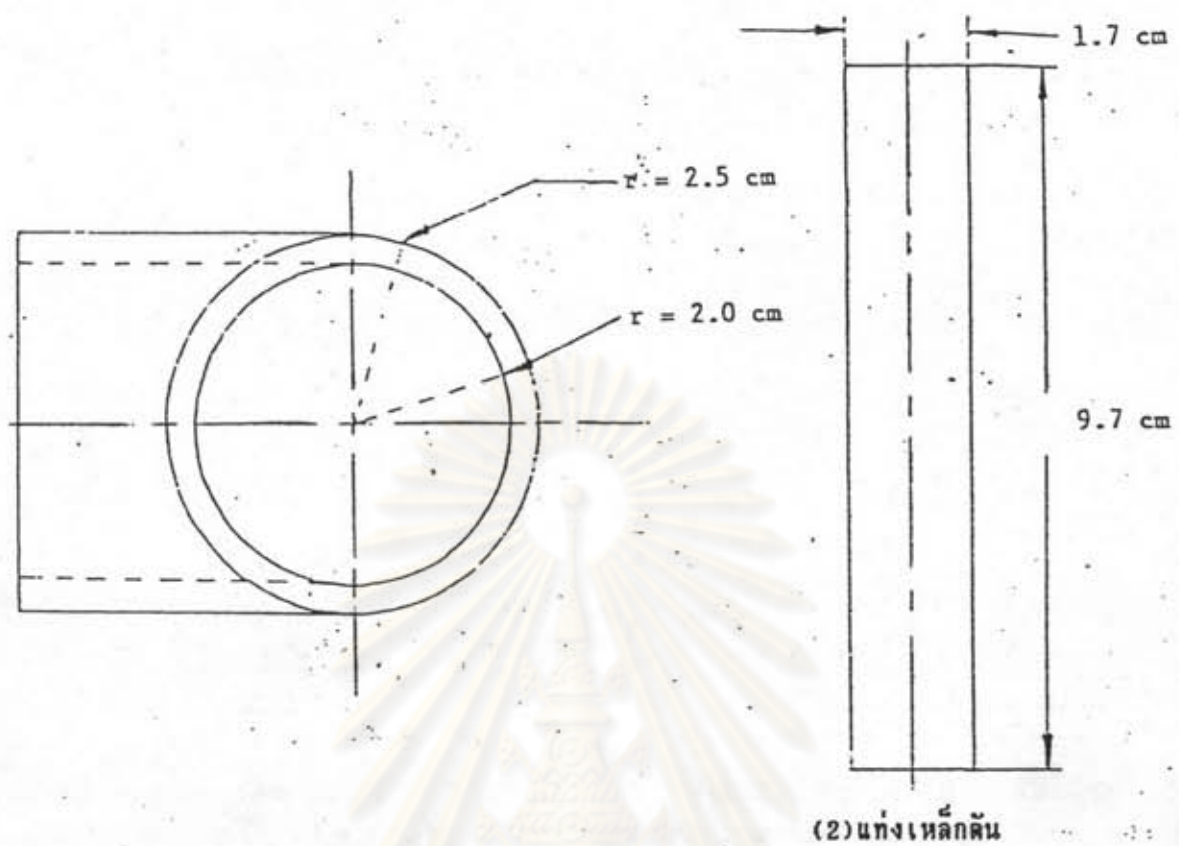
แอมโมเนียมคลอไรด์	250	กรัม
สังกะสีคลอไรด์	150	กรัม
สังกะสีออกไซด์	10	กรัม

นำส่วนผสมทั้งหมดมาละลายด้วยน้ำ 600 ลบ.ซม. แล้วเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล ที่อุณหภูมิ 20 ซ

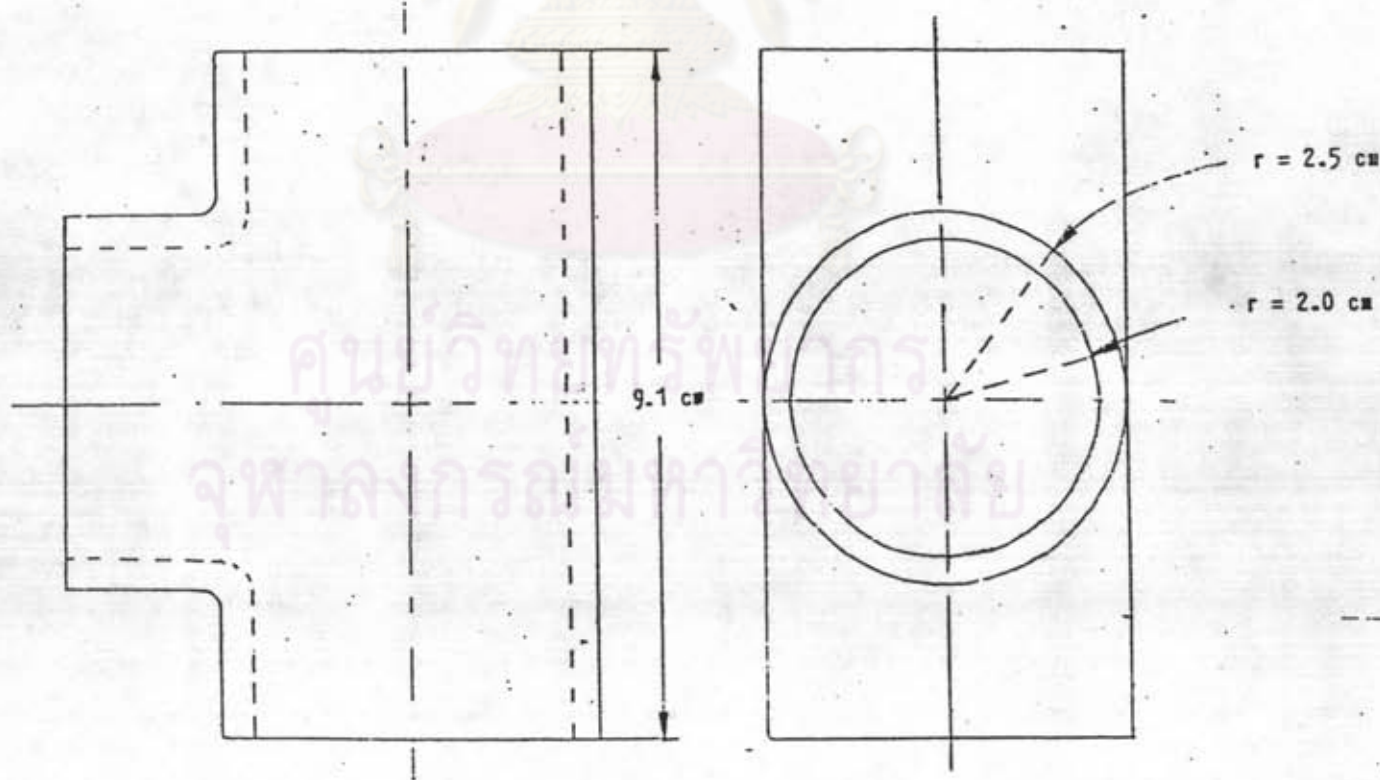


(1) แท่งทรงกระบอกทอของเหล็องกลางและแผ่นรอง

(2) แท่งอัดทอของเหล็อง



(2) แท่งเหล็กคั้น



(1) แท่งเหล็กกลวง 3 ทาง

ภาพที่ ก-2 ชุดแท่งเหล็กสำหรับค้ำกันส่วนผสมสีค้ำออกมา

2.2 การเตรียมแท่งสารผสมสีดำ ประกอบด้วย

ตัวอย่างแว่นแกมกานีสไดออกไซด์ ขนาด -200 เมช	21	กรัม
ผงกราฟไฟต์	6	กรัม
แอมโมเนียมคลอไรด์	1.5	กรัม
อะซีลีนแบล็ค (Actelyne Black)	1.5	กรัม
น้ำฮาอิลโคโทรไลต์	3	ลบ.ซม.

ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้ากันให้ดี แล้วใส่ลงใน แท่งทองเหลืองสำหรับอัดตัวอย่าง โดยมีแท่งคาร์บอนอยู่ตรงกลาง เมื่อใส่ส่วนผสมสีดำลงในแท่งทองเหลืองจนหมดแล้ว จึงนำไปอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก จนถึงความดันประมาณ 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จึงค่อยๆเอาส่วนผสมสีดำออกจากแท่งทองเหลือง โดยใช้แท่งเหล็กดันใส่ทางด้านใต้ของแท่งทองเหลือง วางทั้งหมดคว่ำลงบนแท่งเหล็กกลาง 3 ทาง แล้วใช้เครื่องอัดไฮดรอลิกค่อยๆดันตัวอย่างที่ได้ออกมา ดังภาพที่ ก-3 จะได้แท่งตัวอย่างทรงกระบอก (Bobbin) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. ความสูงประมาณ 3 ซม. ดังภาพที่ ก-4 นำมาห่อด้วยกระดาษที่ขีมน้ำได้นั้นด้วยด้ายโคสรอบ เพื่อไม่ให้แท่งตัวอย่างกระจายตัวออกมาขณะทำการทดสอบ



ภาพที่ ก-3 การเอาก้อนส่วนผสมสีดำออกจากแท่งทองเหลืองโดยใช้แท่งเหล็กดันด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก

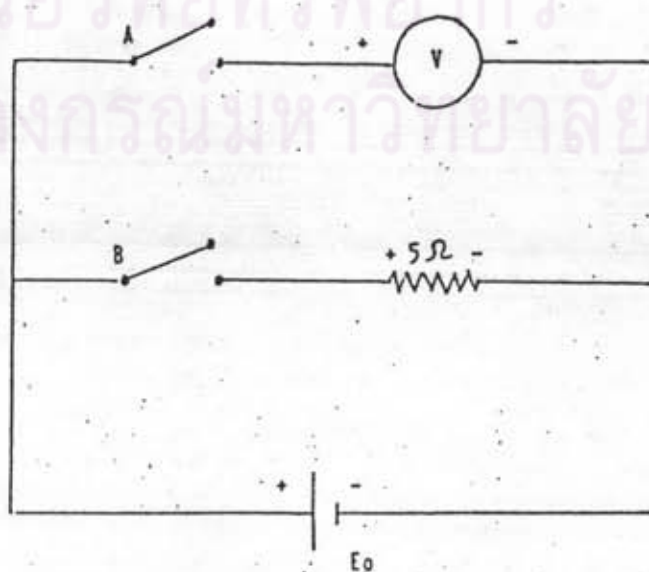


ภาพที่ ก-4 ลักษณะของแท่งตัวอย่างสีค่า (Bobbin) ที่อัดได้

2.3 การเตรียมวงจรสำหรับการวัดความต่างศักย์ ประกอบด้วย
โวลต์มิเตอร์ วัดได้ละเอียดคณนิยม 2 ตำแหน่ง ตั้งแต่ 0-3 โวลต์
ความต้านทาน 5 โอห์ม
สวิตช์

สายไฟทองแดงขนาด 0.25 มม.

นำมาประกอบเป็นวงจรดังภาพที่ ก-5



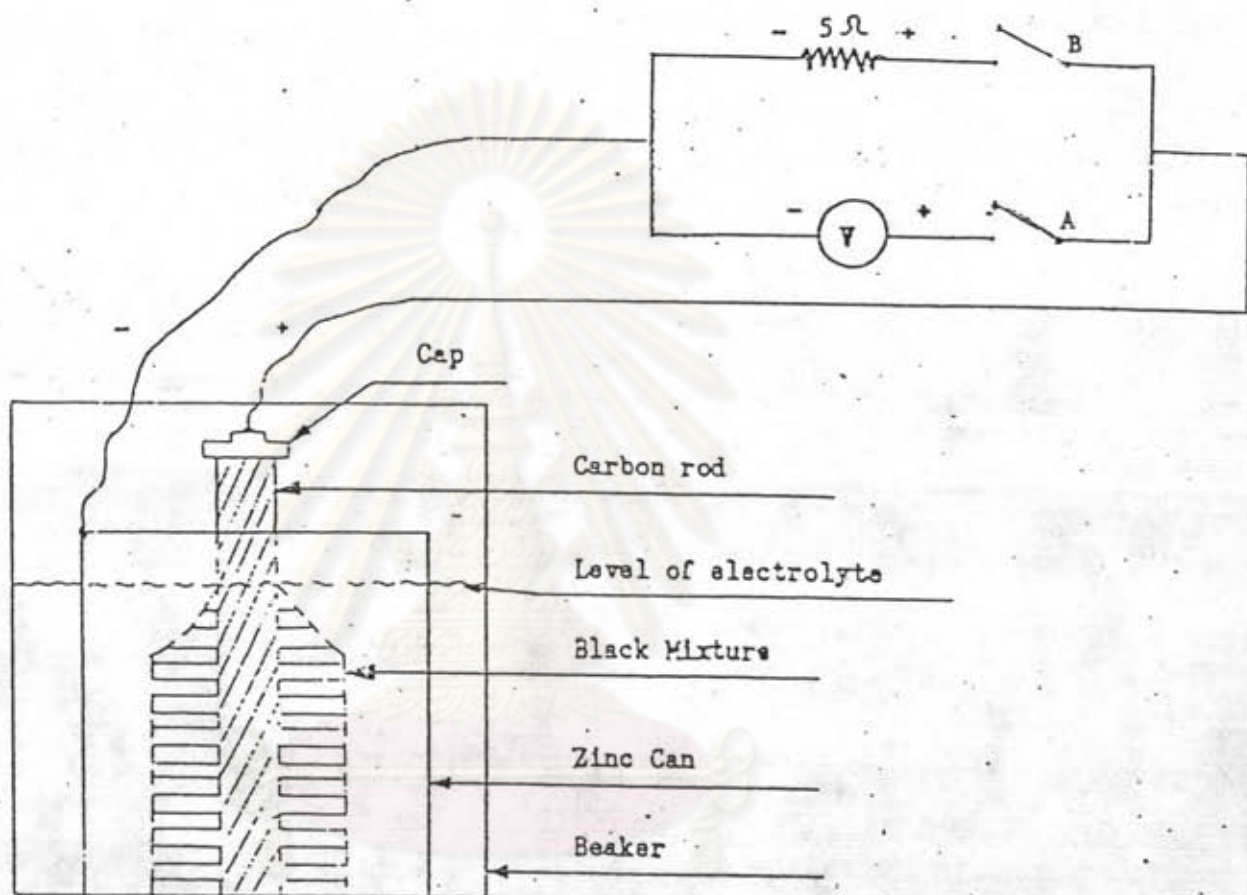
ภาพที่ ก-5 วงจรวัดความต่างศักย์ที่ใช้ทดสอบ

2.4 วิธีการทดสอบ

- เอาแท่งส่วนผสมสีค่าที่เตรียมไว้ใส่ลงในบีกเกอร์
- ตัดแผ่นสังกะสีให้มีขนาด 17.5x3.5 ซม. นำมาขูดเป็นวงกลม วางรอบแท่งส่วนผสมสีค่า โดยแผ่นสังกะสีจะทำหน้าที่เป็นขั้วลบของเซลล์ แล้วใช้หมวกโลหะ (ลักษณะเหมือนกับขั้วบวกในก้อนถ่านไฟฉาย) มาครอบลงบนแท่งคาร์บอน ที่ยื่นออกมาจากตรงกลางของแท่งส่วนผสมสีค่า ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นขั้วบวก ต่อสายไฟเข้ากับขั้วทั้งสอง เป็นวงจร สำหรับวัดความต่างศักย์ดัง ภาชนะที่ ก-6 และ ก-7
- เทน้ำยาอิลิคโตรไลต์ลงไปลงในบีกเกอร์ ให้มากพอท่วมแท่งส่วนผสมสีค่า (ประมาณ 100 ลบ.ซม.) และควรควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ประมาณ 20°C
- บันทึกค่าความต่างศักย์ของวงจรเปิด นั่นคือ ความต่างศักย์ที่ยังไม่ผ่านความต้านทาน 5 โอห์ม (โดยการปิดสวิตช์ที่ A และเปิดสวิตช์ที่ B)
- บันทึกค่าความต่างศักย์ของวงจรปิด นั่นคือ ความต่างศักย์ที่กระแสไหลผ่าน ความต้านทานภายนอก 5 โอห์ม (โดยการปิดสวิตช์ที่ A และ B พร้อมกัน) พร้อมบันทึกเวลาขณะวัดไว้ด้วย แล้วปิดสวิตช์ที่ B เมื่อไม่ได้อ่านค่าเสร็จแล้ว
- บันทึกค่าความต่างศักย์ของวงจรปิดนี้ทุก ๆ ครั้งชั่วโมง ถ้าภายหลังเวลา 3 ชั่วโมงครึ่งไปแล้ว ค่าความต่างศักย์ลดลงไม่ต่ำกว่า 1.0 โวลต์ ก็แสดงว่าตัวอย่างนั้นมีค่าแอมเพอเร่แอกติวิตีใช้ได้



