บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการของศูนย์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ห้องปฏิบัติการของภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. อุปกรณ์

1.1 ถังปฏิกิริยา (Reactor) ที่ใช้ในการทดลองทำจากอะคริลิก (Acrylic Plastic) ขนาด 300×120×150 มิลลิเมตร ความหนาของอะคริลิก (Acrylic Plastic) 4 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 3.1

1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.1 ถังปฏิกิริยา (Reactor) ขนาด 300×120×150 มิลลิเมตร

ภาพที่ 3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

1.3 เครื่อง pH Meter รุ่น CG 840B สำหรับวัดค่าความเป็นกรดด่างในน้ำตัวอย่าง

1.4 เครื่อง Atomic Adsorption Spectrophotometer (AAS) รุ่น AA 300 เพื่อวัดค่าตะกั่ว

1.5 เครื่องกรอง เพื่อทำการแยกตะกอนและของแข็งแขวนลอยออกจากน้ำตัวอย่าง

1.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก

1.7 เทอร์โมมิเตอร์

1.8 เตาอบอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียล

1.9 แผ่นเหล็กขนาด 300×280×87 มิลลิเมตร

1.10 กระดาษกรอง GF/C

1.11 ขวดโพลีเอทธิลีนพร้อมฝาปิด

1.12 แท่งแก้ว

1.13 กระจกนาฬิกา

1.14 บีกเกอร์

1.15 กระบอกตวง

1.16 ขวดวัดปริมาตร

1.17 โถอบความชื้น (Desiccators)

1.18 ขวดรูปชมพู่

1.19 ปิเปต

2. สารเคมี

2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

2.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

2.3 สารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4)

2.4 สารละลายเลคอะซีเตด $(CH_3COO)_2Pb.3H_2O$

2.5 สารละลายมาตรฐานเลคไนเตรต $Pb(NO_3)_2$ 1,000 ppm

2.6 น้ำกลั่น

น้ำเสียตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ

น้ำเสียจริงจากห้องปฏิบัติการของโรงงานผลิตน้ำตาล ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์น้ำเสียจากบริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม จำกัด จังหวัดกาญจนบุรี

การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว (Stock solution) 1,000 ppm ชั่ง $Pb(NO_3)_2$ (AR grade) 1.5984 กรัม โดยใช้สารละลายกรดไนตริก (HNO_3) ความเข้มข้น 0.1 M เป็นตัวทำละลาย ปรับปริมาตรในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 mL นำสารละลายนี้ไปเจือจางเป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

การเตรียมขั้วอิเล็คโทรดจากแผ่นอลูมิเนียม

1. ล้างแผ่นอลูมิเนียมขนาด 300×100×1.5 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 3.3 ให้สะอาด
2. อบแผ่นอลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
3. นำแผ่นอลูมิเนียมที่ผ่านการอบแล้วมาทำให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ในตู้ดูดความชื้น
4. ชั่งน้ำหนักแผ่นอลูมิเนียมไปก่อนนำไปทดลอง

ภาพที่ 3.3 แผ่นอลูมิเนียมขนาด 300×100×1.5 มิลลิเมตร

วิธีดำเนินการทดลอง

ศึกษาผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อประสิทธิภาพของเครื่องอิเลคโตรไลซิสในการกำจัดตะกั่ว โดยมีตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม และมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์

ตัวแปรตามที่ศึกษา คือความเข้มข้นสุดท้ายของตะกั่วในน้ำเสียโดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชัน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วย pH-meter อุณหภูมิของน้ำเสีย ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสีย โดยการกรองและชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 4 ตำแหน่ง น้ำหนักของตะกั่วที่แผ่นอิเล็กโทรดโดยการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 4 ตำแหน่ง ปริมาณตะกั่วในตะกอน โดยการย่อยด้วยกรดและวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชัน ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าแรงดันไฟฟ้าในระบบด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (APHA, 1995)

ตัวแปรต้นที่ศึกษา มีดังนี้

1) ศึกษาผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ ต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว โดยศึกษาความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 500 700 900 และ 1,100 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) ศึกษาผลของค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำเสียสังเคราะห์ ต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว โดยศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 2 ถึง 9

3) ศึกษาผลของอัตราการไหลต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว โดยศึกษาอัตราการไหลที่ 0, และ 20 มิลลิลิตรต่อนาที

