

541.34
พ 2970
ร.3

การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไฟเอชดีเตอร์

ปริญญานิพนธ์

ของ

ไพรินทร์ เจริญพงษ์

- 1 กพ. 2527

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921 575, 391 5058

เสนอต่อมหาวิทยาลัศรีนครินทรวิโรฒ ประธานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาดการศึกษามหาบัณฑิต

พุทธาพันธ์ 2526

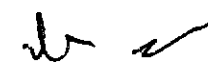
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัศรีนครินทรวิโรฒ

153210

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการการสอบ ได้พิจารณา
 ปรินญาณพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
 การศึกษาดังกล่าวของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

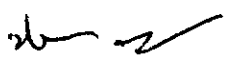
คณะกรรมการการสอบ


 นาย วิชาญ
 วิชาญ

ประธาน

กรรมการ

กรรมการ


 นาย วิชาญ
 วิชาญ
 วิชาญ วิชาญ

ประธาน

กรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

ประกาศขอบคุณ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ และการแนะนำอย่างดียิ่งจาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ วิไลรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลู่ลี จันทร์กระจ่าง และ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภดล ไชยคำ ผู้รับขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย
ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ วิไลรัตน์ ภาควิชาชีวเคมี
มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ทดลอง
และสุดท้ายนี้ ผู้รับขอขอบคุณ พี่ ๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจอย่างสูงส่ง
ตลอดจน น้อง ๆ ภาควิชาเคมีฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหิดลทุกคนที่ช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้

ไพรินทร์ เจริญพงษ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
2. ทฤษฎีการวัดพีเอชและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
คำนิยาม	5
สารละลายอ้างอิงมาตรฐาน	7
วิธีการวัดพีเอชของสารละลายโดยใช้พีเอชมิเตอร์	10
อิเล็กโตรดชนิดต่าง ๆ ที่ใช้วัดพีเอชของสารละลาย	11
วิธีการตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือ	18
วิธีการตรวจสอบอิเล็กโตรด	18
วิธีการปรับปรุงอิเล็กโตรดที่เสื่อมประสิทธิภาพ	19
3. วิธีดำเนินการทดลอง	20
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	20
วิธีการดำเนินการทดลอง	21

บทที่	หน้า
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและการวิจัย	29
การวิเคราะห์วิธีการทดสอบวิธีการปรับปรุงอิเล็กทรอนิกส์	29
การวิเคราะห์ผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลาย	30
การวิเคราะห์ผลของสารละลายภายในตัวเปลี่ยนจังก์ชันอิเล็กทรอนิกส์	47
การวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลาย บัฟเฟอร์สองค่าในการเคลือบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	51
5. สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	62
สรุปผลจากการศึกษาค้นคว้า	63
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	64
ข้อเสนอแนะ	65
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก	70

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. Values of pH(PS) for Primary standard Reference solutions	8
2. แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลาย เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเป็น 0.001 M	31
3. แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเป็น 0.002 M	32
4. แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเป็น 0.0005 M	33
5. แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเป็น 0.010 M	34
6. แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.05 M	36
7. แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.30 M	37
8. แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 1.00 M	38
9. แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.00 M	40
10. แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.01 M	41

11.	แสดงผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของ เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.05 M	43
12.	แสดงผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของ เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.10 M	44
13.	แสดงผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของ เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.30 M	45
14.	แสดงผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของ เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 1.00 M	46
15.	แสดงผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของ เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 2.00 M	47
16.	แสดงผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของ เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 3.00 M	48
17.	แสดงผลของสารละลายภายในระดับเบสฟังก์ชันอิเล็กโตรดเข้ากับ กลาสอิเล็กโตรด extech	50
18.	แสดงผลของสารละลายภายในระดับเบสฟังก์ชันอิเล็กโตรดเข้ากับ กลาสอิเล็กโตรด sensorex	51
19.	แสดงผลของสารละลายภายในระดับเบสฟังก์ชันอิเล็กโตรดเข้ากับ กลาสอิเล็กโตรด beckman	52
20.	แสดงการเปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลาย บัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรตอิเล็กโตรดโดยใช้ Corning 130 pH meter	53

21.	แสดงการเปรียบเทียบการใช้สารละลายฟฟเฟอร์ค่าเดียวกับ	
	การใช้สารละลายฟฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรทอิเล็กโตรด	
	โดยใช้ Corning 110 pH meter	56
22.	แสดงผลการเปรียบเทียบการใช้สารละลายฟฟเฟอร์ค่าเดียวกับ	
	การใช้สารละลายฟฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรทอิเล็กโตรด	
	โดยใช้ Extech 671 pH meter	59

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1. แสดงการปรับพีเอชมิเตอร์ โดยการเปลี่ยนศักย์ไฟฟ้ากับพีเอช
เมื่อปรับสโบลบคอนโทรล 11
2. แสดงชนิดของคาโลเมลอิเล็กโทรด 13
3. แสดงส่วนประกอบของซิลเวอร์ซิลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโทรด 15
4. แสดงแบบของอิเล็กโทรดในการวัดพีเอช 17
5. แสดงผลของกำลังฮ้อนิกเมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือคงที่ 35
6. แสดงผลของกำลังฮ้อนิกเมื่อแคลิเบรทอิเล็กโทรดด้วยสารละลายที่เตรียมขึ้น
โดยให้ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ 39
7. แสดงผลของกำลังฮ้อนิกเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์
คงที่ 49

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้ ตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไป ได้เน้นการเรียนการสอนแบบมีการทดลองเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะวิชาเคมี ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตมนุษย์อย่างมากสาขาหนึ่ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการทดลองให้พร้อมซึ่งในการทดลองทุกครั้งเด็กควรได้รับความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริงถึงวิธีการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลและลักษณะของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือชนิดนั้น ๆ

นับตั้งแต่ไฮเรนเสน (Sorensen) ได้ตั้งนิยามพีเอช (pH) ขึ้น การวัดพีเอชได้กลายเป็นสิ่งสำคัญมากในทุกแขนงของวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Gold. 1956 : 7 - 8) ซึ่งค่าพีเอชที่ได้อ่านในปัจจุบันได้ใช้พีเอชมิเตอร์ (pH meter) วัดค่าดังกล่าวจากสารละลายที่ต้องการทราบค่า

ในปี 1930 ได้มีการพัฒนาทางอิเล็กทรอนิกส์ (electronics) ในการใช้กลาสอิเล็กโตรด (glass electrode) สำหรับวัดพีเอชโดยใช้กับพีเอชมิเตอร์ (Ewing. 1975 : 505) เครื่องมือนี้ใช้วัดพีเอชของสารละลายโดยอาศัยวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างอิเล็กโตรดที่ใช้เป็นตัวคงที่ (reference electrode) กับอิเล็กโตรดที่เปลี่ยนค่าศักย์ไฟฟ้า เมื่อความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเปลี่ยนแปลงไป (กฤษณา บุติมา 2515 : 5000 - 501)

ดังนั้น สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ทราบว่าสารละลายที่วัดมีค่าพีเอชเท่าใดนั้นมีสองอย่าง คือ พีเอชมิเตอร์ กับ ชุดของอิเล็กโตรด และสิ่งที่ต้องคำนึงต่อสารละลายในเรื่องไฮโดรเจนไอออนในการวัดค่าพีเอช ก็คือ อิเล็กโตรดซึ่งเป็นส่วนที่บอบบางที่สุดและเสื่อมประสิทธิภาพได้ง่าย เมื่อเกิดการเสื่อมประสิทธิภาพขึ้น แล้วนำไปใช้วัดพีเอชของสารละลาย ก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดซึ่งผู้รับผิดชอบคิดว่าถ้าได้ทำการศึกษาเพื่อจะได้มีวิธีการในการปรับปรุงอิเล็กโตรดที่เสื่อมประสิทธิภาพจะทำให้ลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจในการทั้งอิเล็กโตรดที่เสื่อมประสิทธิภาพนั้น

ในการวัดพีเอชของพีเอชมิเตอร์จะเป็นการวัดแอมป์รีตีสของไฮโดรเจนไอออนซึ่งจะขึ้นกับ แอนไอออนหรือสิ่งแวดล้อมรอบแอมป์รีตีสของไฮโดรเจนไอออนนั้น ดังนั้นผู้ที่ใช้พีเอชมิเตอร์ในการ วัดพีเอชของสารละลายควรจะทราบถึงอิทธิพลของแอนไอออนเพื่อจะให้การวัดพีเอชของสารละลาย ถูกต้องและด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจจะศึกษาถึงอิทธิพลของสิ่งดังกล่าวนี้

โดยปกติอิเล็กโตรดแต่ละชนิดจะมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันออกไป การทำงานของ อิเล็กโตรดแต่ละชนิดจึงต่างกันออกไปด้วย ดังนั้นการเลือกใช้อิเล็กโตรดให้เหมาะสมกับงาน จึงเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ผู้ใช้พีเอชมิเตอร์ควรทราบและด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงสนใจ จะศึกษาถึงลักษณะการทำงานของสารละลายภายในอิเล็กโตรดบางชนิด เพื่อผู้ใช้พีเอชมิเตอร์ จะได้เลือกใช้อิเล็กโตรดได้เหมาะสมกับงานยิ่งขึ้น