ภาชนะที่ ก-6 แสดงการจับคู่อุปกรณ์การทดสอบ



ภาพที่ ก-7 แสดงแผนผังการทดสอบ

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

วิธีการทดสอบหาเคมีคัลแอสดีวีตี

1. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

- Volumetric Flask ใช้เก็บสารละลายที่เตรียมไว้
- Erlenmeyer Flask ขนาด 250/300 มล.
- ปิเปต (Pipette)
- บิวเลต (Buret)
- บีกเกอร์ (Beaker)
- กรวยกรองแก้ว (Glass Funnel)
- กระดาษกรอง (Filter Paper)
- สารละลายแอมโมเนีย 0.2 N โดยใช้น้ำ $\text{NH}_4\text{OH}(\text{conc.})$ 13.3 มล. ทำให้

เจือจางด้วยน้ำจนมีปริมาตร 1 ลิตร

- สารละลายไฮดรอกซีลเฟด โดยใช้น้ำ $\text{NH}_2 \cdot \text{NH}_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ 8 กรัม ละลายด้วยน้ำ 1 ลิตร

- กรดกำมะถัน 1:4 โดยใช้น้ำ $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{conc.})$ 1 ส่วน คือน้ำ 4 ส่วน

- สารละลายค่างทับทิมมาตรฐาน 0.1 N โดยใช้น้ำ KMnO_4 3.2 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 500 มล. ตั้งทิ้งให้ละลายประมาณ 1 คืน รุ่งขึ้นนำมากรองด้วยใยแก้ว (Glass Wool) แล้วทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร ใส่ในขวดสีน้ำตาลเก็บไว้เพื่อป้องกันการสลายตัวเมื่อถูกแสง นำมาหาความเข้มข้นที่แท้จริง (Standardize) โดยไตเตรตกับสารละลายโซเดียมออกซาลาเลตมาตรฐาน ที่เตรียมจากการละลาย $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (A.R. Grade) 0.2 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แท้จริงไว้) ในกรดกำมะถันความเข้มข้น 5:95 ปริมาตร 250 มล. อุณหภูมิให้ละลายบนเตา แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์จากสมการ

$$N = \frac{\text{น้ำหนักของโซเดียมออกซาลาเลตที่เตรียม}}{(0.067 * \text{มล. ของสารละลายค่างทับทิมที่ใช้})}$$

- สารละลายเฟอร์รัสซัลเฟด 0.1 N โดยใช้น้ำ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 39.5 กรัม ละลายในกรดกำมะถันเจือจาง (1:10) ปริมาตร 200 มล. เพื่อไม่ให้เกิดการตกตะกอนของเหล็กไฮดรอกไซด์ และช่วยการละลาย แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำจนมีปริมาตร 1 ลิตร จะได้สารละลายใส หากเก็บไว้นานจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เนื่องจากเฟอร์รัสออกไซด์ด้วยอากาศกลายเป็นเฟอร์ริก จะใช้ไม่ได้

2. วิธีการทดสอบ

- บดแร่ให้ได้ขนาด -200 เมช
- อบแร่ให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 50-60°ซ แล้วปล่อยทิ้งให้เย็นในโถกั้นความชื้น (Desiccator) ระวัง!อย่าอบจนถึงที่ 100°ซ ขึ้นไป เพราะอาจทำให้เสียน้ำในผลึกและแอสคิวิตีลดลง ถ้าแร่แห้งอยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องอบ
- ชั่งแร่หนัก 0.3000 กรัม เทใส่ใน Erlenmeyer Flask
- เติมสารละลายแอมโมเนีย 0.2 N ปริมาณ 25 มล.ลงไปผสมกับแร่ แล้วจึงเติมสารละลายไฮดรอกไซด์ที่ซัลเฟต (8 กรัมในน้ำ 1 ลิตร) ลงไปอีก 25.00 มล. โดยใช้ปิเปตทำเช่นเดียวกันในขวดเปล่าอีกใบหนึ่ง เพื่อเป็น Blank Solution
- เขย่าขวดทุกๆ 15 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างแร่กับสารเคมี เป็นเวลา 2 ชม.
- นำสารผสมที่ได้ มากรองผ่านกระดาษกรองในกรวยกรองแก้ว ผ่านลงในบีคเกอร์ ล้างตะกอนที่อยู่บนกระดาษกรอง 2 ครั้งด้วยน้ำกลั่น
- นำสารละลายที่ลอคผ่านกระดาษกรอง มาเติมกรดกำมะถัน(1:4) ปริมาณ 20 มล. แล้วนำไปอุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิ 65°ซ ประมาณ 30 นาที
- นำสารละลายดังกล่าวไปไตเตรตกับสารละลายค่างทับทิมมาตรฐาน 0.1 N โดยขณะทำการไตเตรต สีของสารละลายที่ได้จะเจือจางจากสีชมพูเข้มเป็นสีชมพูอ่อน แต่เมื่อถึงจุดสมมูล (End Point) สีของสารละลายจะคงอยู่เป็นสีชมพูเข้มไม่จางลงง่าย ๆ
- เติมสารละลายเฟอริซัลเฟต 0.1 N ลงไปอีก 2.00 มล. เพื่อลดปริมาณของค่างทับทิมที่มากเกินไป สารละลายจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
- ทำการไตเตรตกลับ (Back Titration) อีกครั้งหนึ่ง จนได้ จุดสมมูล เป็นสีชมพูอ่อนเป็นครั้งสุดท้าย บันทึกปริมาณของสารละลายค่างทับทิมที่ใช้ไปทั้งหมด
- ทำเช่นเดียวกับสารละลายที่ไม่มีแร่ (Blank Test)

3. การคำนวณหาเคมีคัลแอสคิวิตี

สมมติปริมาณของสารละลายค่างทับทิมที่ใช้กับสารละลายไม่มีแร่	24.0	มล.
" " " " ตัวอย่างแร่	14.0	"
ได้ " " " หายไป	10.0	"

การคำนวณจะต้องปรับค่าที่ได้ด้วยความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายค่างทับทิม สมมติความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายค่างทับทิมมาตรฐาน 0.1125 N

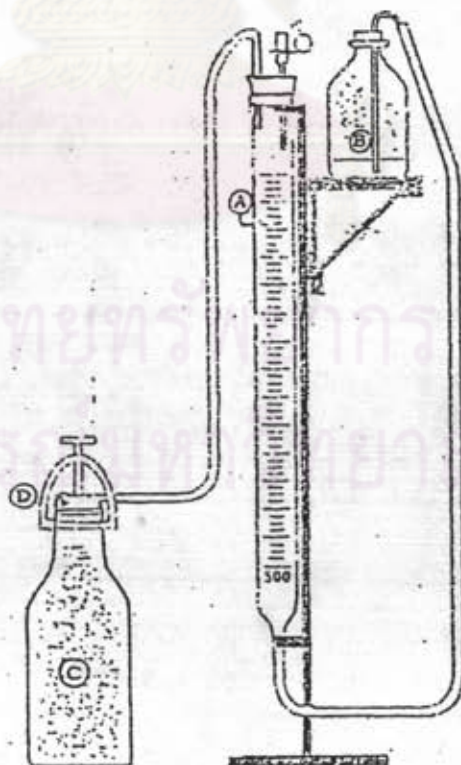
ค่าเคมีคัลแอสคิวิตีของแร่จะเป็น $10.0 * (0.1125 / 0.1000) = 11.25$

โดยแร่แมงกานีสที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นเกรดแบดเตอร์จะต้องมีค่าเคมีคัลแอสคิวิตีมากกว่า 8.5

ภาคผนวก ค

วิธีการทดสอบหาอัตราการผลิตของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เตรียมอุปกรณ์การทดสอบดัง ภาชนะที่ ค-1 นำแร่ที่บดละเอียดซึ่งได้ขนาดที่ต้องการ มาจำนวนหนึ่งใส่ลงไปในช่วง (C) เมื่อจะเริ่มการทดลองจึงเติมส่วนผสมของกรดออกซาลิก 2 กรัม กับกรดกำมะถัน เข้มข้น 1:1 ปริมาตร 50 มล. ลงไป ควรใช้เครื่องกวนให้ทำงานสม่ำเสมอ เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดคงที่ ก๊าซที่เกิดจะไหลออกทางช่อง (D) เข้าไปแทนที่น้ำในบิวเรต โดยน้ำจะเข้าไปอยู่ในช่วง (B) ทำการอ่านปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดทุกนาที และสำหรับเวลา 5 นาทีแรก ค่อยไปอ่านปริมาณก๊าซที่ได้ทุก 5 นาที จนครบเวลาครึ่งชั่วโมง จึงยุติการทดลอง



ภาชนะที่ ค-1 การเตรียมอุปกรณ์วัดอัตราการผลิตของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (22)
A บิวเรต, B ช่วงน้ำ, C ช่วงทำปฏิกิริยา, D ทางออกของก๊าซ

ภาคผนวก ง

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสไดออกไซด์

1. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

- Volumetric Flask ใช้เก็บสารละลายที่เตรียมไว้
- Erlenmeyer Flask ขนาด 250/300 มล.
- ปิเปต (Pipette)
- บิวเลต (Buret)
- บีกเกอร์ (Beaker)
- กรวยกรองแก้ว (Glass Funnel)
- กระดาษกรอง (Filter Paper)
- กรดกำมะถัน 1:10 โดยใช้ H_2SO_4 (conc.) 1 ส่วนต่อน้ำ 10 ส่วน
- กรดฟอสเฟอริก (Phosphoric : H_3PO_4)
- สารละลายโซเดียมออกซาลาเลต 0.1 N โดยชั่ง $Na_2C_2O_4$ (A.R. Grade) 6.700 กรัม ละลาย ในกรดกำมะถันความเข้มข้น 5:95 ปริมาตร 250 มล. ย่นให้ละลายบนเตา แล้วทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร
- สารละลายค่างทับทิมมาตรฐาน 0.1 N โดยชั่ง $KMnO_4$ 3.2 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ประมาณ 500 มล. ตั้งทิ้งให้ละลายประมาณ 1 คืน รุ่งขึ้นนำมากรองด้วย ใยแก้ว (Glass Wool) แล้วทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร ใส่ในขวดสีน้ำตาลเก็บไว้เพื่อป้องกันการสลายตัวเมื่อถูกแสง นำมาหาความเข้มข้นที่แท้จริง (Standardize) โดยไตเตรตกับ สารละลายโซเดียมออกซาลาเลตมาตรฐาน ที่เตรียมจาก การละลาย $Na_2C_2O_4$ (A.R. Grade) 0.2 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แท้จริงไว้) ในกรดกำมะถันความเข้มข้น 5:95 ปริมาตร 250 มล. ย่นให้ละลายบนเตา แล้วคำนวณหาอนุโมลิจากสมการ

$$N = \frac{\text{น้ำหนักของโซเดียมออกซาลาเลตที่เตรียม}}{(0.067 \times \text{มล. ของสารละลายค่างทับทิมที่ใช้})}$$

2. วิธีการวิเคราะห์

- ชั่งแร่หนัก 0.200 กรัม เทใส่ในบีคเกอร์
- เติมน้ำกรดกำมะถัน 1:10 ปริมาณ 50 มล. แล้วเติมน้ำละลายโพแทสเซียมออกซาลेट 0.1 N ปริมาณ 50.00 มล. เพื่อรีดิวซ์และละลายแร่
- นำไปอุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิ 60°C ระวัง! อย่าให้สารละลายเดือด จะทำให้โพแทสเซียมออกซาลेटละลายตัวเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คอยคนสารละลายจนกว่าแร่สีดำจะละลายหมดไป
- ในกรณีที่อาจมีเหล็กปนอยู่ในสารละลาย ให้เติมน้ำฟอสเฟอริกลงไป 5 มล. เพื่อป้องกันสีของเหล็ก ที่อาจทำให้ยากแก่การสังเกตจุดสมมูล
- นำสารละลายที่ได้ มาไตเตรตกับ สารละลายค่างทับทิมมาตรฐาน 0.1 N จนกระทั่งได้จุดสมมูลเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาณของสารละลายค่างทับทิม
- ทำเช่นเดียวกับสารละลายที่ไม่มีแร่ (Blank Test)

3. การคำนวณหา %MnO₂

สมมติปริมาณของสารละลายค่างทับทิมที่ใช้กับสารละลายที่ไม่มีแร่ x มล.
 " " " " ตัวอย่างแร่ y "

$$\%MnO_2 = (0.04347 * (x-y) * N \text{ ของสารละลายค่างทับทิม} * 100) / \text{นน. แร่แมงกานีส}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสทั้งหมด

1. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

- Volumetric Flask ใช้เก็บสารละลายที่เตรียมไว้
- ปิเปต (Pipette)
- บิวเลต (Buret)
- บีกเกอร์ (Beaker)
- กรวยกรองแก้ว (Glass Funnel)
- กระดาษกรอง (Filter Paper)
- Filtering Flask
- Aspirator
- Sintered Glass Filtering Crucible
- Rubber Cone Filtering Adapter
- กรดคลินประสีว 1:1 โดยใช้น้ำ HNO_3 (conc.) 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)
- โพตัสเซียมไบซัลเฟต (KHSO_4)
- โซเดียมบิสมัทเทค (NaBiO_3)
- กรดฟอสเฟอริก (H_3PO_4)
- สารละลายเฟอร์รัส 0.1 N โดยชั่ง $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

39.2 กรัม นำไปละลายในกรดกำมะถัน 10% ปริมาตร 200 มล. เพื่อกันไม่ให้เหล็กตกตะกอนของไฮดรอกไซด์ออกมา แล้วเจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร

- สารละลายค่างทับทิมมาตรฐาน 0.1 N โดยชั่ง KMnO_4 3.2 กรัมละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 500 มล. ตั้งทิ้งให้ละลายประมาณ 1 คืน รุ่งขึ้นนำมากรองด้วยใยแก้ว (Glass Wool) แล้วทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร ใส่ในขวดสีน้ำตาลเก็บไว้เพื่อป้องกันการสลายตัวเมื่อถูกแสง นำมาหาความเข้มข้นที่แท้จริง (Standardize) โดยไตเตรตกับสารละลายโซเดียมออกซาลาเลคมาตรฐาน ที่เตรียมจากการละลาย $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (A.R. Grade) 0.2 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แท้จริงไว้) ในกรดกำมะถัน ความเข้มข้น 5:95 ปริมาตร 250 มล. อุณหภูมิละลายบนเตา แล้วคำนวณหาอนุกรมอวลิตจากสมการ

$$N = \frac{\text{น้ำหนักของโซเดียมออกซาลาเลคที่เตรียม}}{(0.067 * \text{มล. ของสารละลายค่างทับทิมที่ใช้})}$$

