

วิธีการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

3.1.1 Ion-Meter E 600 (Metrohm Herisau, Switzerland)

3.1.2 Flame Atomic Absorption Spectrophotometer model 4000
(Perkin-Elmer, 1980)

3.1.3 X-ray Diffractometer model channel control PM 1390, pen recorder PM 8203, Goniometer supply PM 1373, Phillips (Made in Holland)

3.1.4 Reaction Vessel ประกอบด้วยบีกเกอร์ขนาดจ 1 ลิตรพร้อมฝาปิด ซึ่งมี
คอ 5 คอ สำหรับหย่อน electrodes ต่าง ๆ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น (รูปที่ 3.1)

และรูปที่ 3.2 ดังต่อไปนี้

3.1.4.1 Glass Electrode

3.1.4.2 Platinum Electrode

3.1.4.3 Calomel Electrode

3.1.4.4 เครื่องควบแน่น (Condenser)

3.1.4.5 ท่อนำแก๊สเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ประกอบด้วยปลายด้าน

หนึ่งซึ่งมี 8 ช่องขนาดเล็ก ๆ

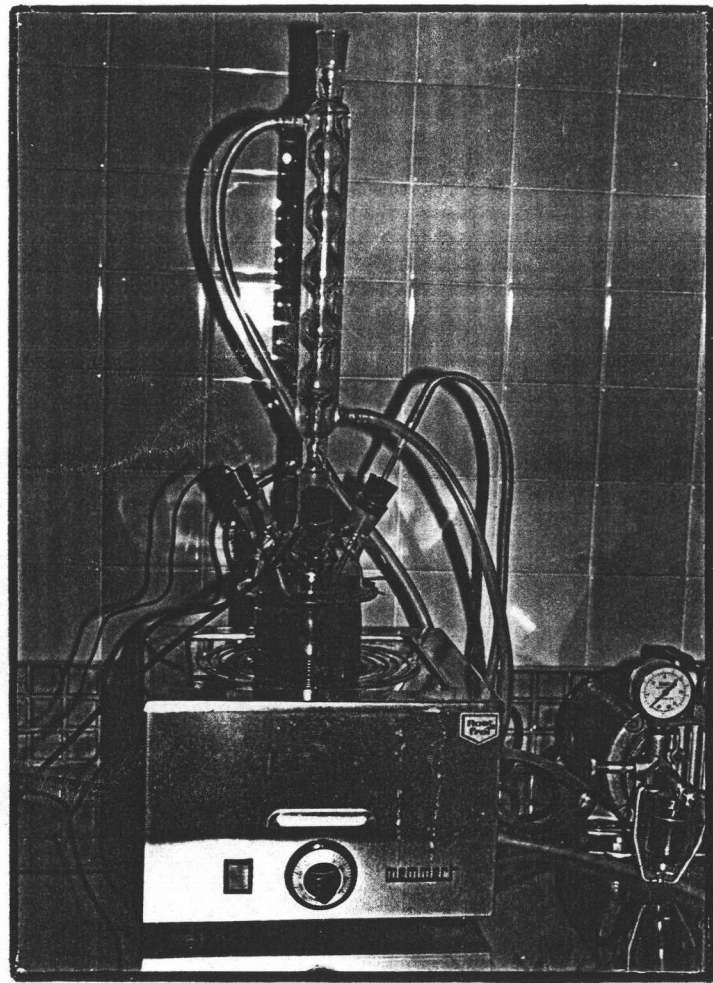
3.1.4.6 เทอร์โมมิเตอร์ (ไม่ได้เสียบกับฝาปิดตลอดเวลา)

