บทที่ 3

วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้ากับการแพร่ไอออนใน สาร ละลาย โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นต่างๆ โดยหยดสารละลายในตำแหน่งที่กำหนดไว้ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเชิงตัวเลขจากสมการลาปลาซ (Laplace 's equation) เพื่อหาศักย์ไฟฟ้าภายในขอบเขตที่กำหนด นำผลการคำนวณที่ได้มาพล็อตเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้า ซึ่งจำเป็นต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วัสดุ

วัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้ากับการแพร่ไอออนในสารละลาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. น้ำประปา
2. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นดังต่อไปนี้
   - 2.1 0.05 M.
   - 2.2 0.2 M.
   - 2.3 1.0 M.
3. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้น 1.0 M.
4. หลอดหยดขนาด 2 ml

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้ากับการแพร่ไอออนในสารละลาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ชุดอุปกรณ์สนามไฟฟ้า
2. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

วิธีการ

ในการศึกษาวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้ากับการแพร่ไอออนในสารละลายได้แบ่งการศึกษาออกเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้ คือ

1. ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อรับ-ส่งข้อมูล และประมวลผลข้อมูลด้วยวิธีการเชิงตัวเลข

สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำซอฟต์แวร์ของจินดา ดวงแป้น มาพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งต้องให้สอดคล้องกับหลักการทำงานของฮาร์ดแวร์ และหลักวิธีการคำนวณเชิงตัวเลขที่นำมาใช้วิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำมาพล็อตเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้า ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนดังนี้

1.1 ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นเพื่อควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ ในส่วนของวงจรมัลติเพลกเซอร์ ซึ่งต่อเชื่อมโยงกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11 เพื่อรับสัญญาณอนาล็อก และแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิตอล พร้อมทั้งจัดเก็บชุดข้อมูลดิจิตอล เตรียมส่งต่อไปประมวลผลข้อมูลยังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา SBASIC ดังรายละเอียดของแผนภูมิสายงาน ซึ่งแสดงในภาคผนวก ข

1.2 ออกแบบและสร้างซอฟต์แวร์ขึ้น เพื่อควบคุมการทำงานในการรับ-ส่งข้อมูลและประมวลผล เป็นซอฟต์แวร์ส่วนที่ติดต่อโดยตรงกับผู้ใช้งาน (user) พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Matlab ซึ่งทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับบอร์ดไมโคร-คอนโทรลเลอร์ 68HC11 โดยจัดเก็บข้อมูลส่งมายังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ นำผลข้อมูลที่ได้มาคำนวณด้วยวิธีการคำนวณเชิงตัวเลขและวิเคราะห์ผลข้อมูล ดังรายละเอียดของแผนภูมิสายงานของภาคผนวก ข

2. เปรียบเทียบกราฟของเส้นแรงไฟฟ้า เมื่อทำการทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ช่วงเวลาต่างๆ ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยใช้ความเข้มข้นต่างๆ กัน และประมวลผลข้อมูลโดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

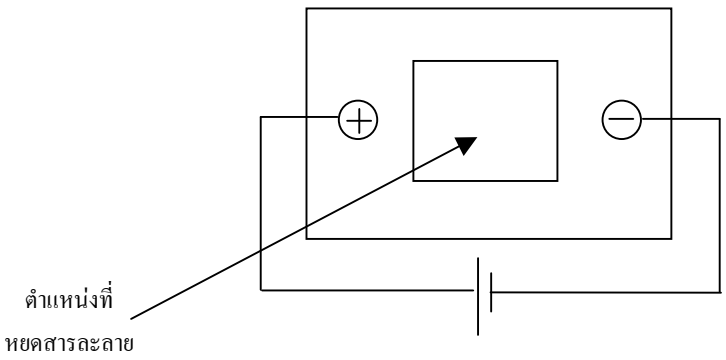
สำหรับขั้นตอนนี้ เป็นการหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ในชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใช้ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0.05 M., 0.2 M., 1.0 M. ในตำแหน่งที่กำหนด คือ ตรง

กลางระหว่างขั้วไฟฟ้าบวกและลบ , ขั้วไฟฟ้าบวก และขั้วไฟฟ้าลบ ดังภาพที่ 20,21 และ 22 ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลต่างๆ กัน คือ 30 วินาที, 60 วินาที,120 วินาที,180 วินาที,240 วินาที,300 วินาที โดยทำการต่อเชื่อมเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต สื่อสารอนุกรม (serial line) เพื่อเก็บ วิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูล

2.1 การทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ตำแหน่งตรงกลางระหว่างขั้วไฟฟ้าบวกและลบ โดยใช้ความเข้มข้นต่างๆ กัน และช่วงเวลาต่างๆ กัน

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ
2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ ดังภาพที่ 20
3. จับเวลา30วินาที โดยทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณ0.25ml. ความเข้มข้นต่างๆ กัน คือ
   - ความเข้มข้น 0.05 M.
   - ความเข้มข้น 0.2 M.
   - ความเข้มข้น 1.0 M.

   ทำการเก็บข้อมูลที่ช่วงเวลาดังกล่าวอีก 2 ครั้ง รวมเป็น 3 ข้อมูล
4. ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนช่วงเวลาเป็น 60 วินาที
5. ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนช่วงเวลาเป็น 120 วินาที
6. ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนช่วงเวลาเป็น 180 วินาที
7. ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนช่วงเวลาเป็น 240 วินาที
8. ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนช่วงเวลาเป็น 300 วินาที



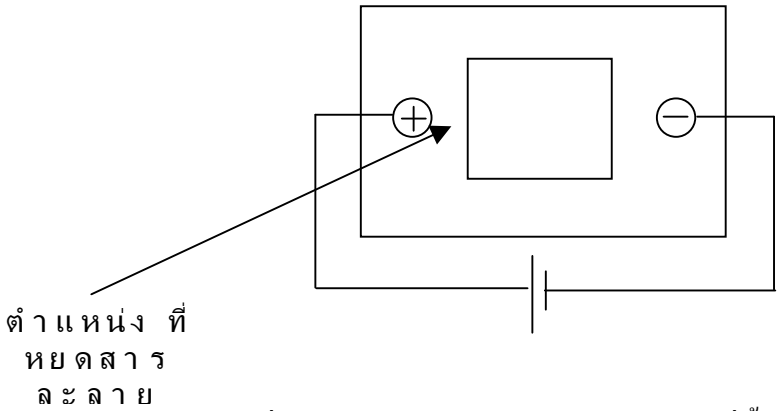
ภาพที่ 20 แสดงตำแหน่งการหยดสารละลายที่ตรงกลางระหว่างขั้วไฟฟ้าบวกและลบ

2.2 การทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ตำแหน่งตรงกลางระหว่างขั้วไฟฟ้าบวกและลบ โดยใช้ความเข้มข้น 1.0 M.

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ
2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ ดังภาพที่ 20
3. จับเวลาตั้งแต่ 0-3000 วินาที โดยทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1.0 M. ปริมาณ 0.25 ml. รับข้อมูลครั้งละ 60 วินาที

2.3 การทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าบวก โดยใช้ความเข้มข้น 1.0 M.

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ
2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ ดังภาพที่ 21
3. จับเวลาตั้งแต่ 0-3000 วินาที โดยทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1.0 M. ปริมาณ 0.25 ml. รับข้อมูลครั้งละ 60 วินาที



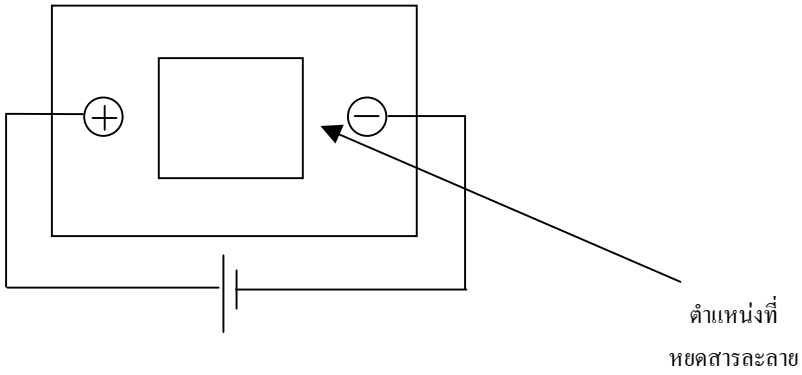
ภาพที่ 21 แสดงตำแหน่งการหยดสารละลายที่ขั้วไฟฟ้าบวก

2.4 การทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าลบ โดยใช้ความเข้มข้น 1.0 M.