2. วิธีการวิเคราะห์

- ชั่งน้ำหนัก 0.200 กรัม เทใส่ในบีกเกอร์
- เติมกรดไนตริก (1:1) ประมาณ 50 มล. นำไปอุ่นให้ร้อน แต่ห้ามเดือด
- หยดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ประมาณ 10 มล. ลงไปในบีกเกอร์ที่ละลาย คนให้ก๊าซที่เกิดขึ้นกระจายทั่วบีกเกอร์ เติมไปจนกระทั่งแฉะละลายหมด อุ่นจนไม่เหลือฟองก๊าซ
- กรองสารละลายออกจากตะกอน ในขณะร้อน ผ่านลงใน Volumetric Flask ขนาด 250 มล. ล้างตะกอนด้วยกรดไนตริก 3% จะได้สารละลายที่มีแมงกานีสละลาย อยู่ ยกเว้นแมงกานีสซิลิเกต ($MnSiO_3$) ที่จะไม่ละลายตัว แต่จะคงอยู่เป็นตะกอน
- สังเกตสีของตะกอนบนกระดาษกรอง หากมีสีอื่นนอกจากสีขาวของควอทซ์ ให้นำเอากระดาษกรองมาเผาในเบ้าจนกระดาษกรองไหม้หมด ทิ้งให้เข้าเย็น
- เติมโปตัสเซียมโบรไมด์เฟด ประมาณ 5 กรัม ลงในเบ้าปิดฝา แล้วเปิดไฟ ให้แรงขึ้น จนแฉะหลอมละลายหมด ใช้เวลาประมาณครึ่งชั่วโมง ทิ้งให้เข้าเย็น
- นำเข้ามาคัดกับ กรดไนตริก (1:10) จนสารที่หลอมนั้นละลายจนหมด จะได้แมงกานีส ที่ละลายออกมา จากแมงกานีสซิลิเกต นำสารละลายที่ได้ มากรองผ่านลงใน Volumetric Flask รวมกับสารละลายครั้งแรก ปรับปริมาณของสารละลายทั้งหมดให้เป็น 250 มล. ด้วยกรดไนตริก 3%
- แบ่งสารละลายที่ได้มา 25 มล. ใส่ในบีกเกอร์ เติมกรดไนตริกเข้มข้นลงไป 15 มล. เพื่อควบคุมความเป็นกรด แล้วนำสารละลายมาแช่เย็นในน้ำแข็ง
- เติมโซเดียมบิสมิเตด ลงไป 5 กรัม คนให้เข้ากันดีโดยสารละลาย ต้อง แช่เย็นไว้ตลอดเวลา แล้วรีบนำมากรองทันที
- ทำการกรองแบบ Suction Filtering โดยใช้ Sintered Glass Filtering Crucible จะได้น้ำยาสีแดงของกรดเปอร์แมงกานิก โดยแช่ Suction Flask ไว้ในน้ำแข็ง เพื่อให้สารละลายที่กรองได้อยู่ในสภาวะเย็นตลอดเวลา กันไม่ให้กรดเปอร์แมงกานิกที่ได้ละลายตัว ล้างตะกอนด้วยกรดไนตริก 3% เพื่อให้กรดแมงกานิกทั้งหมดลอดผ่านไป จนกระทั่งได้น้ำล้างตะกอนใสไม่มีสี
- เติมกรดฟอสเฟอริก ลงไป 5 มล. เพื่อกันสีของเหล็กมารบกวน
- เติมสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟด 0.1 N โดยโซออกจากปิเปต จนกระทั่ง สีชมพูของสารละลายหายไป แล้วเติมให้เกินไปอีกอย่างน้อย 5 มล. โดยปรับปริมาณ ของสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟดให้เป็นเลขจำนวนเต็ม เพื่อความสะดวกในการบันทึกปริมาณของสารละลาย เฟอร์รัสซัลเฟดที่ใช้ทำ Blank Test
- นำสารละลายดังกล่าวไปไตเตรตกับสารละลายค่างกับทิมมาตรฐาน 0.1 N จนได้จุดสมมูลเป็นสีชมพู บันทึกปริมาณของสารละลายค่างกับทิมที่ใช้

- ทำ Blank Test โดยใช้ ปริมาณของสารละลายเฟอริสซัลเฟต เท่ากับ จำนวนที่ใช้ไปในตัวอย่าง เติมกรดไนตริก 3% ลงไป 100 มล. แล้วเติมกรดฟอสเฟอริกอีก 5 มล. นำไปไตเตรดกับสารละลายค่างทับทิมมาตรฐาน 0.1 N โดยควบคุมสภาวะอื่นๆ เช่นเดียวกับ การไตเตรดสารละลายแรมี่

3. การคำนวณหาปริมาณ Total Mn

สมมติปริมาณของสารละลายค่างทับทิมที่ใช้กับสารละลายที่ไม่มีแรมี่ x มล.

" " " " ตัวอย่างแรมี่ y "

%Mn = $(0.001099 * (y - x) * N \text{ ของสารละลายค่างทับทิม} * 100) / \text{นน. แรมี่แมงกานีส}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กโดยวิธีสแตนนัสคลอไรด์

1. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

- Volumetric Flask ใช้เก็บสารละลายที่เตรียมไว้
- ปิเปต (Pipette)
- บิวเลต (Buret)
- บีกเกอร์ (Beaker)
- กรวยกรองแก้ว (Glass Funnel)
- กระดาษกรอง (Filter Paper)
- กรดเกลือ (HCl)
- กรดคลินประสีวา (HNO_3)
- กรดฟอสเฟอริก (H_3PO_4)
- สารละลายสแตนนัสคลอไรด์ 30% โดยชั่ง SnCl_4 30 กรัม ละลายในกรดเกลือเข้มข้น 50 มล. อุณหภูมิที่ละลายหมด ทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 100 มล. เก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล
- สารละลายเมอคิวริกคลอไรด์ 5% โดยชั่ง HgCl_2 5 กรัม ละลายใน น้ำกลั่น 100 มล.
- สารละลายซิมเมอมาเน โดยชั่ง $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 70 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มล. แล้วค่อยๆเติมกรดกำมะถันเข้มข้นลงไป 125 มล. แล้วเติมกรดฟอสเฟอริกเข้มข้นลงไปอีก 125 มล. คนให้เข้ากันดี แล้วทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร
- สารละลายค่าเท่ากับมาตรฐาน 0.1 N โดยชั่ง KMnO_4 3.2 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 500 มล. ตั้งทิ้งไว้ละลายประมาณ 1 คืน รุ่งขึ้นนำมากรองด้วยใยแก้ว (Glass Wool) แล้วทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 1 ลิตร ใส่ในขวดสีน้ำตาลเก็บไว้เพื่อป้องกันการสลายตัวเมื่อถูกแสง นำมาหาความเข้มข้นที่แท้จริง (Standardize) โดยไตเตรตกับ สารละลายโซเดียมออกซาลูเลตมาตรฐาน ที่เตรียมจากการละลาย $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (A.R. Grade) 0.2 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แท้จริงไว้) ในกรดกำมะถันความเข้มข้น 5:95 ปริมาตร 250 มล. อุณหภูมิละลายบนเตา แล้วคำนวณหาแอมโมลิตีจากสมการ

$$N = \frac{\text{น้ำหนักของโซเดียมออกซาลูเลตที่เตรียม}}{(0.067 \times \text{มล. ของสารละลายค่าเท่ากับที่})}$$

2. วิธีการวิเคราะห์

- ชั่งแร่ 0.5 กรัม เทใส่ในบีกเกอร์
- เติมกรดเกลือเข้มข้นลงไป 15 มล. อุ่นให้ร้อนจนแร่ละลายหมด ไม่เหลือตะกอนสีดำ เพื่อละลายแร่ อาจใช้กรดดินประสิว 5 มล. ใสลงไปช่วยละลาย
- นำสารผสมมากรองผ่านกระดาษกรอง ผ่านลงใน Volumetric Flask ขนาด 250 มล. ล้างตะกอนด้วยกรดเกลือ 15% จนกระดาษกรองไม่มีคราบสีเหลืองของเฟอริคคลอไรด์ แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำจนมีปริมาตร 250 มล.
- แบ่งสารละลายที่ได้มา 25 มล. นำไปอุ่นให้ร้อน เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการรีดิวส์จากเฟอริคไปเป็นเฟอรัสได้ดีขึ้น
- เติมสารละลาย สแตนดีสคลอไรด์ 15% โดยไขออกจากปิเปตลงไป ขณะร้อนจนกระทั่งสีเหลืองของสารละลายหายไปแล้วใส่ให้เกินไปอีก 2-3 หยด
- นำสารละลายมาแช่ให้เย็นด้วยน้ำแข็ง แล้วเติมเมอคิวริกคลอไรด์ 5% ลงไปประมาณ 20 มล. เพื่อกำจัดสแตนดีสคลอไรด์ส่วนเกิน คนให้สารละลายเข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จะได้ตะกอนเป็นสีขาวมุกของเมอคิวรัสคลอไรด์ (ถ้าเกิดตะกอนสีดำของปรอทจะต้องเริ่มทำใหม่ตั้งแต่ต้น)
- นำมาทำให้เจือจางด้วย น้ำเย็น 200 มล. แล้วเติมสารละลายซิมเมอมาลงลงไป 30 มล.
- นำสารละลายดังกล่าวไปไตเตรตกับสารละลายค่างทับทิมมาตรฐาน 0.1 N จนได้จุดสมมูลเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรของสารละลายค่างทับทิมที่ใช้

3. การคำนวณหาปริมาณ Fe

$$\%Fe = (0.005584 * N \text{ ของสารละลายค่างทับทิม} / 0.1 * \text{ปริมาตรของสารละลายค่างทับทิม} * 100) / 0.5$$

ภาคผนวก ๕

วิธีวิเคราะห์ธาตุในแอมงานีสด้วยเครื่องอะตอมมิคแอบซอร์บชั่น

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานสำรอง (Stock Standard Solution)

สารละลายนี้ หากต้องการความแน่นอนสูง ก็อาจใช้สารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้แล้วจากบริษัทผู้ผลิตสารเคมี หรืออาจเตรียมขึ้นมาเอง โดยปรกตินิยมเตรียมไว้ที่ 1000 ppm. โดยเตรียมจากโลหะบริสุทธิ์ 1.000 กรัม ทำให้เป็นสารละลายปริมาตร 1000 มล. ในกรณีที่หาธาตุโลหะบริสุทธิ์ไม่ได้ ก็จะใช้เกลือของโลหะนั้นๆแทน โดยคำนวณหาน้ำหนักของเกลือที่จะใช้จากน้ำหนักอะตอมของธาตุ และน้ำหนักโมเลกุลของเกลือ เช่น

ตะกั่ว(Pb) มีน้ำหนักอะตอม 207.2 เตรียมจาก $Pb(NO_3)_2$ ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 331.21 ความบริสุทธิ์ 99.5% ถ้าต้องการ Pb 1.000 กรัม ต้องใช้ $Pb(NO_3)_2$ $331.21/207.2 = 1.5985$ กรัม เตรียมเป็น Stock Solution ใน Volumetric Flask ขนาด 1000 มล. ในกรณีที่ใช้ Volumetric Flask ขนาดอื่น ก็ต้องคำนวณตามส่วน เช่น ขนาด 500 มล. จะใช้ $Pb(NO_3)_2$ $1.5985 * 1000 / 500 = 0.7992$ กรัม

เหล็ก(Fe) มีน้ำหนักอะตอม 55.847 เตรียมจาก $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 270.3 ถ้าต้องการ Fe 1.000 กรัม ต้องใช้ $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ $270.3/55.847 = 4.8400$ กรัม เตรียมเป็น Stock Solution ใน Volumetric Flask ขนาด 1000 มล. ในกรณีที่ใช้ Volumetric Flask ขนาดอื่น ก็ต้องคำนวณตามส่วน เช่น ขนาด 500 มล. จะใช้ $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ $4.8400 * 1000 / 500 = 2.4200$ กรัม และการเตรียมสารละลายเหล็กนี้ควรเตรียมจากเกลือของเฟอริก(Fe(III)) แทนที่จะเป็น เฟอรัส(Fe(II)) ซึ่งจะสลายตัวและถูก Dehydrate ได้ง่ายกว่า โดยจะทำให้สารละลายขุ่น

สำหรับรายละเอียดการเตรียมสารละลายมาตรฐานของธาตุต่างๆที่ใช้ มีดังนี้

แอมงานีส เตรียมที่ 1000 ppm. ใน Volumetric Flask 250 มล. เริ่มจากการชั่งโลหะแอมงานีสบริสุทธิ์ 0.2500 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 400 มล. ปิดด้วยกระดาษนิกา แล้วเติมน้ำลงไปประมาณ 7 มล. เติมกรดไนตริก(HNO_3) เข้มข้นลงไป 2.5 มล. อุณหภูมิระกัทั้งโลหะละลายหมด แล้วเติมกรดเปอร์คลอริก เข้มข้นลงไป 2.5 มล. อุณหภูมิร้อนเพื่อ

ใส่ไฮดรอกไซด์คลอไรด์ ทั้งให้เย็น แล้วอุ่นให้ร้อนอีกครั้ง ในกรณีที่มีตะกอนของแมงกานีสไดออกไซด์ตกออกมา ให้เติมไฮดรเจนเปอร์ออกไซด์ ลงไปที่ละหยดเพื่อละลายตะกอนดังกล่าว แล้วต้มสารละลายต่ออีก 5 นาที เพื่อไล่ไฮดรเจนเปอร์ออกไซด์ส่วนที่เกินอยู่ แล้วถ่ายใส่ใน Volumetric Flask 250 มล. ปรับปริมาตร จะได้สารละลายใสไม่มีสี

ทองแดง เตรียมในรูปของ คิวปริค (Cu(III)) ที่ 1000 ppm. ใน Volumetric Flask 250 มล. โดยชั่งโลหะทองแดงบริสุทธิ์ 0.2500 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 400 มล. แล้วปัดด้วยกระจกนาฬิกา เติมกรดไนตริก 1:1 ลงไป 10 มล. อุ่นจนกระทั่งโลหะละลายหมด แล้วถ่ายใส่ใน Volumetric Flask 250 มล. ปรับปริมาตร จะได้สารละลายใสสีฟ้าอ่อน

ตะกั่ว เตรียมที่ 1000 ppm. ใน Volumetric Flask 250 มล. โดยชั่งตะกั่วไนเตรด ($Pb(NO_3)_2$) 0.3996 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาดเล็ก แล้วถ่ายสารทั้งหมดลงใน Volumetric Flask 250 มล. เติมน้ำลงไป เขย่าให้ละลายจนหมด แล้วจึงปรับปริมาตร

เหล็ก เตรียมที่ 1000 ppm. ใน Volumetric Flask 250 มล. โดยชั่งเฟอร์ริคคลอไรด์ ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) 1.2100 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ปัดด้วยกระจก เติมกรดเกลือลงไป 30 มล. คนให้ละลาย เพื่อไม่ให้ตกตะกอน Fe ออกมา ถ่ายใส่ใน Volumetric Flask 250 มล. ปรับปริมาตร จะได้สารละลายสีเหลืองอ่อน

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานสำรองเพื่อใช้งาน (Working Stock Standard Solution)

จะเตรียมไว้ที่ความเข้มข้น 100 ppm. ใน Volumetric Flask 100 มล. เพื่อสะดวกในการคำนวณการเจือจางสารต่อไป โดยเจือจาง Stock Solution ลง 10 เท่า จากการปิเปตมา 10 มล. แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล. แต่ความเข้มข้นอาจขึ้นกับปริมาตรขวดที่คิดว่าจะมีอยู่ในตัวอย่างแล้ว เช่น Pb อาจเตรียมเพียง 50 ppm.