ตัวแปรควบคุม สำหรับขั้นตอนที่ 1 คือชนิดของอิเลกโทรด โดยทำจากอลูมิเนียม จำนวน

แผ่นอิเล็กโทรด จำนวน 2 แผ่น

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียจริงจากโรงงานน้ำตาล

1) ศึกษาสมบัติของน้ำเสียจริงของโรงงานน้ำตาล

ทำการวัดพีเอช ด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ หาค่าความเข้มข้นของตะกั่ว โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบ-ซอร์บชัน และจดบันทึกลักษณะทางกายภาพของน้ำเสีย (APHA, 1995)

2) ศึกษาผลจำนวนแผ่นอิเล็กโทรดต่อประสิทธิภาพการกำจัดในน้ำเสียจริงของโรงงานน้ำตาล

ตัวแปรตามที่ศึกษา คือความเข้มข้นสุดท้ายของตะกั่วในน้ำเสียโดยวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชัน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วย pH-meter อุณหภูมิของน้ำเสีย ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสีย โดยการกรองและชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 4 ตำแหน่ง น้ำหนักของตะกั่วที่แผ่นอิเล็กโทรดโดยการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 4 ตำแหน่ง, ปริมาณตะกั่วในตะกอน โดยการย่อยด้วยกรดและวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชัน ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าแรงดันไฟฟ้าในระบบด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (APHA, 1995)

ตัวแปรต้นที่ศึกษา มีดังนี้

1) ศึกษาผลของอัตราการไหลต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว โดยศึกษาอัตราการไหลที่ 0 และ 20 มิลลิลิตรต่อนาที

2) ศึกษาผลของจำนวนแผ่นอิเล็กโทรดต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว โดยศึกษาจำนวนแผ่นอิเลกโทรด (ทำจากอลูมิเนียม) ที่ 2 3 4 5 6 และ 7 แผ่น

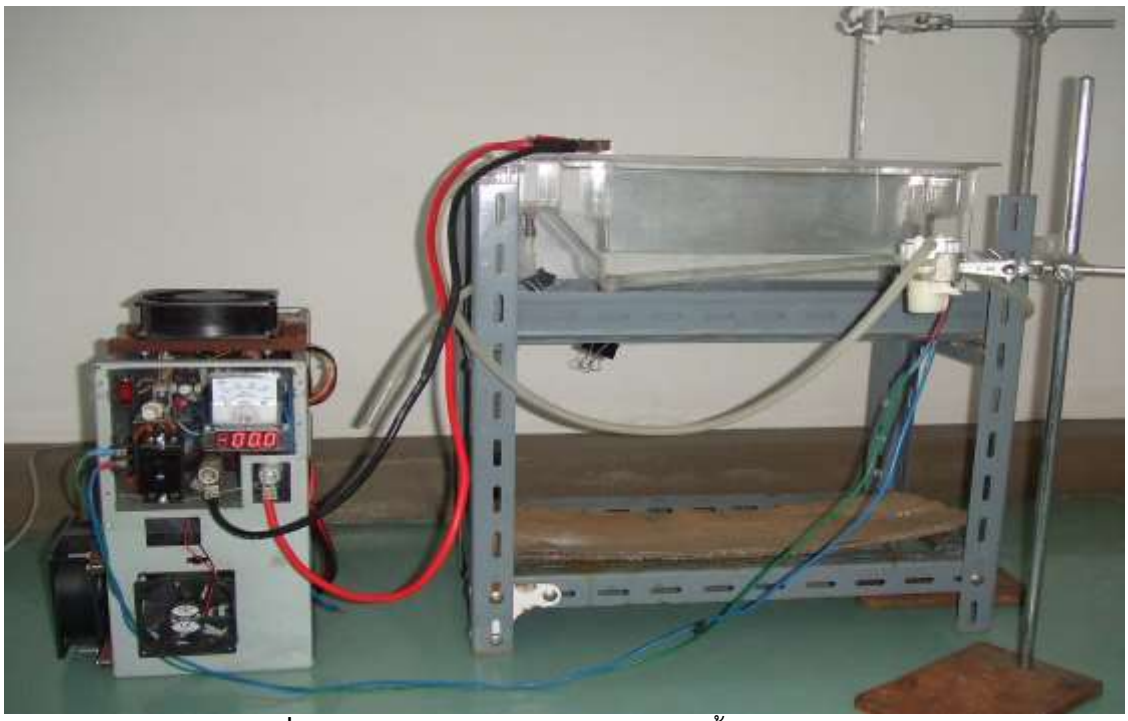
ตัวแปรควบคุมสำหรับขั้นตอนที่ 2 คือชนิดของอิเลกโทรด โดยทำจากอลูมิเนียม ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วในน้ำเสีย และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เริ่มต้นของน้ำเสีย