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ

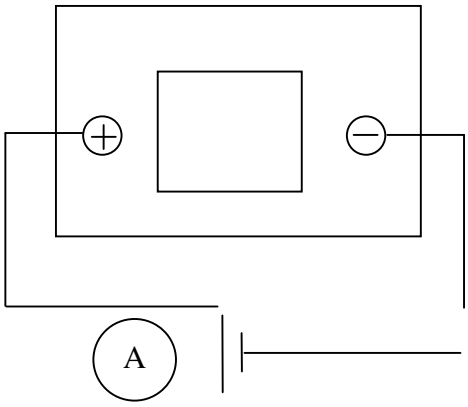
2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ ดังภาพที่ 22

3. จับเวลาตั้งแต่ 0-3000 วินาที โดยทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1.0 M. ปริมาณ 0.25 ml. โดยรับข้อมูลครั้งละ 60 วินาที



ภาพที่ 22 แสดงตำแหน่งการหยดสารละลายที่ขั้วไฟฟ้าลบ

3. การทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้า เมื่อทำการทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ที่ตำแหน่งต่างๆ



ภาพที่ 23 แสดงการวัดค่ากระแสไฟฟ้า เมื่อทำการทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์

3.1 การทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ตำแหน่งตรงกลางระหว่างขั้วไฟฟ้าบวกและลบ โดยใช้ความเข้มข้น 1.0 M.

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ

2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ และอุปกรณ์การวัดค่ากระแสไฟฟ้า ดังภาพที่ 23

3. ทำการเก็บข้อมูล ทั้งกราฟเส้นแรงไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า จับเวลาทุกๆ 60 วินาที โดยทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1.0 M. ปริมาณ 0.25 ml. ที่ตำแหน่งตรงกลางระหว่างขั้วไฟฟ้าบวกและลบ

3.2 การทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าบวกโดยใช้ความเข้มข้น 1.0 M.

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ
2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ และอุปกรณ์การวัดค่ากระแสไฟฟ้า ดังภาพที่ 23
3. ทำการเก็บข้อมูล ทั้งกราฟเส้นแรงไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า จับเวลาทุกๆ 60 วินาที โดยทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1.0 M. ปริมาณ 0.25 ml. ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าบวก

3.3 การทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าลบโดยใช้ความเข้มข้น 1.0 M.

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ
2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ และอุปกรณ์การวัดค่ากระแสไฟฟ้า ดังภาพที่ 23
3. ทำการเก็บข้อมูล ทั้งกราฟเส้นแรงไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า จับเวลาทุกๆ 60 วินาที โดยทดลองหยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 1.0 M. ปริมาณ 0.25 ml. ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าลบ

3.4 การทดลองหยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ที่ตำแหน่งตรงกลางระหว่างขั้วไฟฟ้าบวกและลบ โดยใช้ความเข้มข้น 1.0 M.

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ
2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ และอุปกรณ์การวัดค่ากระแสไฟฟ้า ดังภาพที่ 23

3. ทำการเก็บข้อมูล ทั้งกราฟเส้นแรงไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า จับเวลาทุกๆ 60 วินาที โดยทดลองหยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้น 1.0 M. ปริมาณ 0.25 ml. ที่ตำแหน่งตรงกลางระหว่างขั้วไฟฟ้าบวกและลบ

3.5 การทดลองหยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าบวก โดยใช้ความเข้มข้น 1.0 M.

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ
2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ และอุปกรณ์การวัดค่ากระแสไฟฟ้าดังภาพที่ 23
3. ทำการเก็บข้อมูล ทั้งกราฟเส้นแรงไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า จับเวลาทุกๆ 60 วินาที โดยทดลองหยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้น 1.0 M. ปริมาณ 0.25 ml. ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าบวก

3.6 การทดลองหยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าลบ โดยใช้ความเข้มข้น 1.0 M.

1. เตรียมชุดการทดลองสนามไฟฟ้า โดยใส่น้ำประปาในถาดน้ำ
2. จัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าในถาดน้ำ และอุปกรณ์การวัดค่ากระแสไฟฟ้าดังภาพที่ 23
3. ทำการเก็บข้อมูล ทั้งกราฟเส้นแรงไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า จับเวลาทุกๆ 60 วินาที โดยทดลองหยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้น 1.0 M. ปริมาณ 0.25 ml. ที่ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าลบ