3. การเตรียมสารละลายมาตรฐานใช้งาน (Working Standard Solution)

เตรียมจากสารละลายมาตรฐานสำรองเพื่อใช้งาน โดยทำให้เจือจางลงที่ความเข้มข้นต่างๆกัน เป็นชุด อย่างน้อย 5 ความเข้มข้น ในช่วงที่คาดว่า ปริมาตรขวดในแก้วจะมีอยู่ในช่วงนี้ เพื่อใช้ในการเตรียม Calibration Curve

4. การเตรียมสารละลายแรมและสารละลายเปล่า (Blank Solution)

4.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

- Volumetric Flask ขนาด 100 มล.
- บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มล.
- ปิเปต (Pipette)
- กรดเกลือ 1:1 โดยใช้น้ำ HCl (conc.) 1 ส่วนในน้ำ 1 ส่วน
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 30%
- EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetate) 100 กรัมต่อ
น้ำ 1 ลิตร
- กรดตาร์ทาริก (Tartaric Acid) 1%

4.2 วิธีการเตรียมสารละลายแรม

- ชั่งแรม 1.000 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 250 มล.
- เติมกรดเกลือ 1:1 ปริมาณ 40 มล. ตั้งไฟต้มให้เดือด แล้วหยด
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% ลงไปที่ละหยด จนแรมละลายหมด
- เติม EDTA 10 มล. และกรดตาร์ทาริก 10 มล. ลงไปแล้วถ่าย
ลงใน Volumetric Flask ทำให้เจือจางจนมีปริมาตร 100 มล.
- นำสารละลายที่ได้ไปวัดหาความเข้มข้นของธาตุด้วยเครื่อง AAS
- เตรียมสารละลายเปล่าวิธีเดียวกันโดยไม่ให้ตัวอย่างแรม

5. การเตรียม Calibration Curve และการหาความเข้มข้นของสารละลาย จากการวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง

- ศึกษาระเบียบการเตรียมสภาวะของเครื่อง AAS จากคู่มือของเครื่องซึ่ง
ได้สรุปบางส่วนไว้ในภาคผนวกที่ ๗ ทำการตั้งค่าการดูดกลืน ที่ 0 ด้วยสารละลายเปล่า (Blank
Solution)
- เตรียม Calibration Curve จาก การวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง
(Absorbance) ของสารละลายมาตรฐานใช้งานที่ความเข้มข้น (Concentration) ต่างๆ
โดยอาจลองวัด ค่าการดูดกลืนของตัวอย่างแรมทั้งหมดก่อนว่าอยู่ในช่วงใด แล้วจึงเตรียม ความ
เข้มข้นของสารละลายมาตรฐานใช้งาน ให้ได้ค่าการดูดกลืนในช่วงต่างๆ ที่ครอบคลุม ค่าการ
ดูดกลืนของตัวอย่างแรม อาจเจือจางสารละลายแรมลงไปอีกในกรณีที่มีความเข้มข้นของธาตุนั้นๆ

มากกว่าสารละลายมาตรฐานใช้งาน นำค่าที่ได้มาพลอตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนคลื่นแสงกับความเข้มข้น จะได้เป็น Calibration Curve ซึ่งจะใช้ได้ ในสภาวะของเครื่องที่เหมือนกันเท่านั้น จึงควรวัดค่าในตัวอย่างแร่ทันทีในการเปิดเครื่องครั้งเดียวกับการเตรียม Calibration Curve ของธาคนั้นๆ

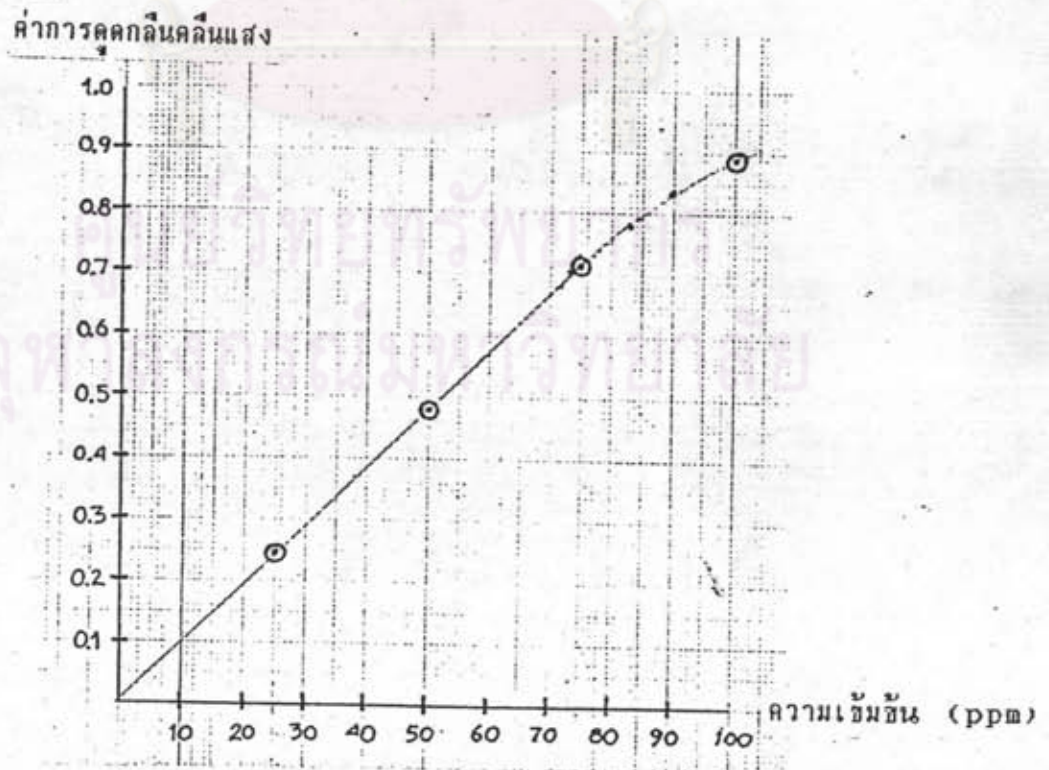
- วัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง ของสารละลายแร่ นำมาหาค่าความเข้มข้นจาก Calibration Curve แล้วคำนวณกลับมาเป็นปริมาณธาตุในตัวอย่างแร่ ซึ่งการทดลองครั้งนี้มีสภาวะที่ใช้คือ

แมงกานีส เตรียมสารละลายมาตรฐานใช้งานที่ 25, 50, 75 และ 100 ppm ได้ Calibration Curve ดังกราฟ ภาพที่ ๕-1

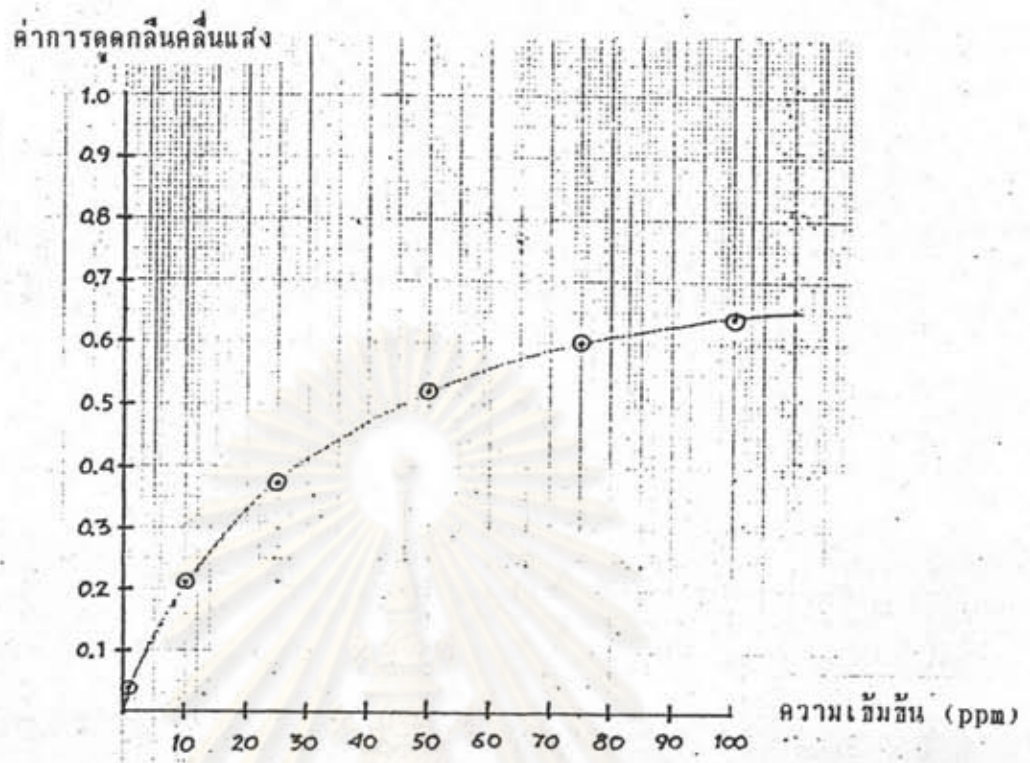
เหล็ก เตรียมสารละลายมาตรฐานใช้งานที่ 1, 10, 25, 50, 75 และ 100 ppm ได้ Calibration Curve ดังกราฟ ภาพที่ ๕-2

ทองแดง เตรียมสารละลายมาตรฐานใช้งานที่ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ppm ได้ Calibration Curve ดังกราฟ ภาพที่ ๕-3

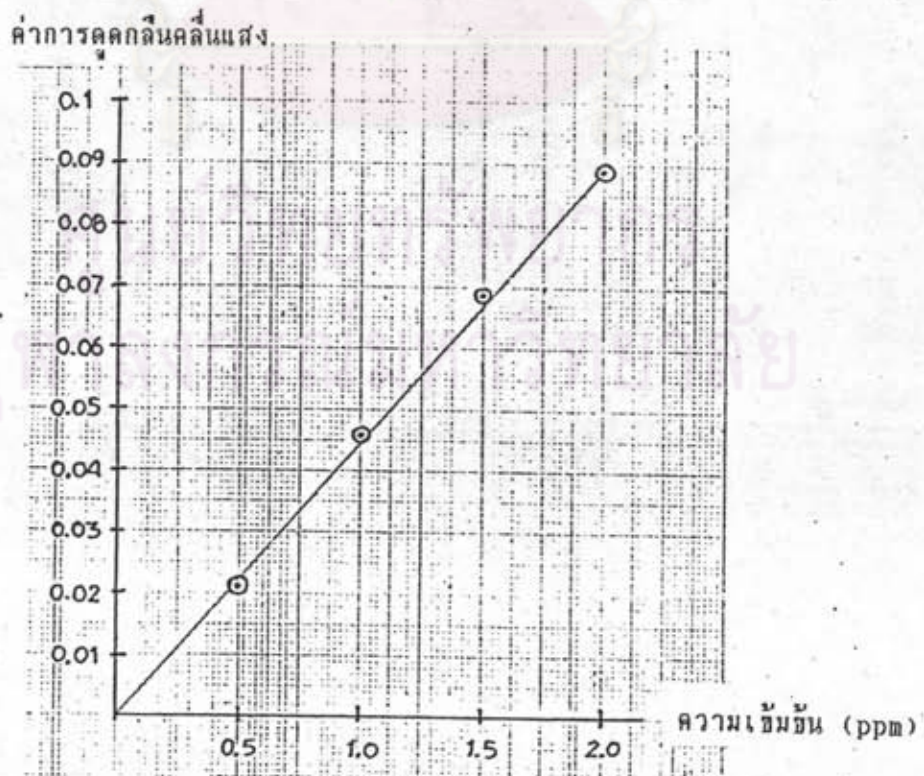
ตะกั่ว เตรียมสารละลายมาตรฐานใช้งานที่ 0.25, 0.5, 1 และ 1.5 ppm ได้ Calibration Curve ดังกราฟ ภาพที่ ๕-4



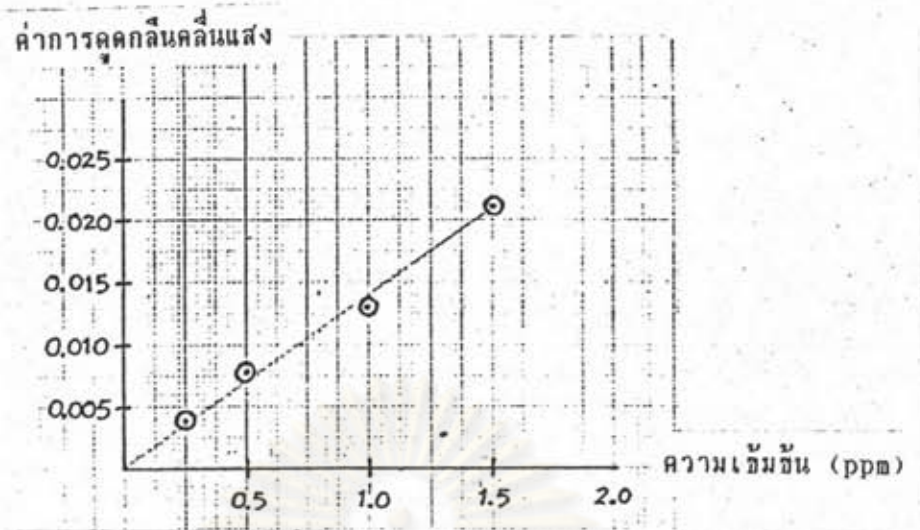
ภาพที่ ๕-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับการดูดกลืนแสงของธาตุ Mn



ภาพที่ ๕-2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับการดูดกลืนแสงของธาตุ Fe



ภาพที่ ๕-3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับการดูดกลืนแสงของธาตุ Cu



ภาพที่ ๗-4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับการดูดกลืนแสงของธาตุ Pb

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ๕

การเตรียมสภาวะของเครื่อง AAS แวเรียน (Varian) 1275

1. เปิดเครื่องด้วยสวิทช์ POWER ตำแหน่ง ON
2. ไล่หลอดของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ (ต้องไล่หลอดก่อนจะกดปุ่มใดๆ นอกจาก POWER ON มิฉะนั้นเครื่องจะเสีย) รอนเครื่องประมาณ 15 นาที (เมื่อมีการเปลี่ยนหลอด ก็ต้องใช้เวลาในการอุ่นหลอดประมาณ 10 นาทีด้วย)
3. ตรวจสอบ Burner ว่าถูกประเภทเชื้อเพลิงที่ใช้หรือไม่ (air-acetylene หรือ nitrous) และถ้าสกปรกมากก็ควรจะถอดออกมาล้างด้วยน้ำร้อน, น้ำกลั่น และเช็ดให้แห้ง และอย่าหมุน Burner ให้สูงกว่าตำแหน่งหมายเลข 15 (มิฉะนั้นจะมีผลต่อ optical lens)
4. ตั้งค่าความยาวคลื่นแสง (Wave length), ความกว้างของช่องแสง (Slit width) ตามที่ต้องการ ให้ตรงกับชนิดของหลอดหรือธาตุที่วิเคราะห์ โดยดูจากคู่มือหลอดหรือแผ่นผังของธาตุ (โดยดูหมายเลขหลอดที่จะตั้งจากช่องกระจกบนเครื่อง) ขณะที่ตั้งให้กดปุ่ม AUTO GAIN เพื่อเรียกเข็มที่ตกหน้าปัดให้กลับคืนมา พยายามปรับจนเข็มขึ้นสูงสุด (ประมาณ 3/4 ของหน้าปัด) และเมื่อกดปุ่ม AUTO GAIN ก็ไม่เปลี่ยนตำแหน่ง
5. ป้อนค่ากระแสที่ใช้ (Lamp current) โดยการกดปุ่ม LAMP1 หรือ LAMP2 ตามตำแหน่งของหลอดที่กำลังจะใช้ แล้วกดปุ่มตัวเลขตามที่ต้องการ ซึ่งต้องดูจากหลอดว่าใช้ในวงไหนและใช้ค่าต้นก่อน ถ้ายังปรับตั้งไม่ได้ ก็ให้เพิ่มถึงช่วงกลาง ไม่ควรใช้ถึงค่าสูงสุดของหลอด เช่น 3-5 mA ก็ควรจะใช้ 3-4 mA เท่านั้น
6. กดปุ่ม CAL ZERO ตัวเลขจะขึ้น 0.000 ซึ่งขณะนี้เครื่องพร้อมจะทำงานแล้ว กดปุ่ม ABS
7. ก่อนจุดไฟต้องเปิดสวิทช์พัดลมดูดอากาศก่อนแล้วจุดไฟ โดยเปิดเครื่องอัดอากาศ (เสียบปลั๊ก แล้วใช้น้ำปัดทั้งสองของท่อกรองซึ่งติดอยู่ข้างฝาจนเพิ่มความดันขึ้นและไม่ต้องปรับอะไรอีก) เปิดถังแก๊สออกซิเจน โดยใช้แต่วาล์วตัวใหญ่ที่ถังเท่านั้น ไม่ต้องปรับอย่างอื่นอีกเลข (ทั้งปิดและเปิด) กดปุ่ม SET FLOW แล้วปรับความดันของทั้ง OXIDANT (อากาศ) และ FUEL (ออกซิเจน) ปรกติที่ใช้คือ 35 และ 11 หน่วย รอจนไฟที่ READY ขึ้น จึงจะกดปุ่ม FLAME ON ซึ่งถ้ายังมีปัญหาอยู่ก็จะมีไฟสีแดงขึ้นตามตำแหน่งต่างๆ แทนที่ READY ก็ไม่สามารถจะจุดไฟได้ ก็ให้ตรวจสอบความผิดพลาดตามตำแหน่งที่ไฟขึ้นจากคู่มือ
8. กดปุ่ม TIME SEC แล้วกดตัวเลขตามที่ต้องการ เป็นวินาที ที่เวลาการอ่านค่า แล้วกดปุ่ม INT REPEAT ถ้าต้องการให้ตัวเลขขึ้นซ้ำต่อเนื่องไปเรื่อยๆ หรือกดปุ่ม INT HOLD ถ้าต้องการให้ตัวเลขอ่านค่าแล้วหยุด เช่น ตั้งเวลาไว้ 3 วินาที นอครบ 3 วินาที ค่าตัวเลขจะขึ้น ซึ่งถ้าใช้ปุ่มนี้จะต้องกดปุ่ม READ ด้วย หรือกดปุ่ม RUN MEAN ถ้าต้องการให้อ่านค่าเฉลี่ยไปเรื่อยๆ

