สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	4
2.1 สเปกโทรสโกปีของการสั่น	4
2.1.1 การเปลี่ยนระดับการสั่นและการดูดกลืนอินฟราเรด	4
2.1.2 แบบปกติของการสั่นของโมเลกุล	6
2.1.3 เฟอร์มิ เรโซแนนซ์	7
2.2 โมเลกุลอิสระของน้ำ	7
2.2.1 รูปทรงเรขาคณิตของน้ำ	7
2.2.2 โมเลกุลของน้ำที่ไม่สมมาตร	8
2.3 อิทธิพลของการรบกวนที่มีต่อสเปกตรัมของน้ำ	10
2.4 เกณฑ์ในการเกิดพันธะไฮโดรเจน	12
2.4.1 เกณฑ์เชิงเรขาคณิตในการเกิดพันธะไฮโดรเจน	12
2.4.2 เกณฑ์ทางสเปกโทรสโกปีสำหรับการเกิดพันธะไฮโดรเจน	12
2.5 สหสัมพันธ์ของค่า ν_{OH} กับความแข็งแรงของพันธะไฮโดรเจน	13
2.6 อันตรกิริยาระหว่างแคตไอออนกับน้ำ	13
2.6.1 ความถี่ในช่วงการสั่น	13
2.6.2 ความถี่ของการเคลื่อนที่และอันตรกิริยาระหว่างแคตไอออนกับน้ำ	14
2.7 เทอร์มอแกรวิเมตริกอะนาไลซิส	15
2.8 เทคนิคคาร์ล ฟิชเชอร์	16

สาบัญเรื่อง(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การทดลอง	19
3.1 เทคนิคที่ใช้การทดลอง	19
3.2 เครื่องมือและสารเคมี	19
3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	19
3.1.2 สารเคมี	19
3.3 วิธีการทดลอง	20
3.3.1 เตรียม $MnHPO_4.H_2O$	20
3.3.2 เตรียม $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$	20
3.3.3 ศึกษาการตกตะกอนของไฮเดรตฟอสเฟตเมื่อผสมแคตไอออน 2 ชนิดใน 5 อัตราส่วน	20
3.4 อิทธิพลของระดับความเค็มของเกลือที่มีผลต่อค่า pH ของสารละลายที่มีของผสมของแคตไอออน (Fe: Mn)ในการเกิดฟอสเฟตไฮเดรต	22
3.5 สมบัติทางกายภาพของสารเคมีบางตัว	22
3.6 การเตรียมและบรรจุสารตัวอย่างลงในเซลล์เพื่อวัดสเปกตรัมอินฟราเรด	23
3.6.1 การเตรียมโดยใช้เทคนิค KBr press	22
3.6.2 การเตรียมโดยใช้เทคนิค Nujol mull	22
3.7 การบันทึกสเปกตรัมอินฟราเรด	23
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	24
4.1 สมบัติทางกายภาพและ ร้อยละผลผลิตของสารประกอบไฮเดรตที่เตรียมได้	24
4.2 การหาจำนวนโมลของน้ำของสารประกอบไฮเดรตที่สังเคราะห์ได้	24
4.2.1 วิธีเทอร์มอแกรวิเมตริกอะนาไลซิส (TG/DTG/DTA)	24
4.2.2 การคำนวณหาจำนวนน้ำผลึกจากเทอร์โมแกรม TG/DTG/DTA ในสารประกอบไฮเดรต	27
4.2.3 วิธีคาร์ล ฟิชเชอร์	28
4.2.4 แสดงวิธีการคำนวณหาจำนวนโมลของผลึกน้ำโดยอาศัยวิธีคาร์ล ฟิชเชอร์	29

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.3 การศึกษาสเปกโทรสโกปีการสั่นของสารประกอบไฮเดรต	33
4.3.1 การศึกษาการสั่นของ $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$ และ $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$-dx โดยการเจือจางด้วยไอโซโทป	35
4.3.2 การศึกษาการสั่นของ $MnHPO_4.H_2O$ และ $MnHPO_4.H_2O$-dx โดยการเจือจางด้วยไอโซโทป	40
4.4 การคำนวณหาค่า เอนทาลปีของการเกิดพันธะไฮโดรเจน ($-\Delta H_H$)	41
4.5 การศึกษาสเปกโทรสโกปีของสารประกอบไฮเดรตที่ผสมแคตไอออน 2 ชนิด	
4.6 อิทธิพลของระดับความเค็มของเกลือที่มีผลต่อค่า pH เริ่มต้น ของของผสมแคตไอออน 2 ชนิด (Fe:Mn) ในการเกิดฟอสเฟตไฮเดรต	53
บทที่ 5 สรุป	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	61

