

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 โลหะฟอสเฟต (Metal Phosphate).....	5
2.2 วิธีการสังเคราะห์สาร (Synthesis Method).....	9
2.2.1 การตกตะกอน (Precipitation).....	9
2.2.2 ไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal).....	10
2.2.3 กระบวนการเตรียมแบบโซล-เจล (Sol-gel).....	10
2.2.4 การสังเคราะห์โดยเทคนิคโซโนเคมีคอล (Sonochemical).....	11
2.2.5 การสังเคราะห์โดยวิธีคอมบัสชัน (Combustion).....	11
2.2.6 การสังเคราะห์แบบการตกตะกอนร่วม (Co-precipitation method).....	12
2.3 เทคนิคการตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารโลหะฟอสเฟต.....	12
2.3.1 ฟลูออโรฟอสเฟตอินฟราเรดสเปกโทรโฟโตเมทรี.....	12
2.3.1.1 รูปแบบการสั่นของน้ำและไฮโดรเจนฟอสเฟต.....	13
(Water and Hydrogenphosphate Vibration)	
2.3.1.2 รูปแบบการสั่นของไพโรฟอสเฟต (Pyrophosphate Vibration).....	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 การวิเคราะห์เชิงความร้อนแบบดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมทรี (Differential Scanning Calorimetry, DSC) และแบบดิฟเฟอเรนเชียลเทอร์มอล (Differential Thermal Analysis, DTA)	15
2.3.3 อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี (Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)	17
2.3.3.1 หลักการ	18
2.3.3.2 เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี AAS	19
2.3.3.3 องค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ ของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	20
2.3.3.4 กระบวนการทำให้ธาตุแตกตัวเป็นอะตอมเสรีด้วยเปลวไฟ (Flame Atomization)	21
2.3.4 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Eletron Microscopy, SEM)	21
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	28
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี	28
3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	28
3.1.2 สารเคมี	28
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการสังเคราะห์	29
3.2.1 การเตรียมสารเคมี	29
3.2.2 การสังเคราะห์สารโคบอลต์ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต ($\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) และสารคอปเปอร์ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต ($\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	30
3.2.3 การสังเคราะห์สารโคบอลต์ไพโรฟอสเฟต ($\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$) และสารคอปเปอร์ไพโรฟอสเฟต ($\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$)	35
3.2.3.1 การสังเคราะห์โคบอลต์ไพโรฟอสเฟต ($\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$)	35
3.2.3.2 การสังเคราะห์คอปเปอร์ไพโรฟอสเฟต ($\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$)	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารที่สังเคราะห์ได้.....	35
3.3.1 ตรวจสอบหมู่ฟังก์ชันด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรด.....	35
สเปกโทรโฟโตเมทรี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FT-IR)	
3.3.2 ตรวจสอบความเป็นผลึกด้วยเทคนิควิเคราะห์เชิงความร้อน.....	36
แบบดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมทรี (Differential Scanning Calorimetry, DSC)	
3.3.3 ศึกษาสัณฐานวิทยา (Morphology) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน.....	36
แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)	
3.3.4 การตรวจสอบปริมาณโลหะ Co และ Cu ด้วยเทคนิคอะตอมมิก.....	36
แอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี (Atomic Absorption Spectroscopy, AAS)	
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	39
4.1 ผลการสังเคราะห์ (Synthesis results).....	39
4.2 การตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารด้วยเทคนิคต่างๆ (Characteristic materials and Identification method)	41
4.2.1 ผลการตรวจเอกลักษณ์พื้นฐานของการสันของสารสารทวิโลหะไฮโดรเจน.....	41
ฟอสเฟตไฮดรตและสารทวิโลหะโลหะไพโรฟอสเฟตด้วยเทคนิคฟูเรียร์แทรนส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR)	
4.2.2 ผลการตรวจลักษณะสัณฐานวิทยาของสารทวิโลหะไฮโดรเจนฟอสเฟต.....	51
ไฮดรตและสารทวิโลหะโลหะไพโรฟอสเฟตด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscopy, SEM)	
4.3 ผลการตรวจสอบพฤติกรรมทางความร้อนของสาร.....	59
4.3.1 สารโคบอล (II) ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮดรต ($\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).....	59
4.3.2 สารคอปเปอร์ (II) ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮดรต ($\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).....	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	66
5.1 สรุปผลการสังเคราะห์ (Synthesis results).....	66
5.2 สรุปผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ของสารด้วยเทคนิคต่าง ๆ.....	66
(Characteristic materials and Identification method)	
5.2.1 สรุปผลการตรวจเอกลักษณ์พื้นฐานของการสันของสารสารทวิโลหะ.....	66
ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรตและสารทวิโลหะโลหะไฟโรฟอสเฟต	
5.2.2 สรุปผลการตรวจลักษณะสัณฐานวิทยาของสารทวิโลหะไฮโดรเจนฟอสเฟต.....	67
ไฮเดรตและสารทวิโลหะโลหะไฟโรฟอสเฟต	
5.3 สรุปผลการตรวจสอบพฤติกรรมทางความร้อน	67
5.4 ข้อเสนอแนะ	68
เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	73
ภาคผนวก ก	74
ภาคผนวก ข	76
ประวัตินักวิจัย	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แถบการสั่นพื้นฐานของโมเลกุลน้ำภายในโครงสร้างของแข็ง (cm^{-1})	14
2.2 รูปแบบการสั่นของโมเลกุลไฮโดรเจนฟอสเฟต	14
2.3 รูปแบบการสั่นของโมเลกุลไพโรฟอสเฟต	15
4.1 ร้อยละผลผลิตของสาร โคบอลต์(II)ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต ($\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	40
4.2 ร้อยละผลผลิตของสารคอปเปอร์(II)ไฮโดรเจนฟอสเฟตไฮเดรต ($\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	40
4.3 ร้อยละผลผลิตของสาร โคบอลต์ไพโรฟอสเฟต ($\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$)	41
4.4 ร้อยละผลผลิตของสารคอปเปอร์ไพโรฟอสเฟต ($\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$)	41
4.5 แถบการสั่นและจำแนกรูปแบบการสั่นของสาร $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ด้วยวิธีการชั่ง และสารละลายความเข้มข้น 1.0 M	48
4.6 แถบการสั่นและจำแนกรูปแบบการสั่นของสาร $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ด้วยวิธีการชั่ง และสารละลายความเข้มข้น 1.0 M	49
4.7 แถบการสั่นและจำแนกรูปแบบการสั่นของสาร CoP_2O_7 ด้วยวิธีการชั่งและ สารละลายความเข้มข้น 1.0 M	50
4.8 แถบการสั่นและจำแนกรูปแบบการสั่นของสาร CuP_2O_7 ด้วยวิธีการชั่งและ สารละลายความเข้มข้น 1.0 M	50
4.9 ข้อมูลโดยสรุปที่ได้จากเทคนิค DSC ของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	59
4.10 ข้อมูลโดยสรุปที่ได้จากเทคนิค DSC ของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	62