เนื่องจากอิเล็กโตรดแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในอัตราส่วนผลผสมของของผสมของแก้วที่ ใช้ทำอิเล็กโตรด จึงทำให้มีข้อผิดพลาดในการวัดพีเอชซึ่งแก้โดยการแคลิเบรทอิเล็กโตรดทุกครั้ง ก่อนทำการทดลอง ดังนั้นวิธีการแคลิเบรทอิเล็กโตรดที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ค่าพีเอช ถูกต้องหรือผิดได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจจะศึกษาวิธีการแคลิเบรทอิเล็กโตรดเพื่ออธิบายถึง วิธีการแคลิเบรทอิเล็กโตรดที่ถูกต้องในการใช้พีเอชมิเตอร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พีเอชมิเตอร์

1. การทดสอบวิธีการปรับปรุงอิเล็กโตรดที่เสื่อมประสิทธิภาพ
2. ศึกษาผลของกำลังไอออนที่มีต่อพีเอชของสารละลาย
3. ศึกษาผลของสารละลายภายในสับเปลี่ยนกับอิเล็กโตรด (double junction electrode)
4. เปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายบัฟเฟอร์สองค่าใน การแคลิเบรทอิเล็กโตรด

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เป็นแนวทางการทดสอบพีเอชมิเตอร์และอิเล็กโตรดรวมทั้งการใช้พีเอชมิเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ทำให้ทราบวิธีการปรับปรุงอิเล็กโตรดที่เสื่อมประสิทธิภาพเพื่อให้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นการลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ
3. ทำให้ทราบถึงผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลาย
4. ทำให้ทราบค่าของสารละลายภายในระดับเบสกับกรดอิเล็กโตรดที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับคาโลเมลอิเล็กโตรด

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำการปรับปรุงอิเล็กโตรดที่เสื่อมประสิทธิภาพชนิดต่าง ๆ ดังนี้
 - 1.1 กลาส์อิเล็กโตรด
 - 1.2 คาโลเมลอิเล็กโตรด (calomel electrode)
 - 1.3 คอมบิเนชันอิเล็กโตรด (combination electrode)
2. ทำการศึกษาค้นคว้าของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายโดยใช้สิ่งต่อไปนี้
 - 2.1 พีเอชมิเตอร์ชนิดทศนิยมสามตำแหน่ง (3 digit pH meter)
 - 2.2 กรดเกลือที่มีความเข้มข้น (0.001 M, 0.002 M, 0.0005 M และ 0.010 M)
 - 2.3 สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่อไปนี้ 0.01 M, 0.05 M, 0.10 M, 0.30 M, 1.00 M, 2.00 M และ 3.00 M
 - 2.4 คอมบิเนชันอิเล็กโตรด

3. ทำการศึกษาผลของสารละลายภายในตัวเบิ้ลจังก์ชันอิเล็กโตรดต่อไปนี้

Sat'd KCl กับ 10 % KNO_3

Sat'd KCl กับ 1 M NH_4NO_3

Sat'd NaCl กับ 10 % KNO_3

Sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3

Sat'd LiCl กับ 10 % KNO_3

Sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3

4. ทำการเปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายบัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรทอิเล็กโตรด โดยใช้สิ่งต่อไปนี้

4.1 พ้อยท์ไอโซอิเล็กทริกของลัมแท้ม่าง

4.2 สารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 4.00, 7.00 และ 9.22

4.3 คู่อิเล็กโตรดต่อไปนี้

Extech - Beckman

Sensorex - Beckman

Beckman - Beckman

Extech - Extech

Extech - Sensorex

Beckman - Extech

Beckman - Sensorex

Extech - Double junction electrode ที่บรรจุสารละลายต่าง ๆ กัน

Sensorex - Double junction electrode ที่บรรจุสารละลายต่าง ๆ กัน

Beckman - double junction electrode ที่บรรจุสารละลายต่าง ๆ กัน

ทฤษฎีการวัดพีเอชและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

คำนิยาม

1. คำนิยามด้านทฤษฎี

คำนิยามของพีเอช เริ่มแรกตั้งโดยไฮเรเนลสัน (Sorensen) ในปี 1909 เป็นดังนี้

$$\text{pH} = -\log c_{\text{H}^+} \quad \dots (1)$$

c_{H^+} เป็นความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนซึ่งวัดเป็นค่าโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (mole dm^{-3}) และจากคำนิยามตาม IUPAC

$$\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$$

$$\text{โดยที่ } a_{\text{H}^+} = c_{\text{H}^+} \gamma_{\text{H}^+}$$

และ a_{H^+} เป็นแอกติวิตีของไฮโดรเจนไอออน

c_{H^+} เป็นความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน

γ_{H^+} เป็นสัมประสิทธิ์แอกติวิตีของไฮโดรเจนไอออนซึ่งมีหน่วยเป็น

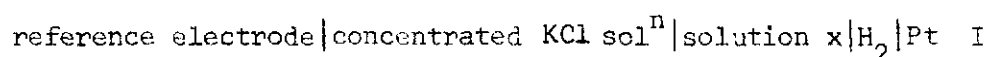
ลูกบาศก์เดซิเมตร ต่อโมล ($\text{dm}^3 \text{ mole}^{-1}$)

เมื่อสารละลายเจือจางมาก ๆ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนต่ำมาก ค่าสัมประสิทธิ์แอกติวิตีจะเข้าใกล้ 1 ซึ่งจะทำให้ค่าของ a_{H^+} มีค่าเท่ากับค่าของ c_{H^+} เพราะฉะนั้นสิ่งที่ยึดสมการ (1) ได้ตามเหตุผลดังกล่าวข้างต้น

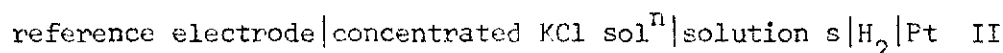
สมการข้างบนเป็นสมการที่ได้จากไอออนเดี่ยว ซึ่งการวัดไอออนเดี่ยวนั้นวัดไม่ได้ โดยวิธีการทดลองใด ๆ เนื่องจากในสารละลายใดที่ใช้วัดพีเอชจะประกอบไปด้วยไอออนต่าง ๆ ปะปนอยู่ในสารละลาย ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงมีคำนิยามของพีเอชแบบใหม่สำหรับการปฏิบัติ

2. คำนิยามด้านปฏิบัติการ

เป็นคำนิยามที่ได้จากข้อตกลงว่า พีเอช เป็นค่าซึ่งคำนวณจากศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากความแตกต่างของเซลล์สองเซลล์ที่มีอิเล็กโตรดอ้างอิงกับไฮโดรเจนอิเล็กโตรดที่จุ่มอยู่ในสารละลายที่ต้องการวัดพีเอช (solution x) และสารละลายมาตรฐาน ได้แก่ สารละลาย S ตามลำดับ และเขียนเป็นลักษณะของเซลล์ทั้งสองได้ดังนี้



และ



จากเซลล์ I และเซลล์ II ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์แทนด้วย $E(x)$ และ $E(s)$ ตามลำดับ

โดยที่เซลล์ทั้งสองอยู่ที่อุณหภูมิเดียวกัน อิเล็กโตรดอ้างอิงชนิดเดียวกัน และสารละลายที่ใช้เป็นสะพานเชื่อม (bridge solution) อย่างเดียวกัน

พีเอชของสารละลายที่ต้องการวัดค่าพีเอช เขียนแทนด้วย $\text{pH}(x)$ มีความสัมพันธ์กับพีเอชของสารละลายอ้างอิงมาตรฐาน (s) ซึ่งเขียนแทนด้วย $\text{pH}(s)$ ดังสมการข้างล่างนี้

$$\text{pH}(x) = \text{pH}(s) + \frac{(E_s - E_x)F}{2.303 RT}$$

R คือ gas constant

F คือ Faraday constant

T คือ อุณหภูมิหน่วยเป็นองศาเคลวิน

ปัจจุบันนี้มักใช้ กลาสอิเล็กโตรด แทนไฮโดรเจนอิเล็กโตรด เพราะมีความปลอดภัยและสะดวกสบายในการใช้งานมากกว่า เนื่องจาก กลาสอิเล็กโตรด ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายที่ใช้ และไฮโดรเจนอิเล็กโตรดไม่แข็งแรง ไม่สะดวกในการใช้งานเนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนจะไวไฟ ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้

3. สารละลายอ้างอิงมาตรฐาน (standard reference solution)

3.1 พีเอชมาตรฐานปฐมภูมิ (primary pH standard)

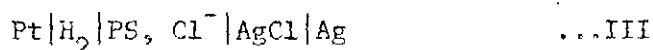
สารที่จะใช้เป็นสารมาตรฐานปฐมภูมิ มีทั้งหมด 6 ระบบ ดังนี้คือ

1. โพแทสเซียม ไฮโดรเจน ฟทาเลท (potassium hydrogen phthalate)
2. โพแทสเซียม ไฮโดรเจน ทาร์เทรท (potassium hydrogen tartrate)
3. โพแทสเซียม ไฮโดรเจน ซิเทรท (potassium dihydrogen citrate)
4. ไดโซเดียม ไฮโดรเจน ฟอสเฟต และ โพแทสเซียม ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (disodium hydrogen phosphate and potassium dihydrogen phosphate)
5. โซเดียม เทตระบอเรท (sodium tetraborate)
6. โซเดียม ไฮโดรเจน คาร์บอเนต และ โซเดียม คาร์บอเนต (sodium hydrogen carbonate and sodium carbonate)