ซึ่งต้องกดปุ่ม READ ด้วย

9. เริ่มวัดได้เลขโดยตั้งค่าการดูดกลืนให้อ่านค่าได้ 0.000 โดยใช้ปุ่ม CAL ZERO และอ่านค่าการดูดกลืน (Absorbance) จากสารละลายเปล่า (Blank Solution) แล้วเริ่มอ่านค่าของสารละลายอื่นไปเรื่อยๆ ถ้าไฟแดงขึ้นที่ OVERRANGE แสดงว่าค่ามากเกินไป ต้องเจือจางสารละลายก่อน

10. ก่อนเปิดเครื่องให้ดูดน้ำกลั่นที่สะอาดอย่างน้อย 30 ลบ.ซม. เพื่อทำความสะอาด Burner แล้วจึงเอาน้ำกลั่นออก ปล่อยให้ดูดอากาศสักพักเพื่อให้แห้ง แล้วจึงปิดก๊าซออกเซทิลีนที่ถังโดยใช้วาล์วที่ถังแก๊สตัวเดียว เข็มที่หน้าปัดจะค่อยๆ ลดลง จนไฟดับ ปล่อยให้อากาศผ่านสักครู่ใหญ่ๆ เพื่อไล่เซทิลีน ที่ค้างอยู่ แล้วจึงดึงปลั๊กเครื่องอัดอากาศออก แล้วปิดเครื่อง แต่อย่าดึงปลั๊กออกเพราะต้องชาร์จแบตเตอรี่ในเครื่องตลอดเวลา มิฉะนั้นจะไม่สามารถใช้เครื่องได้ ถ้ายังไม่มีการชาร์จไฟที่เพียงพอ

ตารางที่ ๕-1 สภาวะของเครื่อง AAS ที่เตรียมสำหรับวิเคราะห์ธาตุในแร่ผงกาบสี

ธาตุ	ความยาวคลื่นแสง (นาโนเมตร)	กระแสที่ใช้สูงสุด (แอมป์)	ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม (ppm)
Mn	403.1	15	15-60
Fe	248.3	15	2.5-10
Cu	324.7	3	2-8
Pb	217.0	5	5-20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ๓

JCPDS-Card ของหน่วยมิกชันส์ชนิดต่างๆ (เรียงตามเลข)

12-716 MINOR CORRECTION

d	3.14	2.41	1.67	3.14	MnO ₂
1/λ	100	50	50	100	MANGANESE OXIDE PYROLUSITE
Rad. FeKα	λ 1.9373	Filter Mn	Dia. 114.6mm		
Cut off	1/λ VISUAL				
Ref.	SOMER AND CAMERON, ECON. GEOL. 22 274 (1900)				
Syn.	TETRAGONAL		S.G. P ₄ /mm ³ (137)		
a	4.42	b	2.87	A	C 0.8493
α	β	γ	Z 2	D ₂	5.144
Ref.	LDB (FROM POWDER DATA)				
1α	n=β	1γ	Color	Sign	
1V	D	mp			
Ref.					
SAMPLE FROM NUTA, GHANA.					
d Å	1/λ	hkl	d Å	1/λ	hkl
3.48	10	ni(β7)	1.5	10	411
3.14	100	110			
2.41	50	101			
2.21	10	200			INDEXED BY LDB
2.13	25	111			
1.99	15	210			
1.91	5	ni(β7)			LINES OBSERVED BY RAY-
1.68	17	211			DONA (NOTED IN ABOVE
1.43	50	211			REF) AND E. V. HUFFIELD
1.34	25	220			UNIV. TORONTO
1.43	15	002			
1.40	15	310			
1.31	30	301			
1.25	5	311			
1.20	5	302			
1.14	5	212			
1.125	5	321			
1.10	5	400			
1.057	15	222			
1.04	10	330			

7-222 MINOR CORRECTION

d	1.07	2.55	1.66	4.64	MnO ₂
1/λ	100	100	80	20	MANGANESE OXIDE RAMDOLLITE
Rad. CuKα	λ 2.2909	Filter Y	Dia. 11.4cm		
Cut off	1/λ VISUAL				
Ref.	BYSTRON, ACTA CHEM. SCAND. 2 163 (1949)				
Syn.	ORTHORHOMBIC		S.G. D _{2h} - Pnma (62)		
a	4.233	b	9.27	c	2.864 A 0.4890 C 0.3092
α	β	γ	Z 2	D ₂	4.54
Ref.	1810.				
1α	n=β	1γ	Color	Sign	
1V	D 4.83	mp			
Ref.					
SPECIMEN FROM LAKE VALLEY, NEW MEXICO, U.S.A. NEW DATA WAS SUPPLIED BY THE AUTHOR.					
d Å	1/λ	hkl	d Å	1/λ	hkl
4.54	20	020	1.352	60	112
4.07	100	110	1.337	10	301
3.24	20	120	1.323	50	311
2.55	100	130	1.272	60	170
2.44	70	021	1.250	60	132
2.34	60	111	1.219	30	042
2.32	50	040			
2.27	10	100			
2.19	70	121			
2.06	40	140			
1.907	70	131			
1.825	10	230			
1.802	10	041			
1.716	10	150			
1.660	80	221			
1.621	30	240			
1.541	30	231			
1.473	80	131			
1.433	50	022			
1.370	30	021			

17-510

d	1.64	4.00	2.33	4.43	Mn ₁₋₂ Mn ₂ O _{2-2x} (OH) _{2x}
1/λ	100	95	70	6	Manganese Oxide Hydroxide Mnosite
Rad. MoKα	λ 0.7107	Filter	Dia.		
Cut off	1/λ DIFFRACTOMETER				
Ref.	Faulring, Am. Min. 50 770-79 (1965)				
Syn.	Hexagonal		S.G.		
a	9.45	b	4.43	A	C 0.459
α	β	γ	Z 12	D _{6h}	4.34 (x=0.04)
Ref.	Ibid.				
1α	n=β	1γ	Color	Sign	
1V	D 4.55	mp			Black
Ref.	Ibid., Am. Min. 47 744 (1942)				
Sample from Nuta, Ghana, West Africa. Cell dimensions from fragments showing preferred orientation.					
d Å	1/λ	hkl	d Å	1/λ	hkl
4.43	6	001	1.067	6	711
4.00	95	101	1.040	6	442
2.59	206	211	1.043	6	612
2.42	65	220			
2.33	706	301			
2.21	10	002			
2.15	45	221			
2.07	6	311			
1.90	146	401			
1.635	100	222			
1.605	456	312			
1.478	2536	003			
1.474	14	600			
1.367	4086	340			
1.334	1296	502			
1.305	2066	303			
1.254	6	223			
1.210	10	403			
1.168	6	441			
1.104	6	004			

13-115 MAJOR CORRECTION

d	3.13	2.40	3.47	6.98	$(Ba,K)_2MnMn_2O_{18} \cdot 2H_2O$						
1/1	100	90	80	50		BARIUM POTASSIUM MANGANESE OXIDE HYDRATE			HOLLANDITE		
Rad. FeK α	λ	Filter Mn	Diap.	114.6 mm	d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl	
Cut off	1/1	Visual			6.98	50	110				
Ref.	FRONDEL, MARVIN AND ITO, <i>Am. Min.</i> 45 871 (1960)				4.93	30	200				
					1.47	80	220				
					3.12	100	210				
Syn.	PSEUDOTETRAGONAL S.G.				2.68	10	1117				
a	9.90	b	2.86	A	2.40	90	211				
c				Z	2.24	5	420				
Ref.	LGB				2.15	80	301				
					1.98	5	321				
					1.83	60	411				
IV	D	mp			1.74	2	421,440				
Ref.					1.65	20	600				
					1.55	70	521				
					1.43	20	002				
					1.363	20	541				
SAMPLE FROM LANGENBERG, SAXONY, GERMANY. ANALYSIS GIVEN.											
*DISORDERED FORM, TRUE SYMMETRY MONOCLINIC.											
											INDEXED BY LGB

223

21-1153

d	2.41	7.02	3.14	7.02	$(Na_{0.73}K_{0.27})O_{17} \cdot 4Mn_{0.25}O_{18} \cdot 1.64H_2O$						
1/1	100	95	90	95		Sodium Potassium Manganese Oxide Hydrate			Nanjiroite		
Rad. λ	Filter Mn	Diap.			d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl	
Cut off	1/1	Diffractometer			7.02	95	110				
Ref.	Nambu and Tamada, <i>J. Japan Assoc. Mineral., Petrol., Econ Geol.</i> 58, 39-54 (1967)				4.94	75	200				
					3.49	30	220				
					3.14	90	130				
Syn.	Tetragonal S.G.				2.406	100	121				
a	9.916	b	2.864	A	2.332	35	330				
c				Z	2.217	20	240				
Ref.	Ibid.				2.160	65	301				
					1.839	45	141				
					1.642	30	600,501				
IV	D	4.29	mp		1.548	45	251				
Ref.	Ibid.				1.431	35	002				
*Am. Mineral., 53, 11 & 12, 2103 (1968)											
Sample from Koharu Mine, Ivata Prefecture, Japan.											
Analysis given.											
Full formula includes Ca _{0.03} , Na _{0.01} , Fe _{0.04} , Al _{0.03} in addition.											

7-361 MAJOR CORRECTION

d	3.10	3.47	1.54	3.47	$MnPbMn_2O_{14}$						
1/1	100	60	50	60		LEAD MANGANESE OXIDE			CORONADITE		
Rad. FeK α	λ	Filter Mn	Diap.		d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl	
Cut off	1/1				3.466	60	220	1.237	10	402	
Ref.	FRONDEL AND HEINRICH, <i>Am. Min.</i> 27 48-56 (1942)				3.104	100	310	1.218	10	332	
					2.400	40	211	1.168	10	512	
					2.205	40	420	1.116	10	-	
Syn.	Tetragonal S.G. 14/m (87)				2.155	20	301				INDEXED BY MBS AND LGB
a	3.25	b	2.36	A	2.001	10	3217				
c				Z	1.960	10	5007				
Ref.	Ibid.				1.919	10	5107				
					1.836	20	411				
IV	D	5.44	mp		1.742	10	440				
Ref.					1.691	10	530				
					1.642	20	600				
					1.591	10	81				
					1.542	50	521				
					1.432	10	002				
SAMPLES FROM DOU LAZOUIT, MOROCCO AND CORONADO VEIN, CLIFTON-MORENO DISTRICT, ARIZONA, U.S.A. ISOSTRUCTURAL WITH HOLLANDITE.											
					1.400	10	112				
					1.274	20	301				
					1.356	20	541				
					1.293	10	312				

14-627 MAJOR CORRECTION

d	2.41	2.19	3.48	9.68	$(Ba,K)_2Mn_{12}(CO_3)_2$						
1/1	100	95	60	30		BARIUM MANGANESE OXIDE			ROMANECHITE		
Rad. FeK α	λ	Filter	Diap.	114.6 mm	d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl	
Cut off	1/1	P-Crometer			9.68	30	001	2.237	35	204	
Ref.	DEROLFF, <i>Techn. Phys. Dienst., Delft, Holland.</i>				6.96	55	200	2.199	85	312	
					5.76	14	201	2.151	35	312	
					5.55	25	201	2.118	4	112	
Syn.	Monoclinic S.G. C2/m (15)				4.84	20	002	2.025	14	404	
a	13.94	b	2.466	A	4.05	8	202	1.958	10	312	
c				Z	3.899	14	202	1.940	14	512	
Ref.	Ibid.				3.481	60	400	1.924	40	512	
					3.318	30	401	1.740	8	400	
IV	D	mp			3.229	30	003,401	1.710	12	604	
Ref.					2.972	30	202	1.702	10	901	
					2.882	40	203,402	1.694	8	314	
					2.768	2	402	1.642	14	604	
					2.687	8	111	1.618	4	902	
					2.674	8	111	1.600	2	711	
					2.426	30	112,310	1.561	30	512,112	
					2.409	100	112	1.530	10	312,112	
					2.244	50	311	1.499	12	315	
					2.242	4	311	1.437	4	712	
					2.214	4	201	1.423	4	002	
X-RAY FLUORESCENCE SHOWS Sr REPLACING ABOUT 10% OF THE Ba. SAMPLE CONTAINS ABOUT 2.5% Fe AND 0.5% Zn.											

d	2.19	3.47	2.88	9.50	BaMn ²⁺ 3Mn ³⁺ VO ₁₆ (OH) ₆	i				
l/l ₁	100	70	70	10						
					Barium Manganese Oxide Hydrate Romanechite					
Rad. FeK	A	Filter	Dis.	114.6mm	d A	l/l ₁	hkl	d A	l/l ₁	hkl
Cut off	1/l ₁	Visual			9.50	10	100	2.118	10	302
Ref. Mukherjee, Mineral Mag. 35 643-55 (1965)					6.93	30	020	2.095	5	141,312
Sys. Orthorhombic S.G. Pmm (47) = a ₀ 9.45 b ₀ 13.90 c ₀ 5.72 A 0.680 C 0.412 α β γ Z 2 Dx 4.70 Ref. Ibid. (Weissenberg study using FeKα)					5.74	5	001	2.021	15	322
					4.73	5	200	1.950	10	440,152
2V D 4.71 mp sy Color black					4.01	10	121	1.820	70	520,402
					3.885	40	220	1.735	15	521,080+
*If holohedral. Sample from Schneeberg Sagony, Germany (British Museum 69160), analysis gives Mn ²⁺ 8.20, Mn ³⁺ 1.07, Ba 1.22, Si 0.02, Al 0.08, Fe 0.02, Ca 0.04, Mg 0.04, Cu 0.07, Co 0.13, W 0.04, H 5.17, O 22.					3.465	70	040	1.709	25	180
					3.320	40	230	1.634	40	303,072
Ref. Ibid.					3.240	50	140,221	1.560	70	342,550
					2.970	30	041	1.523	15	190,452-
2.875					70	320,231-	1.495	15	532	
					2.750	5	001,102	1.422	60	014,291
2.660					15	150,022	1.399	70	024,460	
					2.415	70	151,212	1.353	10	622,134
2.360					50	400,132	1.341	10	503,472	
					2.313	10	060,222	1.314	5	701,254
2.254					50	160	1.294	20	314,730	
					2.190	100	401	1.273	5	244,183-
2.150					50	111,142-				

23-1239

d	7.21	2.46	2.33	7.21	Mn ₂ O ₃ ·5H ₂ O	i				
l/l ₁	100	100	100	100						
					Manganese Oxide Hydrate (Birnessite)					
Rad. MoKα	λ 0.7107	Filter Mono.	Dis. Guinier		d A	l/l ₁	hkl	d A	l/l ₁	hkl
Cut off	11K	1/l ₁	Visual		7.21	100	001			
Ref. Private Communication, Giovanoli et al., Helv. Chim. Acta, 53 453 (1970)					3.61	80	002			
Sys. Hexagonal S.G. P6 ₃ /mmc (177) = a ₀ 2.84 b ₀ 7.27 c ₀ 2.5599 α β γ Z C Dx 3.72 Ref. Ibid.					2.46	100	100			
					2.33	100	101			
2V D 3.66 mp sy Color					2.04	80	002			
					1.802	10	004			
Ref. Ibid.					1.725	80	103			
					1.454	20	104			
Finely divided mineral may be partly dehydrated and random-stacked; only h0.0 and hk.0 reflections will then appear. Mineral samples of Na-birnessite and finely divided synthetic Na-birnessite, show this diagram (omitting the orthorhombic super-cell lines).					1.422	60	110			
					1.391	40	111			
Ref. Ibid.					1.371	20	112			
					1.229	20	200			
1.212					20	201				
					1.164	10	202			
1.094					10	203				
					1.015	10	204			
0.929					10	210				
					.905	10	008			
.867					10	213				
					.819	10	300			