3.1.5 Water Bath เพื่อใช้ปรับอุณหภูมิของสารให้ได้ตามที่ต้องการ

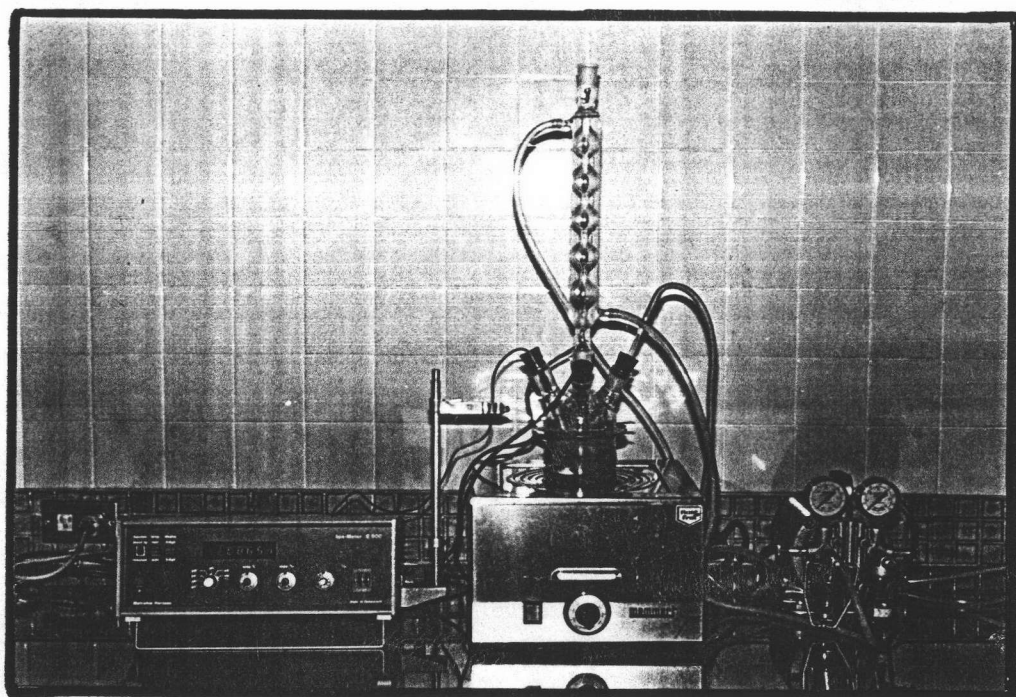
3.1.6 บีมอากาศ ใช้ในการพ่นอากาศขณะทดลองกระบวนการเฟอร์ไรท์ และใช้เป็น
ส่วนประกอบในการกรองตะกอนเฟอร์ไรท์แบบกรองดูด

3.1.7 อุปกรณ์การกรองดูดตะกอนเฟอร์ไรท์ ประกอบด้วยกรวยบุชเนอร์ (Buchner
Funnel) ขวดซัคชัน (Suction Flask), Glass Microfibre Filters (GF/C)
Whatman 7-0 cm และบีมอากาศ

3.1.8 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำขวดพลาสติกพวกโพลีโพรไพลีน (Polypropylene)
ขนาดความจ 1 ลิตร ล้างด้วย(1+1) กรดไนตริก 1 ครั้ง และตามด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง



รูปที่ 3.1 Reaction Vessel ในการทดสอบกระบวนการเฟอร์ไรท์



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของเครื่องมือในการทดสอบกระบวนการเพอร์ไรท์

I10298370

3.2 สารเคมี ทุกชนิดที่ใช้เป็น analytical reagent grade

3.2.1 Stock Solution 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรของตะกั่ว ซึ่ง $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1.5984 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร

3.2.2 Stock Solution 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรของแคดเมียม ซึ่ง $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.7441 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ใน Volumetric Flask

3.2.3 Stock Solution 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรของแคดเมียม ซึ่ง $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.7441 กรัม และซึ่ง $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1.5984 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น จนมีปริมาตรเป็น 1 ลิตร ใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร

3.2.4 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ใช้เป็นรีเอเจนต์ตัวหนึ่งในการทดลองกระบวนการเฟอร์ไรท์

3.2.5 4 N NaOH ซึ่ง NaOH 160 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นที่ต้มให้เดือดและทำให้เย็นแล้วจนได้ปริมาตร 1 ลิตร เป็นสารละลายที่ใช้ปรับค่าพีเอชของสารละลายในกระบวนการเฟอร์ไรท์

3.2.6 (1+1) H_2SO_4 ตวง Conc H_2SO_4 500 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ผสมให้เข้าด้วยกัน เป็นสารละลายที่ใช้ปรับพีเอชของสารละลายขณะเริ่มต้นปฏิกิริยาเพื่อรักษาพีเอชให้มีความเป็นกรดเริ่มแรกก่อนเติมเกลือเฟอร์รัสซัลเฟต

3.2.7 Conc HNO_3

3.2.8 อะซิโตน (acetone)

3.2.9 เมทิลไอโซบิวทิลคีโตน (MIBK) เป็นตัวทำละลายที่ใช้ผสมในสารเริ่มต้นเพื่อศึกษาผลของตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีต่อการเกิดเฟอร์ไรท์

3.2.10 เอทานอล 95% (ethanol) เป็นตัวทำละลายที่ใช้ผสมในสารเริ่มต้น เพื่อศึกษาผลของตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีต่อการเกิดเฟอร์ไรท์