สารทั้ง 6 ระบบ จะใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย และที่ความเข้มข้นหนึ่ง ๆ ต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ทำให้อยู่ในสภาพบริสุทธิ์ได้ง่าย
2. เมื่ออยู่ในสารละลายจะอยู่ตัวเป็นเวลานานพอสมควร
3. มีศักย์ไฟฟ้าที่รอยต่อของเหลวคงที่ (residual liquid liquid junction potential) ต่ำ
4. มีพีเอชอยู่ระหว่าง 3 ถึง 11
5. ราคาถูกและใช้ได้กับไฮโดรเจน ก๊าซ อิเล็กโตรด เพราะไม่ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน ก๊าซ อิเล็กโตรด

สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิเป็นสารละลายที่เลือกใช้ได้เหมาะสมกับช่วงพีเอช และอุณหภูมิที่สนใจ สำหรับค่าพีเอชของสารละลายชนิดนี้ จะวัดได้จากเซลล์ที่ไม่มีรอยต่อของเหลว ซึ่งเขียนเป็นเซลล์เคมีไฟฟ้าได้ดังนี้



PS คือ สารละลายอ้างอิงมาตรฐาน

TABLE 1 Values of pH(PS) for Primary Standard Reference Solutions

Primary Reference Standard	Temperature/°c															
	0	5	10	15	20	25	30	35	37	40	50	60	70	80	90	95
Potassium Hydrogen Phthalate	4.000	3.998	3.997	3.998	4.001	4.005	4.011	4.018	4.022	4.027	4.038	4.080	4.116	4.159	4.210	4.240
Saturated Potassium Hydrogen Tartrate	-	-	-	-	-	3.557	3.552	3.549	3.548	3.547	3.549	3.560	3.580	3.610	3.650	3.674
Potassium Dihydrogen Citrate	3.863	3.840	3.820	3.802	3.788	3.776	3.766	3.759	3.756	3.754	3.749	-	-	-	-	-
Disodium Hydrogen Phosphate and Potassium Dihydrogen Phosphate																
Phosphate	6.984	6.951	6.923	6.900	6.881	6.865	6.853	6.844	6.841	6.838	6.833	6.836	6.845	6.859	6.876	6.886
Sodium Tetraborate	9.464	9.395	9.332	9.276	9.225	9.180	9.199	9.102	9.088	9.068	9.011	8.962	8.921	8.884	8.950	8.833
Sodium Hydrogen Carbonate and Sodium Carbonate	10.317	10.245	10.118	10.062	10.012	9.966	9.926	9.910	9.889	9.828	-	-	-	-	-	-

จากเซลล์ III จะพบว่า PS นั้นมีคลอไรด์ไอออนอยู่ด้วย โดยที่สารที่ใช้เตรียม PS นั้นไม่มีคลอไรด์เป็นส่วนประกอบอยู่เลย การที่มีคลอไรด์ไอออนอยู่ในสารละลายก็เนื่องจาก การเติมเกลือคลอไรด์ลงไปในการละลาย PS และเปลี่ยนความเข้มข้นของเกลือไปเรื่อย ๆ ตามความต้องการ โดยวัดศักย์ไฟฟ้าของทุกความเข้มข้นของเกลือแล้วนำไปพล็อตกราฟระหว่าง แรงเคลื่อนไฟฟ้ากับความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออน แล้วลากเส้นของกราฟไปยังตำแหน่งที่ ความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออนเป็นศูนย์ โดยทั่วไปการพล็อตกราฟแบบนี้จะกำหนดให้แรงเคลื่อน ของไฟฟ้าอยู่ในแนวตั้ง คือ แกน y ส่วนความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออนจะอยู่แกนนอน คือ แกน x นั่นเอง ดังนั้นการลากเส้นตรงของกราฟไปยังตำแหน่งที่มีความเข้มข้น ของคลอไรด์เป็นศูนย์ก็คือ ลากตัดเส้นแกน y นั่นเอง และให้ค่าดังกล่าวเป็น y_0 ซึ่งค่านี้จะ นำไปใช้ในสมการ (5)

$$pH(PS) = (-\log a_H \gamma_{Cl})_{m_{Cl} = 0} + \log \gamma_{Cl} \quad \dots (5)$$

$$\text{เมื่อ } y_0 = (-\log a_H \gamma_{Cl})_{m_{Cl} = 0}$$

และ คำนวณได้จากสมการที่ (6) ตาม Debye - Huckel ดังนี้

$$\log \gamma_{Cl} = -A I / [1 + 1.5 I^{1/2} / (\text{mole kg}^{-1})^{1/2}] \quad (I \leq 0.1 \text{ mole kg}^{-1}) \quad \dots (6)$$

เมื่อ A คือค่าคงที่

I คือ กำลังไอออนิก

3.2 ข้อมูลในการวัด pH(x)

ผู้ทำการวัด pH(x) จะต้องให้รายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

1. ผู้ผลิตและชนิดของกลาสส์อิเล็กโตรด และอิเล็กโตรดอ้างอิง ตลอดจนวิธี ในการสร้างรอยต่อของเหลวของอิเล็กโตรดอ้างอิง
2. ผู้ผลิตและชนิดของพีเอชมิเตอร์
3. วิธีการแคลิเบรตพีเอชมิเตอร์ (Covington, 1982 : 4 - 11)

4. วิธีการวัดพีเอชของสารละลายโดยใช้พีเอชมิเตอร์

ลุนด์ (Lund. 1979 : 129 - 130) กล่าวว่า พีเอชมิเตอร์ที่ใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานชนิดเดียว (Single standard buffer) ในการปรับเครื่องค่าพีเอชของสารละลายตัวอย่างที่ใส่ไว้ จะเป็นตามสมการ

$$\text{pH}(x) = \text{pH}(s) - \frac{E(x) - E(s)/F}{2.303 RT}$$

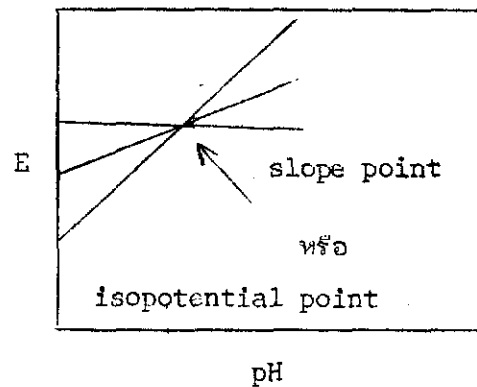
เมื่อ $\text{pH}(x)$ และ $\text{pH}(s)$ เป็นพีเอชของสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐาน (standard solution) ตามลำดับ

$E(x)$ และ $E(s)$ จะถูกต้องเมื่อ กลาสีอิเล็กโตรด (pH electrode) มีค่าเป็นไปตามค่า $2.303 RT/F$ มิลลิโวลต์ต่อหน่วยพีเอช ซึ่งที่จริงแล้วเป็นไปตามทฤษฎีที่กล่าวมาน้อยมาก

4.1 การวัดพีเอชที่อุณหภูมิคงที่

การจะวัดพีเอชให้ถูกต้องนั้น สารละลายมาตรฐาน สารละลายตัวอย่าง กลาสีอิเล็กโตรด และ อิเล็กโตรดอ้างอิง ควรอยู่ในอุณหภูมิเดียวกัน และโดยปกติจะใช้สารละลายบัฟเฟอร์เพียงค่าเดียว ในการแคลิเบรตโดยที่กลาสีอิเล็กโตรดจะตอบสนองตามค่า $2.303 RT/F$ มิลลิโวลต์ต่อหน่วยพีเอช เมื่อปรับปุ่มแคลิเบรตให้เครื่องอ่านค่าเท่ากับพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์ดังกล่าว

โดยปกติเครื่องพีเอชมิเตอร์ที่แคลิเบรตโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์เพียงค่าเดียว จะตั้งปุ่มสโลป (slope) ไว้ที่ 100% หรือตำแหน่งที่ปิดเครื่อง (off) แต่ในกรณีที่แคลิเบรตเครื่องโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานสองค่า ก็จะปรับเครื่องให้อ่านค่าพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์ทั้งสองนั้น ด้วยปุ่มแคลิเบรต และปุ่มสโลป ตามลำดับ และค่อย ๆ ปรับปุ่มทั้งสองนั้น จนกระทั่งเครื่องอ่านได้ค่าใกล้เคียงกับค่าพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์ทั้งสองและจากการปรับแบบนี้จะได้สโลป พอยต์ของ เครื่องมีลักษณะ ดังภาพ 2 - 1



ภาพประกอบ 2 - 1 ภาพแสดงการปรับพีเอชมิเตอร์ โดยการเปลี่ยนศักย์ไฟฟ้ากับพีเอช
เมื่อปรับสโบลคอนโทรล

เมื่อเปลี่ยน สโบล คอนโทรล เส้นกราฟจะหมุนรอบ ๆ จุด ๆ หนึ่ง หรือจุดอีก
อย่างหนึ่งว่าจะมีจุด ๆ หนึ่งที่มันเคลื่อนไปตามการปรับสโบลคอนโทรล จุดนั้นเรียกว่า
isopotential point ของเครื่อง

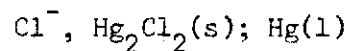
4.2 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อค่าพีเอชของสารละลาย

อุณหภูมิมีผลต่อค่าพีเอชของสารละลายอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องพยายามให้
อิเล็กโตรดกับสารละลายที่วัดพีเอชมีอุณหภูมิเท่ากัน

5. อิเล็กโตรดชนิดต่าง ๆ ที่ใช้วัดพีเอชของสารละลาย

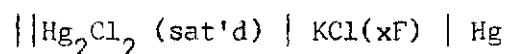
5.1 คาโลเมลอิเล็กโตรด

เป็นอิเล็กโตรดอ้างอิงที่นิยมใช้กันมาก จะประกอบด้วย เมอร์คิวรี เมอร์คิวรัส
คลอไรด์ และคลอไรด์อิออน โดยเขียนเป็นสัญลักษณ์ทางเคมีไฟฟ้า ได้ดังนี้