23-1046

d	7.09	3.56	2.51	7.09	Na ₂ Mn ₁₀ O ₂₇ ·9H ₂ O	i				
l/l ₁	100	80	70	100						
					Sodium Manganese Oxide Hydrate (Birnessite, sodian)					
Rad. FeKα	λ 1.9373	Filter Mono.	Dis. Guinier		d A	l/l ₁	hkl	d A	l/l ₁	hkl
Cut off	22K	1/l ₁	Visual		7.09	100	002	1.81	40	414
Ref. Private Communication, Giovanoli et al., Helv. Chim. Acta, 53 209 (1970)					5.60	10	120	1.77	20	004
Sys. Orthorhombic S.G. Pmm (47) = a ₀ 8.54 b ₀ 15.39 c ₀ 14.26 A 0.5549 C 0.9266 α β γ Z 3 Dx 3.88 Ref. Ibid.					3.56	80	004	1.75	10	450,280
					2.74	10	311	1.66	20	460
2V D 3.56 mp sy Color					2.58	10	312	1.63	20	530,381
					2.56	10	224	1.55	10	540
Ref. Ibid.					2.51	70	060	1.53	10	0100
					2.47	10	250	1.52	10	470
2.42					60	330	1.47	40	390	
					2.31	10	054,323	1.43	50	2100
Ref. Ibid.					2.26	10	026	1.41	40	560,600
					2.25	10	341	1.37	20	1110
2.21					40	304				
					2.15	40	260,070+			
2.14					40	235,170				
					2.09	10	171,350			
1.97					10	422,430				
					1.94	10	270			
1.86					40	440				
					1.82	40	404			

22-718

d	7.49	3.74	2.46	7.49	(Ca,Mn)Mn ₁₀ O ₂₇ ·3H ₂ O	i				
l/l ₁	100	14	10	100						
					Calcium Manganese Oxide Hydrate Rancieite					
Rad. FeKα	λ 1.9373	Filter M	Dis. 114.6mm		d A	l/l ₁	d A	l/l ₁	d A	l/l ₁
Cut off	7*(16K)	1/l ₁			7.49	100				
Ref. Richmond et al., Bull. Soc. franc. Min. Crist., 92 191-95 - (1969)					3.74	14				
Sys. Orthorhombic S.G. Pmm (47) = a ₀ b ₀ c ₀ 5.72 A 0.680 C 0.412 α β γ Z Dx Ref. Ibid.					2.463	10				
					2.342	6				
2V D 3.56 mp sy Color					2.004	2				
					1.758	2				
Ref. Ibid.					1.425	4b				
					1.397	2				
Sample from Paxton's Cave, near Bolling Springs, Virginia, USA.										

d	9.58	4.80	1.33	0.77	$(Mn, Mg, Ca, Ba, Sr, Fe)_2Mn_2O_{12} \cdot 2H_2O$				
1/d	100	90	90	100		MANGANESE OXIDE HYDRATE Todorokite			
Rad. FeK α	A	Filter Ni	Dia. 114.6mm	d A	1/d	hkl	d A	1/d	hkl
Cutoff	1/d	Visual		9.58	100	001			
Ref. FRODEL, MARYN AND ITO, AM. MINERAL., 52 1167 (1960)				7.15	20	010			
FRODEL, AM. MIN. 23 761-9 (1953)				4.80	90	010			
Sys. PSEUDO-RHOMBIC S.G.				4.44	70	010			
a 9.58 b 10.29 c 2.54				3.20	10	300, 150			
$\alpha \sim 90^\circ \beta \sim 90^\circ \gamma \sim 90^\circ$				3.07	40	310			
A 0.938 C 0.276				2.75	10	320, 101			
Z Dx				2.46	40	201			
Ref. SHARPER ET AL., AM. MIN. 52 1174 (1960)				2.42	10	400, 121			
(ELECTRON DIFFRACTION)				2.35	40	410, 330			
2V 1.92 mp				2.28	10	240			
Color black				2.20	5	031			
Ref. Ibid.				2.13	10	301			
SAMPLE FROM TODOROKI MINE, JAPAN				1.96	10	430			
				1.91	5	041			
				1.77	10	460			
				1.67	10	530			
				1.64	10	541			
				1.54	10	521			
				1.39	10	002			
				1.331	90				

18-1411

d	9.65	4.82	4.48	9.65	$(Mn, Ca, Ba, Sr, Fe, Al)_2O_7 \cdot y(2-x)H_2O$ (x and y 0 to 1)					
1/d	100	70	70	100		Manganese Calcium Barium Todorokite Oxide Hydrate				
Rad. CuK α	A	1.542	Filter Ni	Dia.	d A	1/d	hkl	d A	1/d	hkl
Cutoff	1/d	Diffraction			9.65	100	100	1.406	5	102
Ref. PAULING, ADVANCES IN X-RAY ANALYSIS 5 117-126 (1961)					7.02	40	110			
Sys. Pseudo-orthorhombic S.G.					4.82	70	200			
a 9.65 b 10.29 c 2.54					4.48	70	120			
$\alpha \sim 90^\circ \beta \sim 90^\circ \gamma \sim 90^\circ$					3.20	10	300, 150			
A 0.938 C 0.276					3.07	40	310			
Z Dx					2.75	10	320, 101			
Ref. Ibid.					2.46	40	201			
2V 2.28 mp					2.42	10	400, 121			
Color black, translucent in thin needles					2.35	40	410, 330			
and Ito, Am. Min. 45 1167 (1960)					2.28	10	240			
Sample from Charco Rodondo, Cuba; fibrous material, shows preferred orientation in many powder mounts. Intensities given were observed with the surface of solid specimens parallel to fiber direction. Lines marked * are much darker when surface is perpendicular to fiber direction, many with h0 indices are not detected.					2.20	5	031			
					2.13	10	301			
					1.96	10	430			
					1.91	5	041			
					1.77	10	460			
					1.67	10	530			
					1.64	10	541			
					1.54	10	521			
					1.47	5*	002			

21-553

d	4.74	9.40	7.17	9.40	$(Mn, Ca)_2Mn_2O_{11} \cdot 4H_2O$				
1/d	100	80	40	80		Manganese Oxide Hydrate Todorokite			
Rad. FeK α	A	Filter Ni	Dia.	d A	1/d	hkl	d A	1/d	hkl
Cutoff	1/d	Visual		9.40	80				
Ref. LAWRENCE, BAYLISS AND YONKIN, MIN. MAG., 36, 757-60 (1968)				7.17	40				
Sys. S.G.				4.74	100				
a 9.40 b 9.40 c 4.74				4.30	100				
$\alpha \sim 90^\circ \beta \sim 90^\circ \gamma \sim 90^\circ$				3.19	10				
A C Dx				2.79	10				
Ref. Ibid.				2.49	30				
2V 2.40 mp				2.40	300				
Color brassy with dark brown powder				2.28	30				
Sample from Ardillon, New South Wales, Australia. Analysis given				2.07	20				
				1.89	20				
				1.69	40				

19-83

d	9.43	3.11	4.76	9.43	$(K, Ag, Ca, Sr, Mg, Mn)_2Mn_2O_7 \cdot 5H_2O$					
1/d	100	50	40	100		Potassium Silver Calcium Manganese Oxide Hydrate Todorokite, argentian				
Rad. FeK α	A	1.9373	Filter Ni	Dia. 114.6mm	d A	1/d	hkl	d A	1/d	hkl
Cutoff	1/d	Visual			9.43	100	1,456	10		
Ref. RADKE, TAYLOR AND HEWETT, ECON. GEOL., 62 186-206 (1967)					6.75	10	1,428	20		
Sys. S.G.					4.76	40	1,362	10		
a 9.43 b 3.11 c 4.76					4.48	45	1,348	45		
$\alpha \sim 90^\circ \beta \sim 90^\circ \gamma \sim 90^\circ$					3.20	10				
A C Dx					3.11	50				
Ref. Ibid.					2.66	10				
2V 2.49 mp					2.49	10				
Color brown					2.45	20				
Sample from Aurora Mine, Hamilton, Nevada, USA.					2.40	30				
					2.35	45				
					2.23	30				
					2.16	10				
					1.995	45				
					1.914	45				
					1.756	45				
					1.691	20				
					1.630	10				
					1.593	45				
					1.471	10				

d	4.71	2.37	1.88	9.45	(Li,Al)MnO ₂ (OH) ₂	Lithium Aluminum Manganese Oxide Hydroxide	Lithiophorite			
1/1	100	70	70	50						
Rad. FeKa λ	Filter Mn Dia.				d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl
Cut off	1/1				9.45	50	001			
Ref.	Sandohr and Frenzel, Intern. Geol. Congress XX, Symp. Mang. Ores 1 61 (1956)				4.71	100	002			
					3.14	30	003			
					2.49	30	111			
					2.37	70	111			
Sys. Monoclinic	S.G. C2/m (12)				2.28	10	112			
a ₀	5.06	b ₀ 2.91	c ₀ 9.55	A 1.739 C 3.282	2.13	10	112			
β	100°30'				2.05	10	113			
Ref.	Wadley, Acta Cryst. 5 676 (1952); Gloucester Farm Postmasburg, S. Africa *				1.88	70	113,005			
					1.57	50	115,004			
2θ	nωβ γ Sign				1.45	50	020			
2V	D 3.4 mp Color Black				1.39	50	205,116			
Ref.	Ibid.				1.23	50	206,117			
					1.18	30	008			
					1.15	30	025,208			
					1.07	10	315,224			

*Sample from White Oak Mt., Tennessee, USA.
McAndrew [G.S.A. Mem. 85 201 (1962)] found a=3 x 2.925, c=2 x 28.10, 2=57 for mineral from same locality (smaller dimensions are for pseudo-cell with 2=5).

23-351

23-350

d	3.04	2.72	3.68	9.10	PbMnO ₂ (OH)	Lead Manganese Oxide Hydroxide	Quenselite			
1/1	100	80	70	20						
Rad. CuKa λ	1.5418 Filter Ni Dia. 114.6 mm				d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl
Cut off	1/1 Visual				9.10	20	100	1.881	10	-
Ref.	Welin, Arkiv Min. Geol., 4 499-541 (1948)				4.20	20	200	1.814	20	-
					3.68	70	111	1.759	20	-
					3.60	70	111	1.725	20	-
Sys. Monoclinic	S.G. P2 (3)				3.33	20	201	1.668	10	-
a ₀	9.12	b ₀ 5.68	c ₀ 5.60	A 1.606 C 0.986	3.04	100	211,300	1.680	40	-
β	93°				2.95	60	211	1.664	10	-
Ref.	Ibid., Byström, Arkiv Emi, Min. Geol., 19A 35 (1945)				2.83	20	020	1.648	20	-
					2.80	10	002	1.586	10	-
2θ	nωβ γ Sign				2.72	80	301,101	1.548	10	-
2V	D mp Color				2.64	20	102	1.519	20	-
Ref.	Ibid.				2.44	40	-	1.493	10	-
					2.33	10	-	1.469	10	-
					2.28	20	-	1.438	10	-
					2.19	20	-	1.420	10	-
					2.11	10	-	1.400	20	-
					2.08	40	-	1.366	10	-
					1.994	40	-	1.341	10	-
					1.957	40	-	1.324	10	-
					1.922	10	-	Con't lower left cor.		

Sample from Långban, Sweden.

d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl
1.396	10	-	1.726	10	-
1.289	10	-	1.708	10	-
1.268	10	-	1.181	10	-
1.251	10	-	Plus 3 lines to 1.108		

20-727

d	3.93	1.76	2.78	4.55	MnSn(OH) ₆	Manganese Tin Hydroxide	Wickmanite			
1/1	100	70	60	40						
Rad. FeKa λ	1.9373 Filter Mn Dia. 114.6mm				d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl
Cut off	1/1 Visual				4.55	40	111	1.026	30	731
Ref.	Moore and Smith, Arkiv Mineral. Geol., 4 395-99 (1967)				3.93	100	200			
					2.778	60	220			
					2.487	20	310			
Sys. Cubic	S.G. Fm _h (224)				2.372	30	311			
a ₀	7.873	b ₀	c ₀	A C	2.273	30	222			
β					2.104	10	321			
Ref.	Ibid.				1.971	35	400			
					1.806	20	331			
2θ	nωβ 1.705 γ Sign				1.761	70	420			
2V	D 3.89 mp Color Yellow				1.608	50	422			
Ref.	Ibid.				1.513	20	511,333			
					1.403	20	440			
					1.331	20	531			
					1.313	30	600			
					1.245	30	620			
					1.200	10	533			
					1.188	30	622			
					1.092	20	640			
					1.057	42	842			

Sample from Långban, Sweden.
Contains minor Mg(.35%)Ca(.25%) by electron probe analysis.

18-668

d	9.6	5.53	3.81	9.6	Ca ₂ Mn ₂ SO ₄ (S ₂ -γC ₂ -γ)(O,OH) ₄ (CO ₃) ₂ (OH) ₁₂ ·24H ₂ O	Calcium Manganese Sulfate Carbonate Hydroxide Hydrate	Jouravskite			
1/1	100	60	60	100						
Rad. FeKa λ	Filter yes Dia. 76.4mm				d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl
Cut off	1/1 Visual				9.6	100	100	2.12	20	214,313
Ref.	Gaudrey and Permingeat, Bull. Soc. franc. Min. Crist., 88 254-262 (1965)				7.1	10	101	2.02	10	304,232
					5.53	60	110	1.97	5	403
					5.26	5	002	1.91	30	500
Sys. Hexagonal	S.G. P6 ₃ /m (176)				4.89	20	111	1.87	5	134
a ₀	11.06	b ₀	c ₀ 10.50	A C 0.949	4.61	20	102	1.82	10	125,331+
β					4.35	5	210	1.64	20	144,152
Ref.	Ibid.				3.81	60	112	1.59	10	600
					3.54	40	202	1.55	5	504
2θ	nωβ 1.556 γ Sign -				3.42	50	211			
2V	D 1.95 mp Color yellow-green				3.19	30	300			
Ref.	Ibid.				3.03	5	301			
					2.96	5	113			
					2.73	50	302			
					2.64	20	004			
					2.57	20	311			
					2.52	50	104			
					2.37	20	114,312+			
					2.17	50	402,223			
					2.15	10	321			

Sample from Tachagalt, Morocco.
Analysis %: 25.67 CaO, 12.33 MnO, 2.45 O, 10.20 SO₂, 7.45 CO₂, 41.90 H₂O.

7-230 MAJOR CORRECTION

d	2.22	2.57	1.57	2.57	MnO
1/d	100	60	60	60	MANGANESE OXIDE (Manganosite)
Rad. CuK α	1.5405	Filter	DiA.		
Cut off	1/d	DIFFRACTOMETER			
Ref.	SWANSON ET AL., NBS CIRCULAR 539 2 45 (1955)				
Sys. Cubic (r.c.)	S.G. 4 - Fm $\bar{3}m$ (225)				
a	4.445	b	c	A	C
α	β	γ	Z	4	D α 5.365
Ref. 181D.					
IV	nw β 2.19 (GREEN) 17	mp		Sign	
Ref. 181D.	D 5.364	mp		Color GREEN	
Ref. 181D.	DANA'S SYSTEM OF MINERALOGY, 7th Ed., Vol. 1				
SPECT. ANAL. OF SAMPLET = 0.15 AL. MG. Si = 0.015 Ba. Ca. Fe = 0.0015 Ag. Cu.					
X-RAY PATTERN AT 25°C. NaCl STRUCTURE TYPE.					
ALMOST IDENTICAL DATA BY L.G. BERRY FOR THE NATURAL MINERAL FROM FRANKLIN FURNACE, NEW JERSEY, USA.					