3.3 สารตัวอย่าง (sample)

3.3.1 สารตัวอย่างน้ำเสียที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของตะกั่วและแคดเมียม

3.3.1.1 สารตัวอย่างตะกั่ว เตรียมสารละลายตัวอย่าง Pb^{2+} ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยบีเปิด Stock Solution ของ Pb^{2+} 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรมา 100 มิลลิลิตรใส่ใน Volumetric Flak ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรรวมเป็น 1 ลิตร

3.3.1.2 สารตัวอย่างแคดเมียม เตรียมสารละลายตัวอย่าง Cd^{2+} ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยบีเปิด Stock Solution ของ Cd^{2+} 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรมา 100 มิลลิลิตรใส่ใน Volumetric Flask ปริมาตร 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรรวมเป็น 1 ลิตร

3.3.1.3 สารผสมของตะกั่วและแคดเมียม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

- สารผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้นอย่างละ 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรโดยชั่ง $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 2.7441 กรัม และชั่ง $Pb(NO_3)_2$ 1.5984 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 1 ลิตร ใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร

- สารผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้นอย่างละ 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยบีเปิด Stock Solution ของสารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียม 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรมา 1000 มิลลิลิตรใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรที่อ่านได้เป็น 1 ลิตร

- สารผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้นอย่างละ 10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยบีเปิด Stock Solution ของสารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียม 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรมา 10 มิลลิลิตรใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรที่อ่านได้เป็น 1 ลิตร

- สารผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้นอย่างละ 1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยบีเปิด Stock Solution ของสารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียม 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรมา 1 มิลลิลิตรใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรที่อ่านได้เป็น 1 ลิตร

- สารผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้นอย่างละ 0.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยบีเปิด Stock Solution ของสารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียม

1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร มา 0.5 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรที่อ่านได้เป็น 1 ลิตร

- สารผสมตะกั่วและแคดเมียม เข้มข้นอย่างละ 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยบีเบต Stock Solution ของสารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียม 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร มา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรที่อ่านได้เป็น 1 ลิตร

3.3.2 ตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บจากบริเวณท่อน้ำทิ้งของน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกจากห้องปฏิบัติการที่คาดว่าจะมีการทดลองเกี่ยวกับโลหะหนัก และจากห้องปฏิบัติการเคมีโดยตรง สถานที่เก็บตัวอย่างที่กำหนดไว้มีดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	จุดที่เก็บตัวอย่าง
1	ตึก เคมี 1	เก็บจากท่อน้ำเสีย
2	ตึก เคมี 1	เก็บโดยตรงจากห้องปฏิบัติการ
3	ตึก เคมี 2	เก็บจากท่อน้ำเสีย
4	ตึก เคมี 2	เก็บโดยตรงจากห้องปฏิบัติการ
5	สระน้ำข้าง เคมี 2	เก็บลึกจากผิวน้ำ 1 เมตร
6	ตึกวิทยาศาสตร์ทั่วไป	เก็บจากท่อน้ำเสีย
7	ตึกชีววิทยา	เก็บจากท่อน้ำเสีย
8	วิศวกรรมเคมี, วิศวกรรมโลหการ และนิวเคลียร์เทคโนโลยี	เก็บจากท่อน้ำเสีย
9	ตึก 7 ชั้น	เก็บจากท่อน้ำเสีย
10	สระใหญ่จุฬาฯ	เก็บลึกจากผิวน้ำ 1 เมตร
11	สระน้ำทิ้ง เกสซ์	เก็บลึกจากผิวน้ำ 1 เมตร
12	ทันตแพทย์	เก็บจากท่อน้ำเสีย

3.4 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

3.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเสียจะเก็บสถานที่ละ 2 ลิตร โดยจะใช้ขวดพลาสติก ซึ่งล้างด้วย (1+1) HNO_3 ตามด้วยน้ำกลั่น และก่อนเก็บตัวอย่างล้างด้วยน้ำตัวอย่างที่จะทำการเก็บตัวอย่าง แต่ละสถานีของน้ำเสียที่เก็บทำการวัดอุณหภูมิ พีเอช ความเป็นกรด (acidity) สภาพนำไฟฟ้า (conductivity) เก็บรักษาตัวอย่างด้วยกรดไนตริกเข้มข้นเพื่อปรับพีเอชให้เท่ากับหรือน้อยกว่า 2 เก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็นจนกว่าจะทำการวิเคราะห์หรือทดลองนำมากำจัดโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์