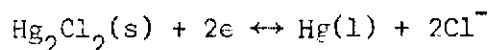
ซึ่งสารละลายคลอไรด์จะอิ่มตัวด้วยคาโลเมลที่ผิวของเมอร์คิวรี และจะคงที่ถึงแม้อุณหภูมิจะ
เปลี่ยนไป (Bates. 1964 : 258; Bassett and others. 1978 : 569)

ครึ่งเซลล์ของคาโลเมล เขียนเป็นสัญลักษณ์ทางเคมีไฟฟ้า เป็นดังนี้



x เป็นความเข้มข้นของโปแตสเซียมคลอไรด์ในสารละลาย

การเกิดปฏิกิริยาของคาโลเมลอิเล็กโตรดเป็นไปดังสมการ

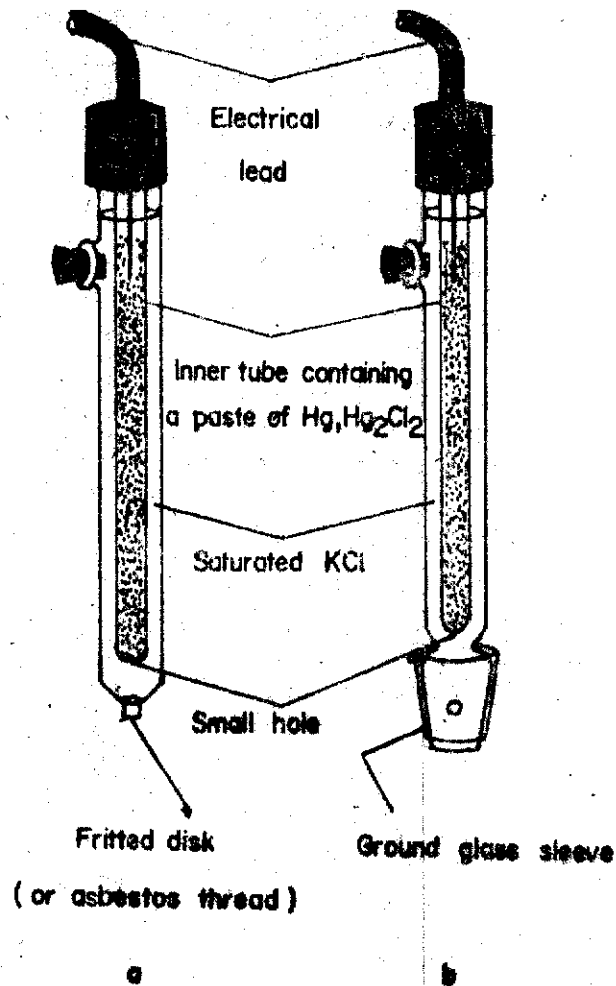


ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์จะเปลี่ยนไปตามความเข้มข้นของคลอไรด์ และมีความ

จำเพาะ กับอิเล็กโตรดนั้น ๆ (Skoog and West. 1981 : 531) คาโลเมลอิเล็กโตรดที่นิยมใช้กันมีความเข้มข้นของ โปแตสเซียมคลอไรด์ต่าง ๆ กัน คือ 0.1 โมลาร์ 1.0 โมลาร์ และสารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ที่อิ่มตัว (saturated) โดยที่สารละลายโปแตสเซียมดังกล่าวจะต้องอิ่มตัวด้วยคาโลเมล (Bates. 1964 : 203; Bassett and others. 1978 : 569; Vogel. 1951 : 676 และ Vogel. 1961 : 914) สำหรับคาโลเมลอิเล็กโตรดชนิดอิ่มตัวใช้วัดพีเอชของสารละลายที่อุณหภูมิสูงได้ดีพอ ๆ กับการวัดพีเอชของสารละลายที่อุณหภูมิต่ำแต่ถ้าใช้วิธีการวัดพีเอชของสารละลายที่อุณหภูมิสูงเกิน 70 องศาเซลเซียส อาจุการใช้งานของอิเล็กโตรดชนิดนี้จึงลดลง (Bates. 1964 : 259)

คาโลเมลอิเล็กโตรดที่ใช้กันทั่วไปมีอยู่สองชนิด และส่วนประกอบของอิเล็กโตรด

ข้างนอกจะเป็นหลอดแก้วที่มีความยาว 5 - 15 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 - 1.0 เซนติเมตร เมอร์คิวรี เมอร์คิวรียคลอไรด์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวชั้น ๆ บรรจุอยู่ในหลอดข้างใน ซึ่งจะต้องกับสารละลายภายในโปแตสเซียมคลอไรด์ที่อิ่มตัวอยู่ในหลอดข้างนอกด้วยทางเปิดเล็ก ๆ (Skoog and West. 1981 : 533; Willard and others. 1965 : 538)



ภาพประกอบ 2 - 2 ชนิดของคาโลเมลิเลคโตรด

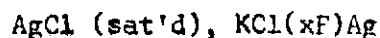
จากภาพประกอบ 2 - 2a คาโลเมลิเลคโตรด ต้องจุ่มอยู่ในสารละลายคู่กับ กลาคือเลคโตรดเพื่อให้ครึ่งเซลล์แรกเชื่อมต่อกับครึ่งเซลล์ที่ 2 โดยทางเปิดเล็ก ๆ ตอนปลาย ของหลอดแก้วข้างนอก คาโลเมลิเลคโตรดมีรอยต่อ (junction) ที่มีความต้านทานทาง สูงประมาณ 2,000 - 3,000 โอห์ม และมีขนาดของการนำไฟฟ้าจำกัด

จากภาพประกอบ 2 - 2b คาโลเมลิเลคโตรด ชนิดนี้มีความต้านทาน ต่ำกว่าชนิดแรก และก่อนจะใช้ต้องหมุนปลอกแก้ว (ground glass sleeve) จึงภาพประกอบ b

เพื่อให้สารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ไหลออกมา 1 - 2 หยดให้เปือกด้านในของปลอกแก้วนั้น
เพื่อเป็นสื่อกระแสไฟฟ้า (Skoog and West. 1981 : 533; Willard and others.
1965 : 539)

5.2 ซิลเวอร์ ซิลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโทรด

เป็นอิเล็กโทรดที่ใช้กันมากชนิดหนึ่ง สร้างขึ้นง่าย และทำให้มีขนาดเล็กเท่าใดก็ได้
วิธีเตรียมอิเล็กโทรดชนิดนี้ นิยมเตรียมกันโดยการเคลือบซิลเวอร์คลอไรด์บาง ๆ ลงบนผิวของ
ทองคำเงิน (Ag) ที่มีความบริสุทธิ์มาก ๆ ด้วยกระแสไฟฟ้า (ราตรี ครรชิตชัย และ ศศิเกษม
ทองมงคล 2523 : 633) อิเล็กโทรดชนิดนี้ประกอบด้วยซิลเวอร์อิเล็กโทรดที่จุ่มในสารละลาย
โปแตสเซียมคลอไรด์ เช่นลักษณะของเคมีไฟฟ้าได้ดังนี้

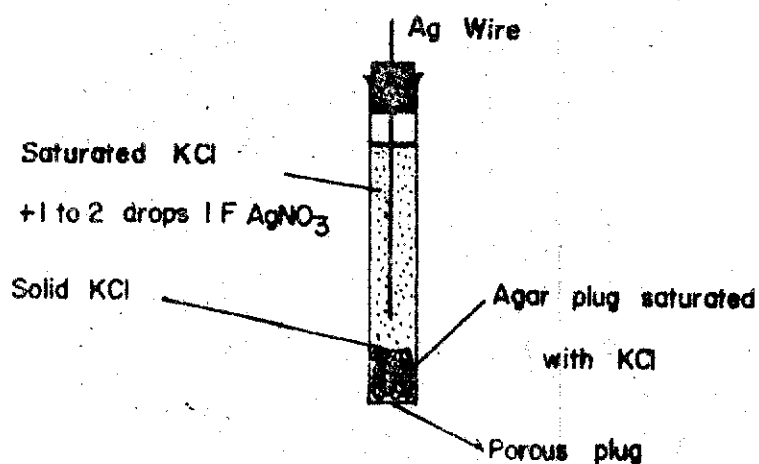


(Skoog and West. 1981 : 533; Willard and others. 1965 : 539;
Bassett and others. 1978 : 571)

ปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ของอิเล็กโทรด เป็นไปตามสมการ



(ราตรี ครรชิตชัย และ ศศิเกษม ทองมงคล 2523 : 633, Skoog and West. 1981 :
533) โดยปกติอิเล็กโทรดชนิดนี้จะเตรียมด้วย สารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ที่อิ่มตัวและ
ศักย์ไฟฟ้า 0.197 โวลต์ ที่ 25 องศาเซลเซียส โดยเทียบกับไฮโดรเจนอิเล็กโทรดมาตรฐาน
ลักษณะของซิลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโทรดดังกล่าวประกอบ 2 - 3



ภาพประกอบ 2 - 3 ซีลเวอร์คัลลอไรต์ อิเล็กโทรด

5.3 คลอไรด์เงินอิเล็กโทรด (combination electrode)

เป็นอิเล็กโทรดชนิดหนึ่งประกอบด้วย กลาสีอิเล็กโทรด อยู่ร่วมกับอิเล็กโทรดอ้างอิง และอิเล็กโทรดอ้างอิงนิยมใช้เป็นซีลเวอร์ ซีลเวอร์คัลลอไรต์อิเล็กโทรด ดังนั้นจึงใช้ไดค่าที่แม่นยำของสารละลายที่มีปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการวัดโดยสองอิเล็กโทรด (Beckman, 1976 : 2)