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบศึกษาผลการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจริง

เพื่อความถูกต้องและเหมาะสมทางสถิติ แต่ละขั้นตอนของการทดลองจะทำการศึกษา 3 ซ้ำ จากนั้นหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

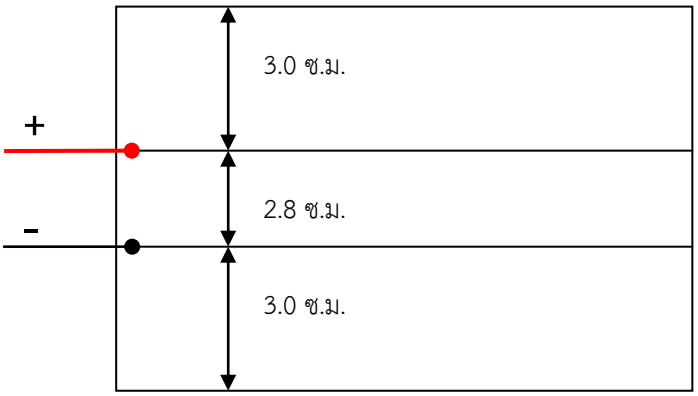
การต่อขั้วไฟฟ้าของชุดการทดลอง

1. น้ำเสียสังเคราะห์ ต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงโดยทำการต่อขั้วลบ (Cathode) กับแผ่นเหล็กแผ่นที่ 1 และการทำต่อขั้วบวก (Anode) กับแผ่นเหล็กที่ 2 โดยมีระยะห่าง 29 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 3.4

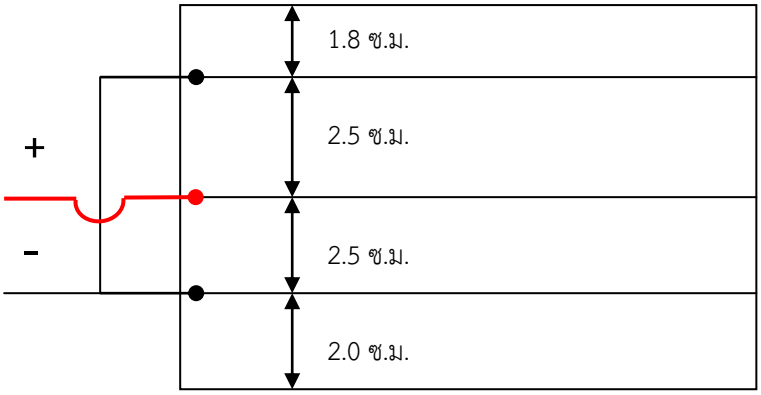


ภาพที่ 3.4 การเตรียมชุดการทดลองสำหรับน้ำเสียสังเคราะห์

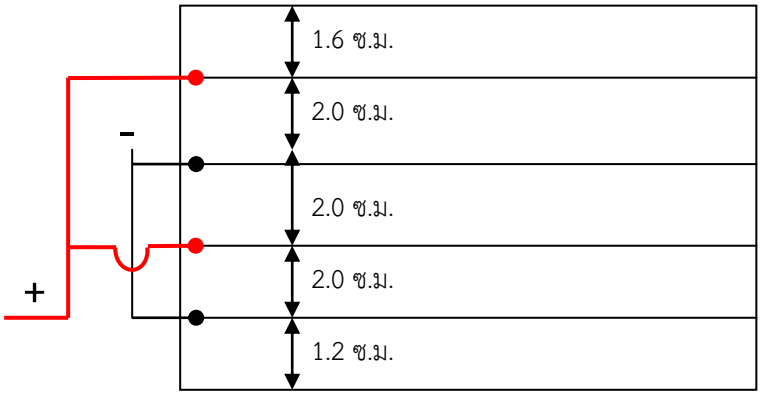
2. น้ำเสียจริงจากโรงงานน้ำตาล ต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ดังนี้
   จำนวน 2 แผ่น ที่ขั้วลบ (Cathode) และการทำต่อขั้วบวก (Anode) ดังภาพที่ 3.5
   จำนวน 3 แผ่น ที่ขั้วลบ (Cathode) และการทำต่อขั้วบวก (Anode) ดังภาพที่ 3.6
   จำนวน 4 แผ่น ที่ขั้วลบ (Cathode) และการทำต่อขั้วบวก (Anode) ดังภาพที่ 3.7
   จำนวน 5 แผ่น ที่ขั้วลบ (Cathode) และการทำต่อขั้วบวก (Anode) ดังภาพที่ 3.8
   จำนวน 6 แผ่น ที่ขั้วลบ (Cathode) และการทำต่อขั้วบวก (Anode) ดังภาพที่ 3.9
   จำนวน 7 แผ่น ที่ขั้วลบ (Cathode) และการทำต่อขั้วบวก (Anode) ดังภาพที่ 3.10