3.4.2 การเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเคมีโดยตรงจากตึกเคมี 1 และ เคมี 2 จะเลือกเก็บตัวอย่างเฉพาะวันที่มีการทดลองแคโทดออสทอมู I-II โดยวิธีการเก็บจะนำขวดพลาสติกที่ล้างด้วย (1+1) กรดไนตริกและน้ำกลั่นแล้ววางตามอ่างล้างเครื่องมือในห้องปฏิบัติการนั้น เพื่อให้มีลิสต์เอกสารละลายที่ทดสอบแล้วนั้นลงในขวดที่เตรียมไว้ให้ในช่วงเวลาที่นิสิตทดลอง จากนั้นจะผสมตัวอย่างน้ำเสียจากจุดย่อย ๆ มารวมกัน สุ่มตัวอย่างเก็บไว้ทดลองประมาณ 5 ลิตร ทำการทดลองวัดอุณหภูมิ พีเอช ความเป็นกรดค่าสภาพนำไฟฟ้า

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 กระบวนการเฟอร์ไรท์ มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

3.5.1.1 เคมีสารละลายตัวอย่างจำนวนหนึ่ง (ที่ใช้ทดลอง 800 ml) ซึ่งมีความเข้มข้นต่าง ๆ กันลงใน Reaction Vessel จุ่มบีกเกอร์พร้อมฝาที่ปิดได้สนิทลงใน water bath

3.5.1.2 อุ่นสารละลายใน water bath โดยปรับอุณหภูมิตามต้องการ และตรวจสอบอุณหภูมิของสารละลายใน Reaction Vessel ด้วยเทอร์โมมิเตอร์เพื่อปรับอุณหภูมิ water bath

3.5.1.3 จุ่มท่อแนะนำแก๊สลงใน Reaction Vessel โดยต่อท่อแนะนำแก๊สผ่านจุกยาง เพื่อจะได้ปิดคอกของส่วนที่เป็นฝาปิดของ Reaction Vessel ได้สนิท ต่อเครื่องควบคุมแรงดันในอีกคอกหนึ่งที่ว่างอีก 3 คอ จะปิดด้วยจุกแก้วที่มีขนาดพอดีกัน พันแก๊สไนโตรเจน ซึ่งไร้ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ลงตามท่อแนะนำแก๊ส พันเป็นเวลาานาน 1 ชั่วโมง

3.5.1.4 หลังพันไนโตรเจน 1 ชั่วโมงหย่อน calomel electrode, glass electrode และ platinum electrode ลงในคอกแทนจุกแก้วทั้ง 3 คอ เพื่อวัด

ค่าพีเอช ค่าศักย์ออกซิเดชัน (ORP) ของสารละลาย

3.5.1.5 เติม (1+1) H_2SO_4 ลงในสารละลาย 2 มิลลิลิตร

3.5.1.6 เติม $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 14.4 กรัม

3.5.1.7 ปรับพีเอชด้วย 4N NaOH เพื่อให้พีเอชของสารละลายเป็นตาม

ที่ต้องการ

3.5.1.8 วัดค่า ORP (mv) ของสารละลายที่เกิดขึ้นขณะพ่นแก๊สไนโตรเจนต่อ
ทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลานานครึ่งชั่วโมง (ขณะที่วัดค่า ORP วัดค่าพีเอชพร้อมไปด้วยและจะต้อง
ปรับพีเอชให้คงที่ตลอดเวลาจนปฏิกิริยาสิ้นสุด)

3.5.1.9 พ่นอากาศด้วยอัตรา 3 ลิตร ต่อนาทีลงในสารละลายข้อ 3.5.1.8 แทน
การพ่นด้วยแก๊สไนโตรเจน

3.5.1.10 บันทึกการเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ออกซิเดชัน เวลาและพีเอช ของสาร
ละลายไปจนกระทั่งถึงจุดที่ค่าศักย์ออกซิเดชันเปลี่ยนอย่างรวดเร็วและคงที่ที่จุดจุดหนึ่ง แสดงว่า
ปฏิกิริยายุติลงแล้ว จะหยุดการทดลอง

3.5.1.11 วัดความสูงของตะกอน, บันทึกสีตะกอน, วัดความเป็นสารแม่เหล็ก
ของตะกอนที่ได้โดยใช้แท่งแม่เหล็ก (magnetic bar) เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว
5 เซนติเมตร บันทึกความสูงของตะกอนที่สามารถถูกดูดขึ้นตามแท่งแม่เหล็ก