5.4 ดับเบิลฟังก์ชันอิเล็กโทรด

เป็นอิเล็กโทรดอ้างอิงอีกชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นสองชั้น ชั้นในจะเป็นดาโลเมลอิเล็กโทรดชนิดอื่นตัว ที่หุ้มด้วยแก้วอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งบรรจุด้วยสารละลายแอมโมเนียมไนเตรดที่มีความเข้มข้น 0.1 โมลาร์สารละลายทั้งสองชั้นจะเชื่อมต่อกันด้วย porous ceramic

plug ปลายของอิเล็กโทรดเป็นรอยต่อระหว่างสารละลายทั้งสอง สารละลายที่บรรจุอยู่ในแก้วขึ้นนอก ล้ำมารวม คือทำให้ให้เหมาะสมกับงานได้ คือ ในกรณีที่ไม่ต้องการให้สัณฐานไรต์อออนหรือโปรแตสเซียมอออนในสารละลายที่วัดค่าพีเอช โดยสารละลายที่บรรจุอยู่ในแก้วขึ้นนอกดังกล่าวจะป้องกันไม่ให้สัณฐานไรต์อออนหรือโปรแตสเซียมอออนเข้าไปปนกับสารละลายที่วัดค่าพีเอชนั้น ๆ โดยปกติอิเล็กโทรดชนิดนี้ใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 0 - 70 องศาเซลเซียส

5.5 กลาสีอิเล็กโทรด

5.5.1 กลาสีอิเล็กโทรด สำหรับการวัดพีเอช

ในการวัดพีเอชนั้นประกอบด้วย คาโลเมลอิเล็กโทรด และ กลาสีอิเล็กโทรด จุ่มอยู่ในสารละลายที่ต้องการวัด โดยที่ กลาสีอิเล็กโทรด มีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ และส่วนที่ไวต่อพีเอชคือ ตอนปลายของแก้วในกระเปาะแก้วบรรจุสารละลายกรดเกลือที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 1 โมลาร์ และอิ่มตัวด้วยซิลเวอร์คลอไรด์ โดยมีลวดเงินจุ่มอยู่ในสารละลายดังกล่าว ดังนั้นเซลล์ที่ใช้วัดพีเอชของสารละลายตัวอย่างจะมีอิเล็กโทรดอ้างอิงสองอัน คือ ส่วนนอกเป็นคาโลเมลอิเล็กโทรด และส่วนในเป็นอิเล็กโทรดอ้างอิงที่อยู่ในกลาสีอิเล็กโทรด และส่วนที่ไวต่อการวัดพีเอช คือ เยื่อบาง ๆ ที่อยู่ตอนปลายของกลาสีอิเล็กโทรดนั่นเอง

5.5.2 องค์ประกอบของเมมเบรนของกลาสีอิเล็กโทรด

แก้วที่ใช้ทำอิเล็กโทรดต้องไวต่อโปรตอนและแคตไอออนอื่น ๆ ส่วนใหญ่จะทำได้ด้วยส่วนผสมของ Na_2O 22%, CaO 6% และ SiO_2 72% แก้วนี้ละลายได้ดีกับไฮโดรเจนอออนในช่วงพีเอช 1 - 9 แต่ถ้าสูงกว่านี้เมมเบรนของแก้วนี้จะไวต่อไฮดรอกไซด์และลิเทียมอออน

5.5.3 ความต้านทานไฟฟ้าของ เมมเบรนของแก้วที่ใช้ทำอิเล็กโทรดเมมเบรนของแก้วโดยทั่วไปจะหนาประมาณ 0.003 - 0.1 มิลลิเมตร มีความต้านทานไฟฟ้า 50 - 500 เมกะโห์ม (MΩ)

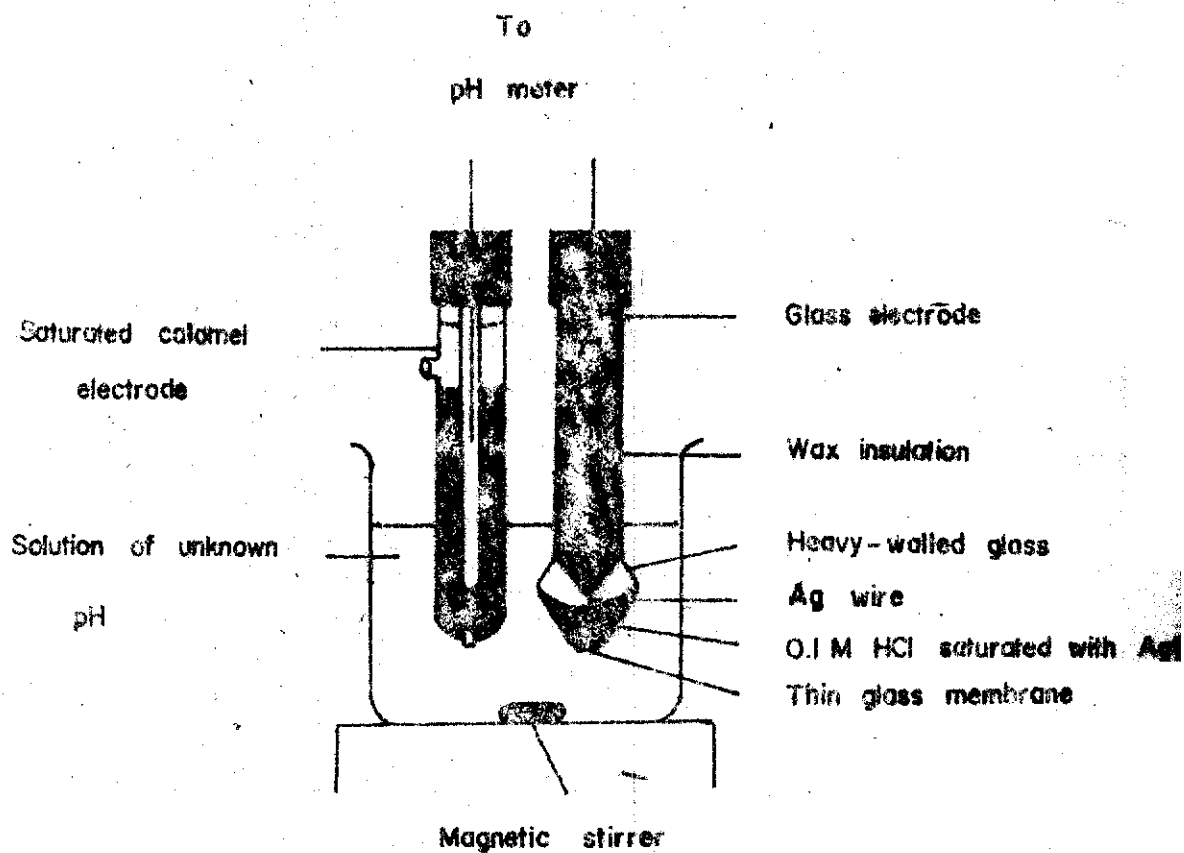


Figure 2-14. pH measurement setup.

Figure 2-14

5.5.4 Asymmetry potential

กลาสอิเล็กโตรด : ทุกอันมีความหนาของเมมเบรนและความต้านทานไฟฟ้าต่างกัน ดังนั้นจึงทำให้บทบาทของกลาสอิเล็กโตรดต่อแคทไอออนแตกต่างกัน ก่อนใช้อิเล็กโตรดชนิดนี้จึงจำเป็นต้องแคลิเบรตทุกครั้ง (Skoog and West. 1981 : 540 - 544)

6. วิธีการตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือ

6.1 ไล่ shorting strap ระหว่างช่องของอิเล็กโตรดอ้างอิงกับช่องของกลาสอิเล็กโตรด

6.2 ปรับสเกลของเครื่องและปุ่ม mV (millivolt)

6.3 ถ้าอ่านได้ไม่เท่า 0 mV แสดงว่าเครื่องอยู่ในสภาพทำงานไม่ได้

7. วิธีการตรวจสอบอิเล็กโตรด (pH troubleshooting. 1981 : 2 - 3)

7.1 อิเล็กโตรดอ้างอิง

7.1.1 อิเล็กโตรดภายในจุ่มอยู่ในสารละลายภายในหรือไม่

7.1.2 เครื่องอ่านได้ 0 ± 5 mV เมื่อจุ่มอิเล็กโตรดชนิดเดียวกันในสารละลาย

บัฟเฟอร์พีเอช 7.00

7.1.3 ในกรณีที่ เป็นอิเล็กโตรดต่างชนิดกัน เครื่องอ่านได้ 45 ± 5 mV

7.1.4 ถ้าอ่านไม่ได้ในกรณีของข้อ 7.1.2 และ/หรือ 7.1.3 แสดงว่า

อิเล็กโตรดที่ทดสอบเสื่อม

7.2 พีเอชอิเล็กโตรด (pH electrode)

7.2.1 จุ่มอิเล็กโตรดที่จะทดสอบและอิเล็กโตรดอ้างอิงลงในสารละลาย

บัฟเฟอร์พีเอช 7.00

7.2.2 เครื่องอ่านได้ 0 ± 30 mV เมื่ออิเล็กโตรดไม่เสื่อม

7.2.3 ถ้าอ่านไม่ได้ตามข้อ 7.2.2 แสดงว่าอิเล็กโตรดเสื่อม

8. วิธีการปรับปรุงอิเล็กโตรดที่เสื่อมประสิทธิภาพ กระทำดังนี้ (pH troubleshooting.