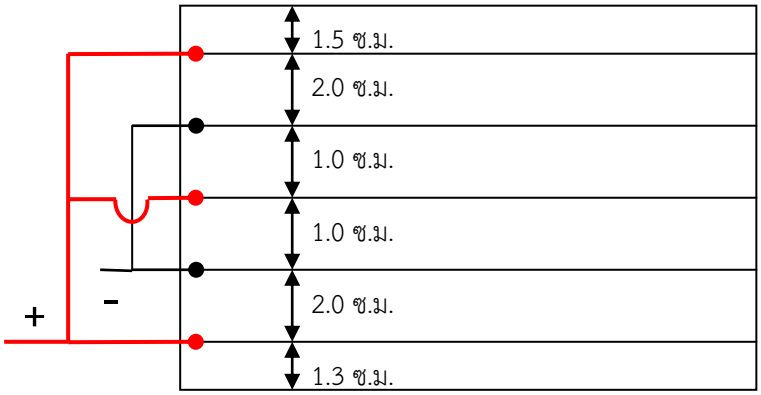
ภาพที่ 3.5 การขั้วไฟฟ้าจากต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 2 แผ่น



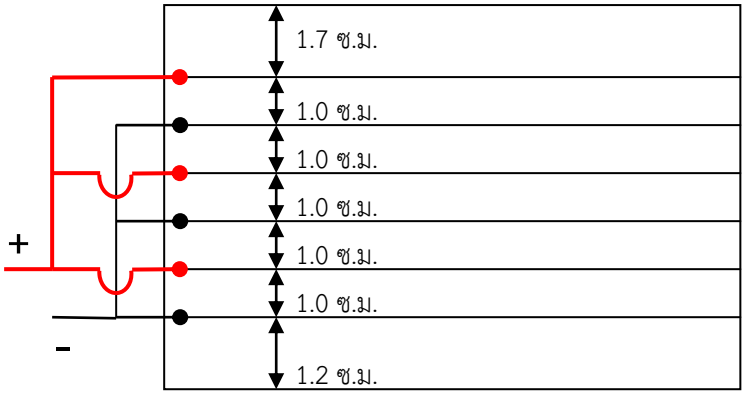
ภาพที่ 3.6 การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 3 แผ่น



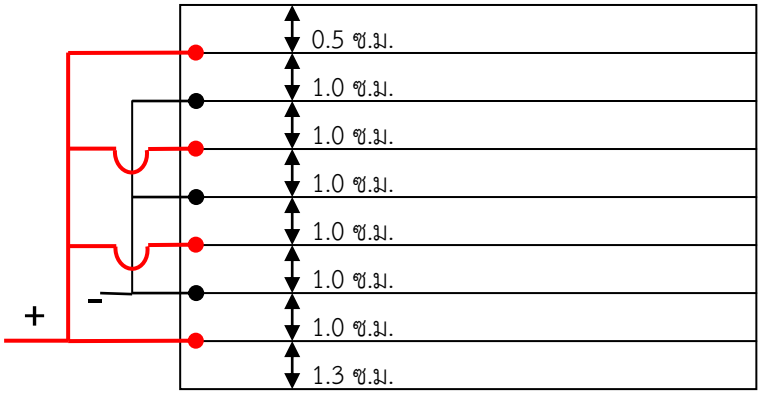
ภาพที่ 3.7 การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 4 แผ่น



ภาพที่ 3.8 การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 5 แผ่น



ภาพที่ 3.9 การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 6 แผ่น



ภาพที่ 3.10 การต่อขั้วไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 7 แผ่น