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เทอร์โมแกรมการสลายตัวทางความร้อนของ $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	6
2.2 เทอร์โมแกรมการสลายตัวทางความร้อนของ $\text{CoHPO}_4 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$	7
2.3 เทอร์โมแกรมการสลายตัวทางความร้อนของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	9
2.4 เครื่องฟูริเยร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์	13
2.5 Vibration modes ของโมเลกุลน้ำ	13
2.6 Vibrational modes ของโมเลกุล Tetrahedral, XY_4	14
2.7 ส่วนประกอบหลักของเครื่องวิเคราะห์ทางความร้อน โดยวัดการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อน (Differential Scanning Calorimetry , DSC)	16
2.8 ส่วนประกอบหลักของเครื่องวิเคราะห์แบบดิฟเฟอเรนเชียลเทอร์มอล (Differential thermal analysis, DTA)	16
2.9 เครื่องวิเคราะห์แบบดิฟเฟอเรนเชียลเทอร์มอล (DTA)	17
2.10 เครื่องวิเคราะห์ทางความร้อนโดยวัดการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อน (DSC)	17
2.11 เทอร์โมแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ทางความร้อน โดยวัดการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อน (Differential Scanning Calorimetry , DSC)	17
2.12 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่อง AAS	19
2.13 ส่วนประกอบและการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (Scanning Eletron Microscopy, SEM)	22
2.14 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (Scanning Eletron Microscopy, SEM)	22
2.15 ลักษณะโครงของสายโซ่วงแหวน (A) และสายโซ่ตรง (B) ของ $\text{P}_4\text{O}_{12}^{4-}$	24
3.1 แผนภาพการสังเคราะห์สารตัวเดียวและการตรวจสอบเอกลักษณ์เฉพาะของสาร	37
3.2 แผนภาพการสังเคราะห์สารทวิโลหะและการตรวจสอบเอกลักษณ์เฉพาะของสาร	38
4.1 FTIR spectra ของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 2.8110 g $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$	42
4.2 FTIR spectra ของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 1.0 M $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$	43
4.3 FTIR spectra ของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 2.3793 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$	43