1981 ; 2 - 3)

8.1 อิเล็กโตรดอ้างอิง

8.1.1 ไฟเบอร์และเซรามิคจังก์ชัน (fiber and ceramic junction)

ให้แขวนไว้ในอากาศ

8.1.2 ถ้าอิเล็กโตรดภายในเป็นซิลเวอร์คลอไรด์

8.1.2.1 ต้มในสารละลายโพแตสเซียมคลอไรด์

8.1.2.2 จุ่มในกรดไนตริก 10% นาน 30 นาที

8.1.3 ถ้าอิเล็กโตรดภายในเป็นทาลูเมทให้ต้มในน้ำกลั่น

8.1.4 ทุกครั้งที่ทำการปรับปรุง ทั้งอิเล็กโตรดที่ผ่านกระบวนการปรับปรุง
แล้วนั้นไว้ 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปทดสอบ

8.2 ฟอสฟอรัสอิเล็กโตรด มีวิธีการดังนี้

8.2.1 แช่ในสารละลายฟอสฟอรัส 7.00 ทั้งคืน ถ้าไม่ได้ผล ก็ทำข้อ
ต่อไป

8.2.2 แช่ในสารละลายฟอสฟอรัส 4.00 และ 7.00 เป็นเวลา 30 นาที
ทำสลับกันหลาย ๆ ครั้ง ถ้าไม่ได้ผลก็ทำข้อต่อไป

8.2.3 แช่ในกรดเกลือ 10% 30 นาที แล้วทำข้อ 8.2.2 ซ้ำอีก ทำสลับ
กันหลาย ๆ ครั้ง ถ้าไม่ได้ผลก็ทำข้อต่อไป

8.2.4 แช่ใน 1 M KOH และ 1 M HCl นาน 5 นาที ทำสลับกันหลาย ๆ ครั้ง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

แยกออกตามความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. การทดสอบวิธีการปรับปรุงอิเล็กทรอนิกส์เพื่อประสิทธิภาพ

อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ได้แก่

1.1 กลาสีอิเล็กทรอนิกส์

1.2 คาโลเมลอิเล็กทรอนิกส์

1.3 คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์

2. การศึกษามลของกำลังอิเล็กทรอนิกส์ที่ผลต่อพิสัยของสารละลาย

วัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ได้แก่

2.1 คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์

2.2 กรดเกลือที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

2.3 สารละลายไฮโดรเจนคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

2.4 ฟิเออริเตอร์ชนิดที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการ

3. การศึกษามลของสารละลายภายในตัวเปิดสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่

ตัวเปิดสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ที่บรรจุสารละลายภายในต่าง ๆ กัน

4. การเปรียบเทียบการใช้สารละลายฟิเออริเตอร์ค่าเดียวกัน สารละลายฟิเออริเตอร์ล่องคำในการแคลิเบรตอิเล็กทรอนิกส์

4.1 ฟิเออริเตอร์ชนิดที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการ

4.2 อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ

4.3 สารละลายฟิเออริเตอร์ค่า 4.00, 7.00, และ 9.22

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. วิธีการดำเนินการทดสอบวิธีการปรับปรุงอิเล็กโทรดที่เสื่อมประสิทธิภาพ

1.1 การทดสอบอิเล็กโทรดและพีเอชมิเตอร์

1.1.1 การทดสอบพีเอชมิเตอร์มี 2 วิธีคือ

ก. ใช้ shorting strap และ pH tester ซึ่งมีวิธีการทดสอบ
ดังต่อไปนี้

1. ใช้ shorting strap ทดสอบพีเอชมิเตอร์ถ้าพีเอชมิเตอร์
อ่านได้ 0 mV แสดงว่าพีเอชมิเตอร์อยู่ในสภาพที่ทำงานได้ แล้วนำไปตรวจการทำงานของ
อิเล็กโทรดของพีเอชมิเตอร์ด้วย pH tester

ข. ใช้ pH tester ต่อเข้ากับพีเอชมิเตอร์แล้วปรับโวลเตจ (voltage)
ที่ค่าพีเอชหนึ่ง ๆ อ่านค่าจากพีเอชมิเตอร์ ในกรณีที่อ่านค่าไม่ได้ตามที่ปรับแสดงว่า เครื่องเสีย

1.1.2 การทดสอบอิเล็กโทรดอ้างอิง มีวิธีทดสอบดังนี้

ก. คาโลเมลอิเล็กโทรด

1. ตรวจสอบว่าอิเล็กโทรดภายใน (internal electrode) ลุ่ม
อยู่ในสารละลายที่บรรจุอยู่ในอิเล็กโทรด ถ้าโพสิทีฟอยู่ในสารละลายดังกล่าว ก็เติมสารละลาย
ชนิดเดียวกับสารละลายภายในนั้น

2. ใช้ adaptor ใส่เข้าไปที่หัวของคาโลเมลอิเล็กโทรดที่ได้แล้ว
นำไปใส่แทนที่ในช่องกลาส์อิเล็กโทรด

3. นำคาโลเมลอิเล็กโทรดที่จะทดสอบไปใส่แทนที่อิเล็กโทรดอ้างอิง

4. นำอิเล็กโทรดทั้งสองจุ่มในสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 7.00
วัดค่า mV ถ้าอ่านค่าได้ในช่วง 0 ± 5 mV แสดงว่าอิเล็กโทรดอยู่ในสภาพใช้งานได้

ข. ซีลเวอร์ ซีลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโทรด

การทดสอบใช้วิธีการเดียวกับคาโลเมลอิเล็กโทรด แต่เปลี่ยนจากคาโลเมล
อิเล็กโทรดที่จะทดสอบเป็นซีลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโทรดที่จะทดสอบ

ในกรณีที่ไม่มีความล้มเหลวของเครื่องวัดหรือซีลเวอร์คัลลอไรต์อิเล็กโตรดที่ใส่ให้ใช้
ค่าโวลเมตริกอิเล็กโตรดกับซีลเวอร์คัลลอไรต์อิเล็กโตรดได้ โดยค่า mV ที่อ่านได้ต้องอยู่ในช่วง
 45 ± 5 mV แสดงว่าอิเล็กโตรดที่ทดสอบอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้

1.1.3 การทดสอบกลาสอิเล็กโตรด

ใช้ค่าโวลเมตริกอิเล็กโตรดที่เป็นอิเล็กโตรดอ้างอิง ซึ่งมีวิธีการทดสอบสองวิธีคือ

1. กลุ่มชุดอิเล็กโตรดในสารละลายฟลูออไรด์ 7.00 ถ้าอ่าน mV
ได้ 0 ± 30 mV แสดงว่าอิเล็กโตรดที่ทดสอบอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้
2. กลุ่มชุดอิเล็กโตรดในสารละลายฟลูออไรด์ 4.00 หรือฟลูออไรด์ 10.00
ถ้าอ่าน mV ได้มากกว่า 160mV แสดงว่าอิเล็กโตรดที่ทดสอบอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้

1.2 การทดสอบวิธีการปรับปรุงอิเล็กโตรดที่เสื่อมคุณภาพ

อิเล็กโตรดที่นำมาปรับปรุงและวิธีการปรับปรุงมีดังนี้

ก. ค่าโวลเมตริกอิเล็กโตรด มีวิธีการปรับปรุงดังนี้

1. แฉกในอากาศในช่วงเวลา 3 - 18 ชั่วโมง
2. ล้างในน้ำกลั่นที่เดือดในช่วงเวลาที่ต่าง ๆ กันดังนี้

60 วินาที

90 วินาที

120 วินาที

150 วินาที

180 วินาที

3. ในช่วงเวลาของการปรับปรุงแต่ละครั้ง หัววัดประมาณ 24 ชั่วโมง
ส่งน้ำอิเล็กโตรดที่ปรับปรุงไปทดสอบตามวิธีการทดสอบในข้อ 1.1.2

4. จากข้อ 3 บันทึกลำดับขั้นและผลของการปรับปรุงอิเล็กโตรด

ข. ซีลเวอร์ซีลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโตรด

วิธีการปรับปรุงมีสองวิธีคือ

วิธีที่ 1.

1.1 ต้มในสารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ กันดังนี้
0.1 M, 0.5 M, 1.0 M, 1.5 M, 2.0 M, 2.5 M และ 3.0 M

1.2 เก็บอิเล็กโตรดที่ทำการปรับปรุงไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง ของการ
ปรับปรุงแต่ละความเข้มข้น แล้วจึงนำอิเล็กโตรดไปทดสอบตามวิธีการทดสอบในข้อ 1.1.2 และ
ถ้าไม่ได้ผลก็ทำวิธีที่ 2

วิธีที่ 2

2.1 ลู่อิเล็กโตรดที่ละปรับปรุงใน 10% HNO_3 ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน
ดังนี้ 60°C , 65°C , 70°C , 75°C และ 80°C

2.2 เก็บอิเล็กโตรดที่ทำการปรับปรุงไว้ประมาณ 24 ชั่วโมงของการ
ปรับปรุงแต่ละครั้ง แล้วนำไปทดสอบตามวิธีการทดสอบในข้อ 1.1.2

ค. กลาสอิเล็กโตรด มีลำดับในการปรับปรุงดังนี้

1. แ่ในสารละลายฟลูออรีน 7.00 ในช่วงเวลา 3 - 12 ชั่วโมง
ถ้าไม่ได้ผลก็ทำข้อต่อไป

2. แ่ในสารละลายฟลูออรีน 4.00 แล้วไปแ่ในสารละลายฟลูออรีน
7.00 ทำสลับกัน 5 - 10 ครั้ง ในช่วงเวลา 15 - 35 นาที ถ้าไม่ได้ผลก็ทำข้อต่อไป