227

8-99 MAJOR CORRECTION

d	3.40	2.44	2.25	3.40	MnO(OH)
1/d	100	60	50	100	MANGANESE OXIDE HYDROXIDE (Manganite)
Rad. Fe	1.9373	Filter	DiA.	57.2mm	
Cut off	1/d	VISUAL			
Ref. E.B. NUFFIELD, UNIVERSITY OF TORONTO, ONTARIO, AND SMITHERINGALE, ECON.GEOL. 24 432(1927) (D.M.O.'09)					
Sys. Monoclinic	S.G. S $\bar{2}_1/d$ (14)				
a	3.94	b	5.13	c	1.74
α	β	γ	Z	2	D α 4.20
Ref. 181D. (NUFFIELD)					
IV	nw β 2.15	mp		Sign	
Ref. 181D.	D 4.12	mp		Color GRAY-BLACK	
Ref. 181D.	DANA'S SYSTEM OF MINERALOGY 7TH Ed.				
SAMPLE FROM ELFELD, HALL, GERMANY.					
D-D VALUES BY NUFFIELD ONLY					
D-D VALUES BY SMITHERINGALE ONLY					

18-805

d	3.41	1.68	2.41	3.41	γ -MnOOH
1/d	100	90	80	100	Manganese Oxide Hydroxide (Manganite)
Rad. FeK α	1.9373	Filter	DiA.	114.6mm	
Cut off	1/d				
Ref. Bricker, Am. Min., 50 1296-1354 (1965)					
Sys. Monoclinic *	S.G. S $\bar{2}_1/d$ (14)				
a	8.98	b	5.28	c	5.71
α	β	γ	Z	2	D α 4.31
Ref. From powder data, indexed by analogy with Manganite L. G. BERRY, Assoc. Editor for Minerals					
IV	nw β	mp		Sign	
Ref.	D	mp		Color	
* (pseudoorthorhombic)					

12-733 MAJOR CORRECTION

d	4.20	2.81	2.67	5.34	MnO(OH)
1/d	100	70	70	20	MANGANESE OXIDE HYDROXIDE GADOLITE
Rad. FeK α	1.9373	Filter	DiA.	57.2mm	
Cut off	1/d	VISUAL			
Ref. R. M. THOMPSON, UNIV. OF BRITISH COLUMBIA, VANCOUVER, CANADA					
Sys. Orthorhombic	S.G. Pmm (62)				
a	4.545	b	10.695	c	2.852
α	β	γ	Z	4	D α 4.195
Ref. GRUNER, Am. Min. 22 654 (1947) REFINED ON 32 LINES					
IV	nw β	mp		Sign	
Ref. 181D.	D 4.164	mp		Color BLACK (STRONGLY PLEOCROIC)	
Ref. 181D.	DANA'S SYSTEM OF MINERALOGY 7TH Ed.				
SAMPLE FROM MAMMOET MINE, OYUKA, CHOMBY, MINNESOTA (TYPE LOCALITY).					

d	4.62	2.64	2.36	4.62	MnOOH						
l/l ₁	100	50	20	100	Manganese Oxide Hydroxide	(Feitknechtite)					
Rad. FeK 1 1.9373	Filter Ni	Di. 114.6mm				d Å	l/l ₁	hkl	d Å	l/l ₁	hkl
Cut off 1/l ₁						4.62	100	001			
Ref. Bricker, Am. Min. 50 1296-1354 (1965)						2.64	50	100			
						2.36	20	101			
						1.96	10	110			
						1.55	7	110			
						1.50	7	003			
Sys. Hexagonal S.G. A C 1.490 a ₀ 3.17 b ₀ c ₀ 4.62 Z 1 D _x 3.80 n β y Ref. Ibid., a by analogy with Mn(OH) ₂											
ca nωβ mp sy Sign 2V D Color Ref.											
Oxidation of Mn(OH) ₂ , pyrochroite yields Mn ₂ O ₃ (hausmannite) and β-MnOOH, the mixture was formerly referred to as "hydrohausmannite".											

18-787

d	2.45	4.72	1.83	4.72	Mn(OH) ₂	MnO.H ₂ O					
l/l ₁	100	90	30	100	Manganese Hydroxide	(Pyrochroite)					
Rad. FeK 1 1.9373	Filter Ni	Di. 114.6mm				d Å	l/l ₁	hkl	d Å	l/l ₁	hkl
Cut off 1/l ₁						4.72	90	001			
Ref. Bricker, Am. Min. 50 1296-1354 (1965)						2.87	40	100			
						2.45	100	101			
						2.36	5	002			
						1.826	60	102			
						1.658	40	110			
						1.565	30	111			
						1.434	5	200			
						1.382	20	201			
						1.374	20	103			
						1.356	5	112			
						1.227	20	202			
						1.182	5	004			
						1.145	10	113			
						1.095	5	104			
						1.085	10	210			
						1.062	20	203			
						.987	20	212			
Sys. Hexagonal S.G. P3m1 (164) C 1.450 a ₀ 3.315 b ₀ c ₀ 4.74 Z 1 D _x 3.274 n β y Ref. L. C. Berry, Assoc. Editor for Minerals from powder indexing											
ca 1.681 nωβ 1.723 sy Sign - 2V D 3.25 mp Color white to pale Ref. Dana's System of Mineralogy green or blue											

10-69 MINOR CORRECTION

d	2.72	1.66	3.04	4.70	Mn ₂ O ₃	Bixbyite					
l/l ₁	100	30	25	4	MANGANESE OXIDE						
Rad. FeK _α 1 1.93597	Filter Ni	Di. 114.6mm				d Å	l/l ₁	hkl	d Å	l/l ₁	hkl
Cut off 1/l ₁						4.70	4	200	1.3053	4	640
Ref. Nat. Bur. Standards (U.S.) 16C-539 2 37-39 (1959)						3.04	25	211	1.2801	4	721
						2.72	100	222	1.2583	4	642
						2.51	4	321	1.1949	4	732
						2.25	12	400	1.1764	4	800
						2.22	4	411	1.1582	4	811
						2.10	2	420	1.1418	4	820
						2.01	14	332	1.1251	2	653
						1.920	4	422	1.1089	4	822
						1.865	14	431	1.0936	4	831
						1.719	4	521	1.0793	4	652
						1.664	30	440			
						1.615	2	433			
						1.566	4	600			
						1.527	4	611			
						1.487	2	620			
						1.4524	10	541			
						1.4191	14	622			
						1.3875	4	631			
						1.3589	4	644			
Sys. Cubic S.G. Ia3 (206) a ₀ 9.411 n β γ Z 16 D _x 5.021 Ref. Ibid.											
ca nωβ mp sy Sign 2V D Color Opaque black Ref. Ibid. powder											
SAMPLE PREPARED BY NBS BY HEATING PURIFIED MANGANESE DIOXIDE AT 850°C. FOR 16 HOURS. SPECT. ANAL. SHOWED <0.15% Ni, <0.015% Cu, Pb, Mo. THALLIUM OXIDE-STRUCTURE TYPE. PATTERN MADE AT 25°C.											

8-78 MAJOR CORRECTION

d	2.72	1.66	2.16	3.44	Mn ₂ (OH) ₂ F ₂	Branthite					
l/l ₁	100	70	50	5	MANGANESE OXIDE DICHLORIDE						
Rad. FeK _α 1 1.9373	Filter Ni	Di. 57.3mm				d Å	l/l ₁	hkl	d Å	l/l ₁	hkl
Cut off 1/l ₁						5.44	54	112	1.420	40	
Ref. C. B. Nuffield, University of Toronto, Canada and Geol. Soc. Mem. 92 177 (1962)						4.70	10	200, 004	1.407	30	
						4.22	10F	202, 114	1.370	5	
						3.49	35	213	1.27	5H	
						3.23	16	225	1.22	10F	
						2.72	100	222	1.174	10	
						2.72	100	224	1.164	10	
						2.54	5	214	1.15	10FH	
						2.41	54	202	1.10	10F	
						2.33	40	400, 004	1.08	20F	
						2.25	54	411, 217	1.074	40	
						2.14	50	220, 216	1.066	10	
						1.870	20	400, 431	1.053	50FH	
						1.83	10	1, 1, 10	1.052	20F	
						1.803	20	512, 316	1.051	10F	
						1.732	20	2, 0, 10	1.043	10H	
						1.654	70	400, 404			
						1.533	20				
						1.499	10				
						1.446	10				
Sys. Tetragonal S.G. I412 (120) C 1.896 a ₀ 7.28 b ₀ c ₀ 10.67 Z 8 D _x 4.67 n β γ Ref. Ibid., Dymov and Mason, Am. Min. Soc. Mem. 92 177 (1962)											
ca nωβ mp sy Sign 2V D Color Dark brown-black Ref. Ibid., Dana's System of Mineralogy 7th Ed. SAMPLE FROM THURINGTON, GERMANY. THIS COMPLETE PATTERN SHOWS LINES GIVEN ONLY BY THE AUTHOR. F-DATA BY C. FRODEL IN FLEISCHER AND RICHMOND, Econ. Geol. 28 249 (1943), NO LOCALITY GIVEN. FRODEL GIVES 2.73=002 & 2.69=004; 2.72 DOES NOT INDEX ON THE ABOVE DIMENSIONS. OTHER PATTERNS RECORD ONE LINE. H.C. N. HUFFIELD, SAMPLE FROM MARGAL, INDIA. H.C. N. HUFFIELD LINES IN OTHER PATTERNS NOT RECORDED BY HUFFIELD.											

d	2.72	1.67	1.42	4.54	Mn ₃ O ₇ · 2CaO · 4SiO ₂ · 9H ₂ O
I/I ₁	100	90	70	10	
Manganese Silicate					Formula, ordered
Rad. FeK _α	1.9373	Filter	Mn	Dia.	114.6mm
Cut off	1/1	Visual			
Ref. de Villiers and Herbstein, Am. Mineral, 52 20-30 (1967)					
Sys. Tetragonal	S.G. I4 ₁ /acd (142)				
a ₀	9.44	b ₀	c ₀ 37.76	A	C 4.000
β	γ		Z 16	D ₂	4.834
Ref. Ibid.					
ra	n=β	mp	ty	Color	Sign
2V	D 4.727				
Ref. Ibid.					
Sample from Black Rock Manganese Mine, Cape Prov., S. Africa.					
An ordered phase of Braunitz with ca-double that of common Braunitz.					
d Å	I/I ₁	hkl	d Å	I/I ₁	hkl
4.54	10	202,116			
4.15	15	211			
3.68	40	215			
2.72	100	228			
2.35	80	100,0016			
2.10	10	422,417			
1.996	20				
1.913	10				
1.666	90				
1.517	10				
1.499	10				
1.423	70				
1.261	10				
1.233	10				
1.176	15				
1.162	15				
1.141	10				
1.081	30				
1.052	20				

16-154

d	2.49	2.77	1.54	4.94	Mn ₂ O ₃
I/I ₁	100	90	80	30	Manganese Oxide
					Hausmannite
Rad. FeK _α	1.9373	Filter	Mn	Dia.	57.3mm
Cut off	1/1	Visual			
Ref. L.W. Nuffield, in Berry & Thompson, Geol. Soc. Amer. Mem. 85 195 (1962)					
Sys. Tetragonal	S.G. I4 ₁ /amd (141)				
a	5.76	b	c 9.44	A	C 1.649
β	γ		Z 4	D ₂	4.84
Ref. Aminoff, Z. Krist., 64 475 (1926) - Langban.					
Fe	2.15 (Li)	n=β	2.46 (Li)	ty	Sign -
2V	D 4.84	mp Color brownish black			
Ref. Dana's System of Mineralogy, 7th Edition					
Sample from Ilmenau, Thuringia, Germany. Same pattern given by mineral from Langban, Sweden and Ifield, Harz. (Handoher, Symp. on Manganese Trn 1, Int. Geol. Congress Mexico, 1956)					
d Å	I/I ₁	hkl	d Å	I/I ₁	hkl
4.94	30	011	1.280	40	143
3.09	50	112	1.246	10	242
2.89	30	020	1.233	20	044
2.77	90	013	1.194	30	127,156
2.49	100	121	1.180	30	008
2.36	40	004	1.133	10	244
2.04	40	220	1.125	40	145
1.825	20	024	1.101	20	152
1.795	50	015	1.083	40	053,343
1.706	30	132	1.064	20	251,046
1.642	20	033	1.030	40	237,336
1.579	50	231	1.019	50	154
1.544	80	224			
1.468	10	116			
1.445	40	134,040			
1.423	5	233			
1.382	5	141,026			
1.350	30	035			
1.306	10	332			
1.292	10	240			

10-319 MINOR CORRECTION

d	2.56	1.50	3.01	4.91	MnFe ₂ O ₄
I/I ₁	100	40	35	20	MANGANESE IRON OXIDE - (JACOBITE)
Rad. FeK _α	1.93597	Filter	Mn	Dia.	
Cut off	1/1	DIFFRACTOMETER			
Ref. Nat. Bur. Standards (U.S.) Circ. 539, 2 (1959)					
Sys. Cubic	S.G. O _h - Fm $\bar{3}m$ (227)				
a	8.499	b	c	A	C
β	γ		Z 8	D ₂	4.990
Ref. Ibid.					
Fe	n=β	mp	ty	Color	Sign
2V	D	BLACK OPAQUE POWDER			
Ref.					
SAMPLE PREPARED AT NBS BY SOLID STATE REACTION BETWEEN Fe ₂ O ₃ AND MnCO ₃ AT 1100°C. USING KCl AS A FLUX. SPECT. ANAL. SHOWED <1.0% Ti, Zn <0.1% Al, Si <0.01% Ca, Cu, Co, Mo, Ni <0.001% Ba. SPINEL-TYPE STRUCTURE. PATTERN MADE AT 25°C.					
d Å	I/I ₁	hkl	d Å	I/I ₁	hkl
4.906	20	111			
3.005	35	220			
2.563	107	311			
2.450	32	222			
2.134	25	400			
1.7342	20	422			
1.8355	35	511			
1.5031	40	440			
1.4376	4	531			
1.3441	4	620			
1.2942	20	532			
1.2810	15	622			
1.2278	10	444			
1.1898	12	711			
1.1355	7	842			
1.1063	70	721			
1.0623	34	800			
0.9815	20	751			

18-1484

d	2.46	2.71	3.04	3.04	ZnMn ₂ O ₄
I/I ₁	100	90	80	80	Zinc Manganese Oxide
					---Hausmannite
Rad. FeK _α	1.93728	Filter	Mn	Dia.	114.6mm
Cut off	1/1	Visual			
Ref. Fremdel and Klein, Am. Min. 50 1670-80. (1965)					
Sys. Tetragonal	S.G. I4 ₁ /amd (141)				
a ₀	5.721	b ₀	c ₀ 9.229	A	C 1.613
β	γ		Z 4	D ₂	5.260
Ref. Ibid.					
ra	2.10	n=β	2.35	ty	Sign -
2V	D 5.18	mp Color black			
Ref. Dana's System of Mineralogy 7th Edition 1					
Sample from Sterling Hill, New Jersey, USA. Analyzed material [Palache, Am. Min. 13 308 (1928)].					
d Å	I/I ₁	hkl	d Å	I/I ₁	hkl
3.040	80	112	1.0902	<10 ₁	512
2.855	50	200	1.0722	20 ₁	503,433
2.707	90	105	1.0554	<10 ₁	521
2.462	100	121	1.0149	20 ₁	327,336
2.307	30	004			
2.019	40	220			
1.794	30	204			
1.756	40	105			
1.683	35	312			
1.620	20	303			
1.5634	50	321			
1.5209	70	224			
1.4300	40	400			
1.3259	10	305			
1.2942	<10	332			
1.2642	30	413			
1.1726	40	217			
1.1546	10	008			
1.1196	10	424			
1.1094	15	411			

9-459 MAJOR CORRECTION

d	2.47	2.66	3.02	4.22	$Zn_2Mn_2O_7 \cdot H_2O$						
l/l	100	80	70	4	ZINC MANGANESE OXIDE HYDRATE			HYDROMETAKOLITE			
Rad. FeK α	1/1, VISUAL ESTIMATE				Filter No.	Dn.					
Cut off	1/1, VISUAL ESTIMATE										
Ref. McANDREW, Am. Min. 31 268-75 (1956)					d Å	l/l	hkl	d Å	l/l	hkl	
Sys. TETRAGONAL					S.G.	$D_{2d}^{16} - 14/\text{AMD} (141)$					
a	b	c	D ₄		A	C 1.5702					
Ref. Ibid.					2.47	100	211	2.25	10	004	
					2.13	10	-	1.117	4	424	
					2.03	20	220	1.102	10	415	
					1.773	10	204	1.093	4	512	
					1.723	20	105	1.074	30	433,503	
					1.686	20	312	1.060	10	521	
					1.613	10	303	1.015	30	440	
					1.570	50	231	1.003	10	523	
					1.508	70	224				
					1.434	40	400				
					1.412	4	314				
					1.387	<1	411				
					1.312	4	305				
					1.299	<1	322				
SPECIMEN FROM LEADVILLE, COLORADO, USA. (HARVARD MUSEUM 92151, TYPE MATERIAL). SEE METAKOLITE.											