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.4 FTIR spectra ของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 1.0 M $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$	44
4.5 FTIR spectra ของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่แสดงการเปรียบเทียบของการเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นระหว่าง [a] 2.8110 g $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, [b] 1.0 M $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, [c] 2.3793 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, [d] 1.0 M $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	44
4.6 FTIR spectra ของ CoP_2O_7 ที่แสดงการเปรียบเทียบของการเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นระหว่าง[a] 2.8110 g $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, [b] 1.0 M $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, [c] 2.3793 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, [d] 1.0 M $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	45
4.7 FTIR spectra ของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 2.4968 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$	45
4.8 FTIR spectra ของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 1.0 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$	46
4.9 FTIR spectra ของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 2.4160 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$	46
4.10 FTIR spectra ของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 1.0 M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$	47
4.11 FTIR spectra ของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่แสดงการเปรียบเทียบของการเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นระหว่าง[a] 2.4968 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, [b] 1.0 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, [c] 2.4160 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, [d] 1.0 M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	47
4.12 FTIR spectra ของ CuP_2O_7 ที่แสดงการเปรียบเทียบของการเปลี่ยนแปลงสารตั้งต้นระหว่าง[a] 2.4968 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, [b] 1.0 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, [c] 2.4160 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, [d] 1.0 M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	48
4.13 FTIR spectra ของ $\text{CoCuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 2.8110 g $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 2.4968 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน CoCuP_2O_7	51
4.14 FTIR spectra ของ $\text{CoCuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่เตรียมด้วยระบบ 1.0 M $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 1.0 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และสารผลิตภัณฑ์อนุพันธ์ทางความร้อน CoCuP_2O_7	52

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.15 สัณฐานวิทยา SEM ของสาร $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และอนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่ได้จาก 2.3793 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ โดยภาพ (ก) $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และ (ข) $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่กำลังขยาย 2500 เท่า	53
4.16 สัณฐานวิทยา SEM ของสาร $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และอนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่ได้จาก 1.0 M $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ โดยภาพ (ก) $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และ (ข) $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่กำลังขยาย 1500 เท่า	54
4.17 สัณฐานวิทยา SEM ของสาร $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และอนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่ได้จาก 2.4968 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ โดยภาพ (ก) $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และ (ข) $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่กำลังขยาย 1000 และ 2000 เท่า ตามลำดับ	55
4.18 สัณฐานวิทยา SEM ของสาร $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และอนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่ได้จาก 1.0 M $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ โดยภาพ (ก) $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และ (ข) $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่กำลังขยาย 500 และ 1000 เท่า ตามลำดับ	56
4.19 สัณฐานวิทยา SEM ของสาร $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และอนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่ได้จาก 2.4160 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ โดยภาพ (ก) $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และ (ข) $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่กำลังขยาย 1000 เท่า	57
4.20 สัณฐานวิทยา SEM ของสาร $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และอนุพันธ์ทางความร้อน $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่ได้จาก 1.0 M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ โดยภาพ (ก) $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ และ (ข) $\text{Cu}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ที่กำลังขยาย 2000 เท่า	58
4.21 เทอร์โมแกรมของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วย 2.8110 g $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	60
4.22 เทอร์โมแกรมของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วย 2.3793 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	60
4.23 เทอร์โมแกรมของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วย 1.0 M $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	61
4.24 เทอร์โมแกรมของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วย 1.0 M $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	61

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.25 เทอร์โมแกรมของ $\text{CoHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วยระบบต่างๆ โดย $[\text{a}] = \text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $[\text{b}] = \text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $[\text{c}] = 1.0 \text{ M CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และ $[\text{d}] = 1.0 \text{ M CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	62
4.26 เทอร์โมแกรมของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วย $2.4968 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	63
4.27 เทอร์โมแกรมของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วย $2.4160 \text{ g Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	64
4.28 เทอร์โมแกรมของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วย $1.0 \text{ M CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	64
4.29 เทอร์โมแกรมของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วย $1.0 \text{ M Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	65
4.30 เทอร์โมแกรมของ $\text{CuHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 K min^{-1} ในแก๊ส N_2 จากการเตรียมด้วยระบบต่างๆ โดย $[\text{a}] = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $[\text{b}] = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $[\text{c}] = 1.0 \text{ M CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และ $[\text{d}] = 1.0 \text{ M Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	65