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงโครงสร้างโมเลกุลของน้ำ	7
2	แสดงแบบการสั่นของน้ำ	9
3	แสดงแบบการสั่นของฟอสเฟต	9
4	แสดงการเลื่อนตำแหน่งชอง ν_{OH} ในไฮเดรตบางตัว	12
5	แสดงเทอร์มอแกรม TG/DTG/DTA ของ $MnHPO_4.H_2O$	25
6	แสดง เทอร์มอแกรม TG/DTG/DTA ของ $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$	26
7	แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของ $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$ ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr	33
8	แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของ $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$-dx ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr	34
9	แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของ $MnHPO_4.H_2O$ ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr	37
10	แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของ $MnHPO_4.H_2O$-dx ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr	38
11	แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 1:1 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$	43
12	แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 1:2 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$	44
13	แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 1:3 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$	45
14	แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 3:1 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$	46
15	แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 2:1 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$	47

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

16 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 1:1 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $MnHPO_4.H_2O$ 48

17 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 1:2 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $MnHPO_4.H_2O$ 49

18 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 1:3 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $MnHPO_4.H_2O$ 50

19 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 2:1 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $MnHPO_4.H_2O$ 51

20 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของไฮเดรตที่เกิดจากการผสมแคตไอออน Fe:Mn = 3:1 ซึ่งบันทึกได้โดยใช้เทคนิค KBr โดยเตรียมตามวิธีการเตรียม $MnHPO_4.H_2O$ 52

21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเค็มของเกลือกับค่า pH เริ่มต้น เมื่อเตรียมตามวิธี $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$ 53

22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเค็มของเกลือกับค่า pH เริ่มต้น เมื่อเตรียมตามวิธี $MnHPO_4.H_2O$ 56

ผ.1 Karl Fischer Automatic Titrator (Metrohm 798 MPT Titrino) 61

ผ.2 FTIR / FT Raman spectrophotometer (Perkin Elmer Spectrum GX) 62

ผ.2 Thermal Gravimetric Analysis , Differential Gravimetriv , and Differential Thermal Analyzer (TG/DTG/DTA , Perkin Elmer Pyris Diamond) 63

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	เปรียบเทียบค่าความถี่ของการสั่นตัวของ H_2O,HOD,D_2O	8
2.	แสดงค่าความถี่ของการสั่นของ PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$ และ H_3PO_4	17
3.	แสดงปริมาตรของ $MnSO_4.H_2O$, $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$, H_3PO_4 และ K_2HPO_4 ที่ใช้ในการเตรียมอัตราส่วนผสมของแคตไอออน (Fe : Mn) ฟอสเฟตไฮเดรต	20
4.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเค็ม,เปอร์เซนต์ของ NaCl	21
5.	แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและ % yield ของไฮเดรตที่สังเคราะห์ได้	24
6.	แสดงจำนวน % น้ำหนักที่หายไปและจำนวนโมลน้ำของสารประกอบไฮเดรต	28
7.	แสดง %ของน้ำสารละลาย Blank (CH_3OH:HCl) และจำนวนของผลึกน้ำ	35
8.	แสดงตำแหน่งการสั่น(cm^{-1})และจำแนกพีคต่างๆที่เกิดขึ้น ของ $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$ (ใช้เทคนิค KBr)	36
9.	แสดงตำแหน่งการสั่น(cm^{-1})และจำแนกพีคต่างๆที่เกิดขึ้น ของ $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$-dx(ใช้เทคนิค KBr)	39
10.	แสดงตำแหน่งการสั่น(cm^{-1})และจำแนกพีคต่างๆที่เกิดขึ้นของ $MnHPO_4.H_2O$ (ใช้เทคนิค KBr)	40
11.	แสดงตำแหน่งการสั่น(cm^{-1})และจำแนกพีคต่างๆที่เกิดขึ้นของ $MnHPO_4.H_2O$-dx (ใช้เทคนิค KBr)	42
12.	แสดงค่าเอนทาลปีของการเกิดพันธะไฮโดรเจน($-\Delta H_H$)ของไฮเดรตที่เตรียมได้	54
13.	แสดงค่า pH เริ่มต้นของของผสมแคตไอออน 2 ชนิดที่สัมพันธ์กับระดับความเค็มของเกลือเมื่อเติมตามวิธี $Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$	54
14.	แสดงค่า pH เริ่มต้นของของผสมแคตไอออน 2 ชนิดที่สัมพันธ์กับระดับความเค็มของเกลือเมื่อเติมตามวิธี $MnHPO_4.H_2O$	55