3. แ่ใน 10% HCl ที่ช่วงเวลา 15 - 35 นาที ซึ่งในแต่ละช่วงเวลา
เมื่อทำเสร็จแล้วไปทำซ้ำในข้อ (2) ถ้าไม่ได้ผลก็ทำข้อต่อไป

4. แขนในสารละลาย xM KOH a นาที แล้วล้างอิเล็กโตรดด้วยน้ำกลั่น

หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลาย x M HCl a นาที

x/M	a/s	x/M	a/s
0.1	1	0.7	1
0.1	3	0.7	3
0.1	5	0.7	5
0.4	1	1.0	1
0.4	3	1.0	3
0.4	5	1.0	5

ในแต่ละความเข้มข้นและเวลาแต่ละช่วง เวลาให้ทำสลับกัน 3 ครั้ง

5. เก็บอิเล็กโตรดไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง ของการปรับปรุงแต่ละครั้ง

แล้วนำไปทดสอบตามวิธีการทดสอบในข้อ 1.1.3

ง. คอมมิเนชั่นอิเล็กโตรด

วิธีการปรับปรุง

เนื่องจากอิเล็กโตรดชนิดนี้ประกอบด้วยกลาสอิเล็กโตรดกับซิลเวอร์ซิลเวอร์คลอไรด์

อิเล็กโตรดอยู่ด้วยกัน ดังนั้นในการปรับปรุงอิเล็กโตรดชนิดนี้จึงใช้วิธีการปรับปรุงของอิเล็กโตรด

ทั้งสองที่กล่าวมาแล้ว

2. การศึกษาผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลาย

วิธีทำ ใช้ 3 digit pH meter ที่ 25 °C

1. Calibrate electrode โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 4.000

และทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 °C

2. วัดพีเอชของสารละลายต่าง ๆ ต่อไป

0.001 M HCl

0.001 M HCl in 0.01 M NaCl

0.001 M HCl in 0.05 M NaCl

0.001 M HCl in 0.10 M NaCl

0.001 M HCl in 0.30 M NaCl

0.001 M HCl in 1.00 M NaCl

0.001 M HCl in 2.00 M NaCl

0.001 M HCl in 3.00 M NaCl

ทำซ้ำโดยเปลี่ยนความเข้มข้นของ HCl เป็น 0.002 M, 0.0005 M และ 0.010 M ตามลำดับ โดยใช้สารละลายกรดเกลือมาตรฐานเตรียมสารละลายดังกล่าวข้างต้น

3. นำข้อมูลที่ได้ไปพล็อตกราฟเพื่อดูผลของกำลังของอิออนิกในสารละลาย

4. ใช้สารละลาย 0.001 M HCl in 1.00 M NaCl ปรับพีเอชมิเตอร์

ให้อ่านพีเอช 3.000 แล้วทำการวัดพีเอชของสารละลายต่อไปนี้

0.002 M HCl in 1.00 M NaCl

0.0005 M HCl in 1.00 M NaCl

0.010 M HCl in 1.00 M NaCl

5. นำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกันเมื่อความเข้มข้นของ NaCl คงที่

3. การศึกษามวลของสารละลายภายในสับเปิลจังก์ชันอิเล็กโตรด

วิธีทำ

1. วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (emf) ของเซลล์ในสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 4.00, 7.00 และ 9.22 เมื่อใช้กลาสอิเล็กโตรดยี่ห้อต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ extech sensorex และ

beckman เข้าคู่กับตัวเปิดสวิตช์อิเล็กโตรดที่บรรจุสารละลายภายในดังต่อไปนี้

Sat'd KCl	กับ	10% KNO_3
Sat'd KCl	กับ	1 M NH_4NO_3
Sat'd NaCl	กับ	10% KNO_3
Sat'd NaCl	กับ	1 M NH_4NO_3
Sat'd LiCl	กับ	10% KNO_3
Sat'd LiCl	กับ	1 M NH_4NO_3

2. นำ emf ที่ได้จากการทดลองในข้อ 1. ไปเปรียบเทียบกับ emf ของคาโลเมล
สารละลายภายในของตัวเปิดสวิตช์อิเล็กโตรดแต่ละคู่

4. การเปรียบเทียบใช้สารละลายฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายฟเฟอร์สองค่าในการ
แคลิเบรทอิเล็กโตรด

อิเล็กโตรดที่ใช้ในการทดลอง มีดังนี้

1. กลาสอิเล็กโตรดยี่ห้อต่าง ๆ กับคาโลเมล

1.1 Extech - Beckman

1.2 Sensorex - Beckman

1.3 Beckman - Beckman

2. กลาสอิเล็กโตรดยี่ห้อต่าง ๆ กับซิลเวอร์ซิลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโตรด

2.1 Extech - Extech

2.2 Sensorex - Sensorex

2.3 Beckman - Extech

2.4 Beckman - Sensorex

3. กลาสอิเล็กโตรดยี่ห้อต่าง ๆ กับตัวเปิดสวิตช์อิเล็กโตรดที่บรรจุสารละลาย
ภายใน เช่นเดียวกับการศึกษาผลของสารละลายภายในอิเล็กโตรดชนิดนี้

3.1 Extech - Double junction ที่บรรจุสารละลายต่าง ๆ กัน

3.2 Sensorex ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.1

3.3 Beckman ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.1

4.1 การแคลิเบรทอิเล็กโตรดโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียว

1. ตั้งจุดหุ้มของพีเอชมิเตอร์ให้เท่ากับจุดหุ้มห้อง
2. ตั้งวาล์วสโลบไว้ที่ตำแหน่ง 100 เปอร์เซ็นต์
3. แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 4.00 แล้ววัดพีเอช

ของสารละลายบัฟเฟอร์ 7.00

4. ทำเช่นนี้กับทุก ๆ คู่ของอิเล็กโตรด

4.2 การแคลิเบรทอิเล็กโตรดโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ 2 ค่า

1. ตั้งจุดหุ้มของพีเอชมิเตอร์ให้อ่านเท่ากับจุดหุ้มห้อง
2. แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 4.00
3. นำอิเล็กโตรดไปวัดพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 9.22 แล้วปรับวาล์ว

สโลบให้พีเอชมิเตอร์อ่านได้ค่าพีเอชเท่ากับ 9.22

4. นำอิเล็กโตรดไปวัดพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 4.00 อีกครั้ง แล้วปรับวาล์วแคลิเบรทให้พีเอชมิเตอร์อ่านใกล้ ๆ 4.00

5. นำอิเล็กโตรดไปวัดพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 9.22 โดยการปรับวาล์วสโลบให้พีเอชมิเตอร์อ่านใกล้เคียง 9.22

6. นำอิเล็กโตรดไปวัดพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 4.00 และ 9.22 โดยการปรับวาล์วแคลิเบรทเพื่อวัดพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 4.00 แล้วปรับวาล์วสโลบเพื่อวัดพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 9.22

7. ทำซ้ำข้อ 6 จนได้ค่าใกล้เคียงกับพีเอช 4.00 เพื่อวัดพีเอชของสารละลาย
บัฟเฟอร์พีเอช 4.00 และใกล้เคียงพีเอช 9.22 เพื่อวัดพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 9.22

8. นำอิเล็กโตรดไปวัดพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 7.00

9. ทำเช่นนี้กับอิเล็กโตรดทุก ๆ คู่

4.3 นำค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองของอิเล็กโตรดแต่ละคู่ที่ได้จากข้อ 4.1 และ
4.2 มาเปรียบเทียบกัน เพื่อดูความแตกต่างของการแคลิเบรตอิเล็กโตรดทั้งสองวิธี

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติทำตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์การทดสอบวิธีการปรับปรุงอิเล็กทรอนิกส์ที่เสื่อมประสิทธิภาพ ต่อไปนี้
 - 1.1 กลาสีอิเล็กทรอนิกส์
 - 1.2 คาโลเมลิอิเล็กทรอนิกส์
 - 1.3 คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์
2. การวิเคราะห์ผลของกำลังอินพุตที่มีต่อฟิเอชของสารละลาย
3. การวิเคราะห์ผลของสารละลายภายในตัวเปิดสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์
4. การวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้สารละลายฟิเอชค่าเดียวกับสารละลาย

ฟิเอชส่องค่าในการแคลิเบรอิเล็กทรอนิกส์

1. การวิเคราะห์การทดสอบวิธีการปรับปรุงอิเล็กทรอนิกส์ที่เสื่อมประสิทธิภาพ
 - 1.1 ผลการวิเคราะห์การทดสอบวิธีการปรับปรุงกลาสีอิเล็กทรอนิกส์

วิธีการที่ใช้ปรับปรุงกลาสีอิเล็กทรอนิกส์เป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลในกรณีที่กลาสีอิเล็กทรอนิกส์
ไปเสื่อมมาก คือ อิเล็กทรอนิกส์นั้นถูกใช้งานเป็นเวลานานจนเมมเบรนของแก้วไม่สามารถให้
โปรตอนผ่านเข้าออกได้อีกต่อไป เช่น เมื่อนำไปใส่กับฟิเอชอิเล็กโตรดเพื่อวัดฟิเอชของสารละลาย
ตัวเลขจะวิ่งมากคือวิ่งตลอดเวลาเป็นต้น