3.5.1.12 กรองตะกอนด้วย เครื่องกรองดูด เก็บส่วนน้ำใสที่ได้นำมาปรับพีเอช
ให้ต่ำกว่า 2 ด้วย Conc HNO_3 เพื่อวัดปริมาณของโลหะหนักที่เหลือโดยใช้เครื่องอะตอมมิค
แอมป์ซอร์ชัน สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ส่วนตะกอนที่ได้ล้างด้วยน้ำกลั่น และทำให้แห้งด้วยอะซีโตน
เพื่อเก็บไว้ทดสอบด้วยเอกซเรย์ดิฟแฟร็กโตมิเตอร์

3.5.2 วิธีทดลองเพื่อศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดตะกั่วจากน้ำเสียที่สังเคราะห์
ขึ้นมา ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร วิธีทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมโดย

3.5.2.1 เติมสารละลายตัวอย่างน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นมาที่ความเข้มข้น
100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรมาทดลอง 800 มิลลิลิตร ทำการทดลองและบันทึกผลการ
ทดลองเช่นเดียวกับในหัวข้อ 3.5.1 โดยจะปรับค่าพีเอชเป็น 9 อุณหภูมิ $55^{\circ}C$. แล้วทดลอง
ซ้ำเหมือนเดิมเปลี่ยนเป็นพีเอช 9 อุณหภูมิ $60^{\circ}, 65^{\circ}, 70^{\circ}, 75^{\circ}C$. ตามลำดับ

3.5.2.2 ทดลองเช่นเดียวกับ 3.5.2.1 ต่างที่เงื่อนไขการทดลองจะปรับค่าพีเอชเป็น 10 อุณหภูมิ 55⁰ซ. แล้วทดลองซ้ำเหมือนเดิมโดยเปลี่ยนเป็นพีเอช 10 อุณหภูมิ 60⁰, 65⁰, 70⁰, 75⁰ซ. ตามลำดับ

3.5.2.3 ทดลองเช่นเดียวกับ 3.5.2.1 ต่างที่เงื่อนไขการทดลองจะปรับค่าพีเอชเป็น 11 อุณหภูมิ 55⁰ซ. แล้วทดลองซ้ำเหมือนเดิมอีกโดยเปลี่ยนเป็นพีเอช 11 อุณหภูมิ 60⁰, 65⁰, 70⁰, 75⁰ซ. ตามลำดับ

3.5.3 วิธีทดลองเพื่อศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดแคดเมียมจากน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นมา ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ วิธีทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจะทดลองเช่นเดียวกับ 3.5.2.1, 3.5.2.2 และ 3.5.2.3

3.5.4 วิธีทดลองเพื่อศึกษาอัตราส่วนโมลที่เหมาะสมในการกำจัดสารผสมตะกั่วและแคดเมียม โดยใช้เงื่อนไขการทดลองที่เหมาะสมจากการสรุปผลการทดลองข้อ 3.5.2 และ 3.5.3 คือ อุณหภูมิ 70⁰ซ. พีเอช 9 และทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 จากสารเริ่มต้นต่อไปนี้

3.5.4.1 น้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร

3.5.4.2 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

3.5.4.3 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร เพิ่มปริมาณ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เป็น 28.8 กรัม

3.5.4.4 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ลดปริมาณ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เป็น 3.6 กรัม

3.5.4.5 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ลดปริมาณ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เป็น 7.2 กรัม

3.5.4.6 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

3.5.4.7 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร เพิ่มปริมาณ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เป็น 28.8 กรัม

3.5.4.8 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์
เดซิเมตร

3.5.4.9 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์
เดซิเมตร

3.5.4.10 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์
เดซิเมตร

3.5.4.11 สารละลายผสมตะกั่วและแคดเมียมเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อ
ลูกบาศก์เดซิเมตร

3.5.5 วิธีทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิดต่อการกำจัดตะกั่วและ
แคดเมียมโดยกระบวนการเฟอร์ไรท์ ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 โดยเลือกเงื่อนไขทดลอง
อุณหภูมิ 70^o ซ. พีเอช 9 กับสารเริ่มต้นต่อไปนี้

3.5.5.1 สารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์
เดซิเมตร 760 มิลลิลิตรผสมกับ เอทานอล 40 มิลลิลิตร (ปริมาณเอทานอลในสารละลายสุดท้าย
เป็น 5%)

3.5.5.2 สารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์
เดซิเมตร 720 มิลลิลิตรผสมกับ เอทานอล 80 มิลลิลิตร (ปริมาณเอทานอลในสารละลายสุดท้าย
เป็น 10%)