230

10-467 MINOR CORRECTION

d	2.55	1.50	2.99	4.88	$(Zn,Mn,Fe)(Fe,Mn)_2O_4$						
l/l	100	80	70	10	ZINC MANGANESE IRON OXIDE			FRANKLINITE			
Rad. FeK α	1.9373				Filter No.	Dn. 57.3mm					
Cut off	1/1, VISUAL										
Ref. BERRY AND THOMPSON, GEOL. SOC. AM. MIN. 32 193 (1942)					d Å	l/l	hkl	d Å	l/l	hkl	
Sys. CUBIC					S.G.	$O_h^8 - Fd\bar{3}m (227)$					
a	b	c	A		C						
Ref. Ibid.					2.55	100	311	2.44	5	222	
					2.12	40	400	1.730	30	422	
					1.632	70	511,333	1.499	80	440	
					1.499	80	440	1.340	5	620	
					1.293	20	533	1.279	5	622	
					1.224	5	444	1.133	20	642	
					1.104	50	731,553	1.061	20	800	
					0.998	10	640,822	0.978	50	751,555	
* $Zn_{0.4}Mn_{0.6}Fe_{1.0}O_4$ SAMPLE FROM FRANKLIN, NEW JERSEY, USA.											

15-807

d	6.96	3.50	4.06	6.96	$ZnMn_2O_7 \cdot 3H_2O$						
l/l	100	60	50	100	ZINC MANGANESE OXIDE HYDRATE			CHALCOPHANITE			
Rad. Fe	1/1, VISUAL				Filter No.	Dn.					
Cut off	1/1, VISUAL										
Ref. BERRY AND THOMPSON, GEOL. SOC. AM. MIN. 32 208 (1942)					d Å	l/l	hkl	d Å	l/l	hkl	
Sys. TRICLINIC					S.G.	$P1 (2)$					
a	b	c	A 1.00		C 1.09						
Ref. Ibid. (E. S. HUFFIELD)*					6.96	100	001	6.21	10	010,101	
					4.06	50	011,111	3.50	60	112,002	
					3.32	10	121	3.23	5	121,021	
					2.77	20	122,022	2.71	5	012	
					2.57	40	021,122	2.46	20	130,212	
					2.41	20	113,231	2.24	50	131,215	
					2.13	20	232,123	1.988	5	013	
					1.900	30	132	1.849	10	133,031	
					1.795	20	141,213	1.750	5		
					1.712	5		1.668	10		
SAMPLE FROM STERLING HILL, FRANKLIN, NEW JERSEY, USA. *BADLEY GIVES $a=7.54, b=7.54, c=8.22$ $\alpha=90^\circ, \beta=117.2^\circ, \gamma=120^\circ, D=3.83$ (ACTA CRYST. 2 165 1955) WITH FULL STRUCTURE ANALYSIS.											

19-88

d	6.94	3.46	4.06	6.94	$(Ag,Cu,Ca,Pb,K,Cu,Mn)Mn_2O_7 \cdot H_2O$						
l/l	100	70	50	100	Silver Calcium Manganese Oxide Hydrate			Auriferite			
Rad. FeK α	1.9373				Filter No.	Dn. 114.6mm					
Cut off	1/1, VISUAL										
Ref. Radke, Taylor and Hewett, Econ. Geol., 62 186-206 (1967)					d Å	l/l	hkl	d Å	l/l	hkl	
Sys.					S.G.	A C					
a	b	c	A		C						
Ref. Ibid.					6.94	100	1.560	6.20	20	1.543	
					4.06	50	1.508	3.46	70	1.429	
					3.29	20	1.398	3.20	10	1.321	
					2.76	30	1.277	2.76	30	1.277	
					2.70	5	1.254	2.54	50	1.204	
					2.45	40	1.144	2.40	40	1.199	
					2.23	50	1.064	2.13	30	1.036	
					1.980	<5		1.899	40		
					1.841	20		1.795	30		
					1.748	<5		1.712	10		
					1.668	<5					
Sample from Aurora Mine, Hamilton, Nevada. A silver bearing Chalcophanite; pattern is similar to Chalcophanite. Electron probe analysis gives.											

d	2.19	2.09	1.76 _w	3.40	PbMn ₂ O ₇ ·H ₂ O LEAD MANGANESE OXIDE HYDRATE CESAROLITE				
1/1	100	80	50	40					
Rad. FeKα	λ 1.9373	Filter W	Dis. 57.3mm	d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl
Cut off	1/1, Visual			3.40	40				
Ref.	BERRY AND THOMPSON, <i>Geol. Soc. Am. Mem.</i> 85, 208 (1962)			3.21	10				
Syn.		S.G.		2.37	2				
a	b	c	A	2.27	10				
β	γ	Z	D ₂	2.194	100				
Ref.				2.087	80				
1α	βwβ	γ	Sign	1.943	6				
2V	D 5.29	mp	Color STEEL-GRAY	1.867	10				
Ref.	DANA'S SYSTEM OF MINERALOGY 7th EDITION			1.760	50				
SAMPLE FROM SIDI-AMOR-BEN-DALEM, TUNISIA.					1.685	2			
				1.628	2				
				1.563	5L				
				1.473	2				
				1.406	30				
				1.326	6				
				1.238	2				

16-338

d	4.66	2.66	2.48	9.34	(Zn,Mn) ₂ MnO ₁₁ ·4H ₂ O Zinc Manganese Oxide Hydrate Woodruffite				
1/1	100	60	60	50					
Rad. FeKα	λ	Filter	Dis. 114.6mm	d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl
Cut off	1/1, Visual			9.34	50	001	1.48	50	522
Ref.	MAGAMA AND BOUTKA, <i>Min. Mag.</i> 33, 506-7 (1965)			7.00	100	*	1.42	30	442
Syn.	Tetragonal	S.G. T		4.86	5	*	1.40	30	523
a	b	c	A	4.66	100	002	1.34	30	443
β	γ	Z	D ₂	4.08	30	012	1.30	30	541
Ref.	Ibid.			3.84	30	112	1.22	10	416
1α	βwβ	γ	Sign	3.08	208	003	1.13	10	516
2V	D 4.01	mp	Color Dark brownish gray	2.86	60	130	1.10	10	526
Ref.	Ibid.			2.48	60	023	1.05	10	612
Sample from Sandur, Mysore State, India.					2.38	30	032	Cryptoclastic lines	
				2.32	20	004			
				2.16	30	114			
				2.12	30	040			
				1.86	40	005			
				1.81	30	105			
				1.69	40	500			
				1.68	20	333			
				1.61	30	423			
				1.57	10	225			
				1.52	20	315			

18-448

d	2.71	2.42	2.85	2.85	CuMnO ₂ Copper Manganese Oxide Crodherite				
1/1	100	100	80	80					
Rad. FeKα	λ 1.9373	Filter	Dis. 114.6mm	d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl
Cut off	1/1, Visual			2.85	80	002	1.273	50	321, 220
Ref.	GAUDEFRY, DIETRICH et al., <i>Bull. Soc. franc. Min. Crist.</i> 89, 80-88 (1966)			2.71	100	200, 201	1.244	5	312
Syn.	Monoclinic	S.G. C2/m (12)		2.54	20	110	1.214	30	322, 221
a	b	c	A	2.42	100	111	1.171	5	314
β	γ	Z	D ₂	2.253	20	202	1.148	10	023
Ref.	McAndrew, <i>Am. Min.</i> 41, 279 (1956)			2.240	60	201, 111	1.128	40	204
1α	βwβ	γ	Sign	1.901	10	005	1.116	40	325, 402
2V	D 5.34	mp	Color	1.797	5	112	1.090	50	115, 315
Ref.	GAUDEFRY, <i>Ibid.</i> , on mineral fr. Idikel, Maroc.			1.764	50	202, 203	1.042	40	511
Sample from Higher Pitts farm, Woodip Hills Somerset, England (British Museum 1923, 730).					1.612	60	113	1.040	20
				1.559	80	311	1.015	20	
				1.446	30	113	1.008	20	
				1.438	30	020	1.002	20	
				1.426	10	004	0.995	5	
				1.408	20	204	.989	40	
				1.397	10	311	.975	5	
				1.359	30	400, 402			
				1.334	30	313			
				1.311	5	114			
				1.280	30	022			

16-709

d	2.71	2.22	2.29	4.82	CaMn ₂ O ₆ Calcium Manganese Oxide Marohite					
1/1	100	100	80	40						
Rad. FeKα	λ	Filter yes	Dis. 240mm (circum.)	d Å	1/1	hkl	d Å	1/1	hkl	
Cut off	1/1, Visual			4.82	40	200, 020?	1.66	20	431, 151*	
Ref.	GAUDEFRY, JOURNEVSKY and FERGUSON, <i>Bull. Soc. franc. Miner. Crist.</i> 86, 359-67 (1963)			4.27	5	120	1.63	60	511	
Syn.	Orthorhombic	S.G. Pnab (57) or P21ab (29)		3.47	40	220	1.61	40	600	
a	b	c	A	3.01	40	011	1.59	20	251	
β	γ	Z	D ₂	2.87	60	111	1.58	60	260, 002	
Ref.	Ibid.			2.71	100	320	1.56	40	012	
1α	βwβ	γ	Sign	2.67	5	021	1.49	60	122, 351*	
2V	D 4.64	mp	Color black	2.56	60	211, 121	1.48	60	531, 360*	
Ref.	Ibid.			2.49	40	040	1.44	5	222, 601	
Sample from Tachgalt, Morocco.					2.41	5	400, 140	1.42	5	611, 032*
				2.35	5	221	1.40	5	312	
				2.29	80	031	1.36	40	322, 232*	
				2.22	100	240, 131*	1.35	40	640	
				2.17	40	420	1.33	20	042, 720	
				2.07	80	231	1.32	5	402, 142*	
				1.92	20	141, 401	1.30	20	332, 071	
				1.88	20	331, 411*	1.29	5	242, 171	
				1.81	20	520, 241*	1.27	5	551	
				1.80	5	421	1.255	5		
				1.74	5	440	Plus 16 lines to 0.994			

7-268 MAJOR CORRECTION

d	2.94	3.66	1.76	3.66	MnCO ₃	★				
l/l ₁	100	35	35	35			MANGANESE CARBONATE	(RHODOCHROSITE)		
Rad. CuKα	λ 1.5405	Filter Ni	Dis.		d Å	l/l ₁	hkl	d Å	l/l ₁	hkl
Cut off	l/l ₁ DIFFRACTOMETER				3.66	35	012			
Ref.	NBS CIRCULAR 539, 712 (1957)				2.84	100	104			
					2.39	20	110			
Sys.	HEXAGONAL (RHOMBOHEDRAL) S.G. R ₃₂ - R _{3c} (167)				2.172	25	113			
a	4.777	b	c	15.67	2.000	25	202			
α		β	γ	Z 2 (hex) D _{3h} 3.70	1.829	12	024			
Ref.	IBID.			Z (rhomb) 2 (rhomb)	1.770	30	018			
					1.763	35	116			
					1.556	2	211			
					1.533	14	122			
lα	1.597	n=β	1.816	lγ	1.452	2	214			
lV	D 3.70	mp		Color PALE PINK	1.423	<1	308			
Ref.	DANA'S SYSTEM OF MINERALOGY 7TH ED. VOL. 2				1.279	10	030			
					1.306	<1	0.0.12			
					1.248	<1	0.2.10			
					1.221	4	128			
					1.166	2	1.1.12			
					1.1014	2	134			

11-345 MAJOR CORRECTION

d	2.94	1.81	1.84	4.27	Ca(Mn,Mg)(CO ₃) ₂	★				
l/l ₁	100	30	25	β			CALCIUM MANGANESE CARBONATE	KUTNAHORITE		
Rad. FeKα	λ 1.9373	Filter Ni	Dis.		d Å	l/l ₁	hkl	d Å	l/l ₁	hkl
Cut off	l/l ₁ DIFFRACTOMETER				4.27	6	101	1.294	4	2.0.10
Ref.	FRONDEL AND BAUER, Am. Min. 42 748-60 (1955)				3.75	20	012	1.258	4	128
					2.94	100	104	1.189	4	2.0.11
Sys.	HEXAGONAL	S.G. R ₃ (149)			2.73	6	004	1.145	4	2.1.10
a	4.85	b	c	16.34	2.59	4	015	1.141	4	
α		β	γ	Z 3	2.44	14	110	1.126	4	134
Ref.	IBID.			D _{3d} 3.15	2.23	20	113	1.089	4	0.0.15
					2.10	4	021	1.022	6	2.0.14
					2.04	20	107	0.9763	6	1.1.15
lα	n=β	1.727	lγ	1.535	1.876	10	024			
lV	D 3.12	mp		Color Pink	1.837	25	018			
Ref.	IBID.				1.814	30	009			
					1.588	6	211			
					1.564	4	122			
					1.540	4	212			
					1.486	8	214			
					1.469	4	028			
					1.465	4	119			
					1.409	6	125			
					1.363	6	0.0.12			

20-225

d	2.91	1.80	2.21	5.41	(Ca ₉₇ Mn ₅₀ Mg ₅₂ Fe ₆₃)(CO ₃) ₂	★				
l/l ₁	100	12	10	2			Calcium Magnesium Manganese Carbonate	Kutnahorite, magnesian		
Rad. CuKα	λ 1.5418	Filter Ni	Dis.		d Å	l/l ₁	hkl	d Å	l/l ₁	hkl
Cut off	l/l ₁ DIFFRACTOMETER				5.41	2	003	1.2816	2	0210
Ref.	TANIGUCHI, Am. Mineral., 52 1751-61 (1967)				3.73	8	012	1.2071	2	220, 2011
					2.91	100	104	1.1799	2	223, 1112
Sys.	Hexagonal	S.G.			2.701	2	006	1.1524	2	312
a	4.844	b	c	16.196	2.564	2	015	1.1328	2	2110
α		β	γ	Z 3	2.423	6	110	1.1176	4	134, 0114
Ref.	IBID.			D _{3d} 3.05	2.209	10	113	1.1043	2	039
				V 329.04	2.031	6	202, 107			
					1.862	4	024			
					1.823	10	018			
lα	1.519	n=β	1.710	lγ	1.804	12	116			
lV	D 3.00	mp		Color	1.800	10	009			
Ref.	IBID.			White to Pale pink	1.578	2	211			
					1.556	4	122, 027			
					1.512	2	1010			
					1.477	4	214			
					1.457	2	208			
					1.445	2	119			
					1.399	2	030, 303			
					1.363	2	211			

17-154

d	2.95	2.62	2.46	3.1	Ca ₄ Mn ₃₋₂ (BO ₃) ₂ (CO ₃)(OH) ₂ (X=0.17)	i				
l/l ₁	100	100	100	80			Calcium Manganese Borate Carbonate Hydrate	Groedfroyite		
Rad. FeKα	λ 1.9373	Filter Ni	Dis.	76.4mm	d Å	l/l ₁	hkl	d Å	l/l ₁	hkl
Cut off	l/l ₁ Visual				9.1	80	100	1.91	60	105, 312
Ref.	JOURNEVSKY AND PERMINGEST, Bull. Soc. Franc. Mineral. Crist. 87 216-29 (1964)				5.24	10	110	1.88	40	411
					4.89	60	101	1.82	40	500
Sys.	Hexagonal	S.G. P _{63/m} (176) or P ₆₃ (173)			4.54	80	200	1.80	30	203, 402
a	10.6	b	c	5.90	3.88	10	111	1.74	40	501, 330
α		β	γ	Z 2	3.58	10	201	1.72	20	420
Ref.	IBID.			D _{3d} 3.44	3.02	20	300	1.70	40	322, 213
					2.95	100	002, 211	1.64	40	503, 412
					2.77	10	102	1.58	20	
					2.69	80	301	1.54	10	
lα	n=β	1.81	lγ	2.02	2.62	100	220	1.53	40	
lV	D3.35-3.50mp			Color black	2.52	20	310	1.50	10	
Ref.	IBID.				2.44	100	202	1.49	60	
					2.39	10	221	1.46	20	
					2.31	60	311	1.43	10	
					2.26	10	400	1.39	10	
					2.23	60	212	1.35	10	
					2.17	20	302, 401	1.33	10	
					2.09	20	310	1.32	10	
					1.96	20	227, 321	1.28	20	