3.5.5.3 สารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์
เดซิเมตร 792 มิลลิลิตรผสมกับ MIBK 8 มิลลิลิตร (ปริมาณ MIBK ในสารละลายสุดท้าย
เป็น 1%)

3.5.5.4 สารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์
เดซิเมตร 780 มิลลิกรัมผสม MIBK 20 มิลลิลิตร (ปริมาณ MIBK ในสารละลายสุดท้ายเป็น 2.5%)

3.5.5.5 สารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์
เดซิเมตร 776 มิลลิลิตรผสมกับ MIBK 24 มิลลิลิตร (ปริมาณ MIBK ในสารละลายสุดท้าย
เป็น 3%)

3.5.5.6 สารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์
เดซิเมตร 768 มิลลิลิตรผสมกับ MIBK 32 มิลลิลิตร (ปริมาณ MIBK ในสารละลายสุดท้าย
เป็น 4%)

3.5.5.7 สารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียม 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ เดซิเมตร 760 มิลลิตรผสมกับ MIBK 40 มิลลิตร (ปริมาณ MIBK ในสารละลายสุดท้าย เป็น 5%)

3.5.6 วิธีการวิเคราะห์สมบัติของตะกอนเฟอร์ไรต์ด้วยเอกซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์

3.5.6.1 นำตะกอนที่ล้างด้วยอะซิโตนและทำให้แห้งแล้ว มาบดให้ละเอียด และเข้าด้วยกัน แล้ววางตะกอนลงบนแผ่นแก้ว (slide) กดทับด้วยแผ่นกระจกอีกแผ่นหนึ่ง เพื่อให้ตะกอนถูกอัด เป็นฟิล์มบาง ๆ มีความหนาสม่ำเสมอบนแผ่นแก้วนั้น

3.5.6.2 วางแผ่นแก้วลงใน sample chamber

3.5.6.3 ปรับเงื่อนไขของเครื่อง x-ray diffractometer เป็นดังนี้
Gain 32, Range (R) = 2×10^3 C/S, Time Constant (T) = 4 sec
Low Level (LL) = 3.50, Window (W) = 4.0

3.5.7 วิธีทดลองกำจัดสารผสมตะกั่วและแคดเมียมโดยวิธีตกตะกอนแบบธรรมดาด้วย สารเคมี (Conventional Chemical Precipitation) ตกตะกอนด้วย 4N NaOH โดยทำการทดลองกับสารละลายผสมของตะกั่วและแคดเมียมที่ความเข้มข้น 1000, 100, 10, 5, 1, 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ เดซิเมตร ในแต่ละความเข้มข้นปรับพีเอชเป็น 9, 10, 11 ตามลำดับ กรองตะกอนไฮดรอกไซด์ที่ได้ด้วยกระดาษกรอง GF/C น้ำใส่ที่ผ่านจากกระดาษ กรองทำการปรับพีเอชเท่ากับหรือน้อยกว่า 2 ด้วย Conc HNO₃ เพื่อเก็บไปวิเคราะห์หา ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่เหลือหลังตกตะกอนไฮดรอกไซด์ โดยใช้อะตอมมิคแอบซอร์ปชัน สเปคโตรสโคปี

3.5.8 วิธีทดลองกำจัดน้ำเสียตัวอย่าง โดยกระบวนการเฟอร์ไรต์ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 เงื่อนไขพีเอช 9, อุณหภูมิ 70^oซ. โดยทดลองกับสารเริ่มต้นต่อไปนี้

3.5.8.1 น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเคมี 1 โดยตรง (ตัวอย่างที่ 2) ซึ่งมี ตะกั่ว 41.12, แคดเมียม 138.27 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ เดซิเมตร ปริมาณ FeSO₄·7H₂O ที่เติม 20 กรัม ทำการทดลองซ้ำ 4 ครั้ง

3.5.8.2 น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเคมี 2 (ตัวอย่างที่ 3) ซึ่งมีตะกั่ว 1.86, แคดเมียม 1.69 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ เดซิเมตร ปริมาณ FeSO₄·7H₂O ที่เติม 0.3 กรัม ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

3.5.8.3 น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเคมี 2 โดยตรง (ตัวอย่างที่ 4) ซึ่งมี
ตะกั่ว 42.89, แคดเมียม 374.47 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาณ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
ที่เติม 53.9 กรัม ทำการทดลองซ้ำ 4 ครั้ง