1.2 ผลการวิเคราะห์การทดสอบวิธีการปรับปรุงค่าไอเมลอีเลคโตรด

วิธีการที่ใช้ปรับปรุงค่าไอเมลอีเลคโตรดที่ใช้ทดสอบเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลขึ้นอยู่กับลักษณะของอีเลคโตรดที่นำมาปรับปรุง เช่นในกรณีที่ปรอทที่บรรจุอยู่ในหลอดข้างในหลุดออกมา ก็ไม่สามารถปรับปรุงได้

1.3 ผลการวิเคราะห์การทดสอบวิธีการปรับปรุงคอมปีเนชันอีเลคโตรด

วิธีการที่ใช้ปรับปรุงใช้วิธีการปรับปรุงของกลาสอีเลคโตรดและซิลเวอร์ซิลเวอร์คลอไรด์อีเลคโตรด โดยต้องทำทีละอย่าง คือ ปรับปรุงกลาสอีเลคโตรดก่อนแล้วไปปรับปรุงซิลเวอร์ซิลเวอร์คลอไรด์อีเลคโตรด และในขณะที่ปรับปรุงซิลเวอร์ซิลเวอร์คลอไรด์อีเลคโตรด ต้องคอยพยายามรักษาสภาพของกลาสอีเลคโตรดเสมอ จนกระทั่งใช้ได้ทั้ง 2 อีเลคโตรด

2. การวิเคราะห์ผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลาย

2.1 ผลของการวิเคราะห์ผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อ

ความเข้มข้นของกรดเกลือเป็น 0.001 M แสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลาย เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือ เป็น 0.001 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.001 M HCl	3.038
0.001 M HCl in 0.01 M NaCl	3.010
0.001 M HCl in 0.05 M NaCl	2.999
0.001 M HCl in 0.10 M NaCl	2.994
0.001 M HCl in 0.30 M NaCl	2.962
0.001 M HCl in 1.00 M NaCl	2.841
0.001 M HCl in 2.00 M NaCl	2.670
0.001 M HCl in 3.00 M NaCl	2.470

จากข้อมูลในตาราง แสดงว่าเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของกรดเกลือคงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลงเป็นลำดับ ซึ่งแสดงไว้ในกราฟ ภาพประกอบที่ 5

2.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลาย เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเป็น 0.002 M ได้แสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงผลของการแก่งอ้ออนิคที่มีต่อพีเอชของสารละลาย เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือ เป็น 0.002 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.002 M HCl	2.870
0.002 M HCl in 0.01 M NaCl	2.830
0.002 M HCl in 0.05 M NaCl	2.760
0.002 M HCl in 0.10 M NaCl	2.730
0.002 M HCl in 0.30 M NaCl	2.681
0.002 M HCl in 1.00 M NaCl	2.565
0.002 M HCl in 2.00 M NaCl	2.341
0.002 M HCl in 3.00 M NaCl	2.177

จากข้อมูลในตาราง แสดงว่าเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นในขณะที่ ความเข้มข้นของกรดเกลือคงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลงเป็นลำดับ ซึ่งแสดง ไปด้วยกราฟในภาพประกอบที่ 5

2.3 ผลการวิเคราะห์ผลของการแก่งอ้ออนิคที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้น ของกรดเกลือเป็น 0.0005 M ได้แสดงไว้ในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายที่มีความเข้มข้นของ กรดเกลือเป็น 0.0005 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl	3.367
0.0005 M HCl in 0.01 M NaCl	3.325
0.0005 M HCl in 0.05 M NaCl	3.299
0.0005 M HCl in 0.10 M NaCl	3.279
0.0005 M HCl in 0.30 M NaCl	3.250
0.0005 M HCl in 1.00 M NaCl	3.195
0.0005 M HCl in 2.00 M NaCl	3.001
0.0005 M HCl in 3.00 M NaCl	2.825

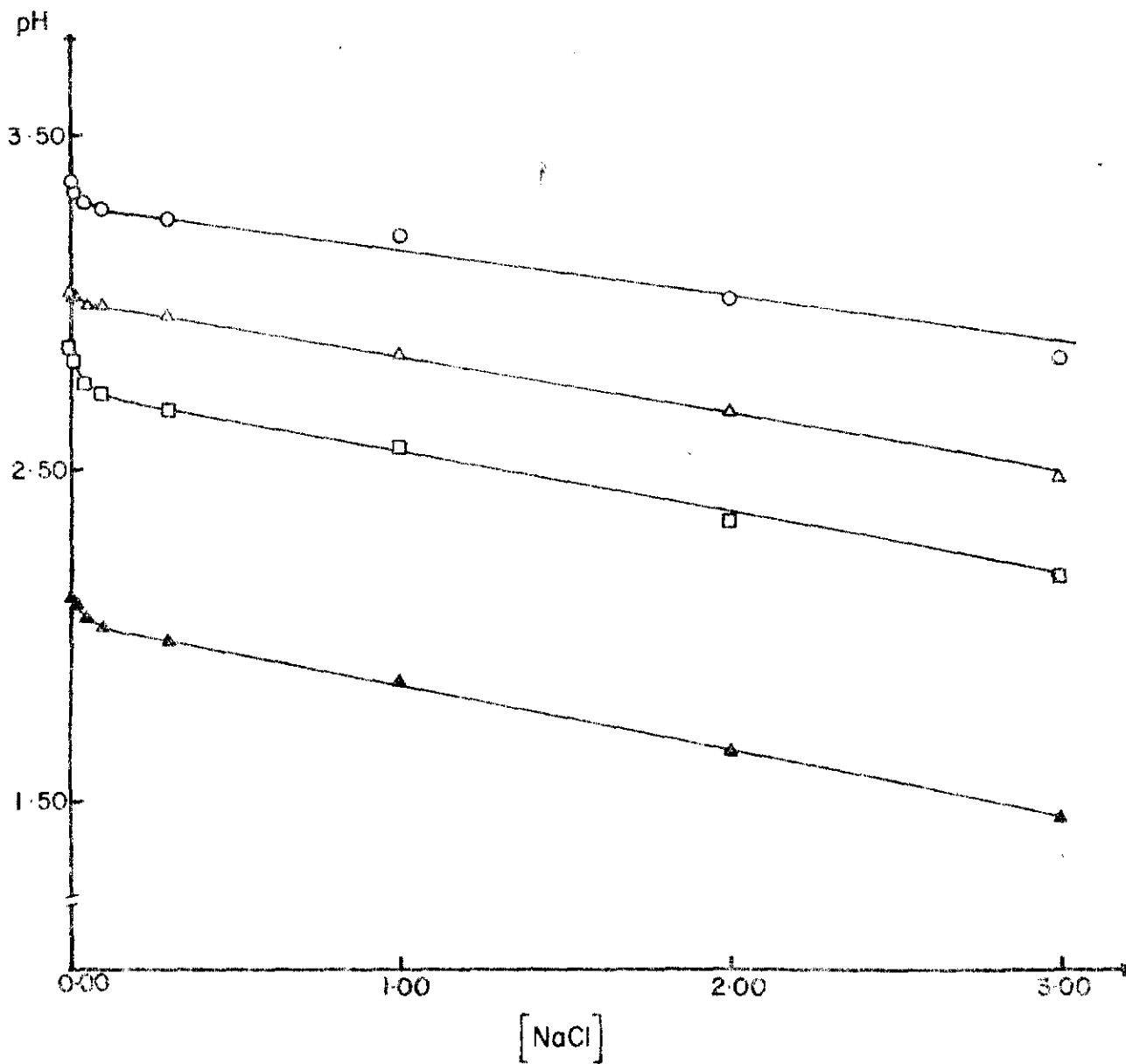
จากข้อมูลในตาราง แสดงว่าเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของกรดเกลือคงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลอง จะลดลงเป็นลำดับ ซึ่งแสดงไว้ในกราฟภาพประกอบที่ 5

2.4 ผลการวิเคราะห์ผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเป็น 0.010 M ได้เพราะแสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงผลของกำลังไอออนิกต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือ
เป็น 0.010 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.010 M HCl	2.120
0.010 M HCl in 0.01 M NaCl	2.098
0.010 M HCl in 0.05 M NaCl	2.058
0.010 M HCl in 0.10 M NaCl	2.037
0.010 M HCl in 0.30 M NaCl	1.993
0.010 M HCl in 1.00 M NaCl	1.860
0.010 M HCl in 2.00 M NaCl	1.649
0.010 M HCl in 3.00 M NaCl	1.449

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น
ในขณะที่ความเข้มข้นของกรดเกลือคงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลง เป็นลำดับ ซึ่ง
แสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 5



- 0.0005 M HCl
- △ 0.001 M HCl
- 0.002 M HCl
- ▲ 0.010 M HCl

รูปที่ 1 แสดง pH ของสารละลาย HCl ที่มีความเข้มข้นต่างกัน

เมื่อเติม NaCl ลงไปในสารละลาย

2.5 ผลการวิเคราะห์หุ้มของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อแคลิเบรทอิเล็กโตรดที่พีเอช 3.000 โดยใช้สารละลาย 0.001 M HCl in 0.05 M NaCl ได้แสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.05 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 0.05 M NaCl	3.292
0.002 M HCl in 0.05 M NaCl	2.723
0.010 M HCl in 0.05 M NaCl	2.041

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลงเป็นลำดับ ซึ่งแสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 5

2.6 ผลการวิเคราะห์หุ้มของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อแคลิเบรทอิเล็กโตรดที่พีเอช 3.000 โดยใช้สารละลาย 0.001 M HCl in 0.30 M HCl in 0.30 M NaCl ได้แสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.30 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 0.30 M NaCl	3.300
0.002 M HCl in 0.30 M NaCl	2.710
0.010 M HCl in 0.30 M NaCl	2.021

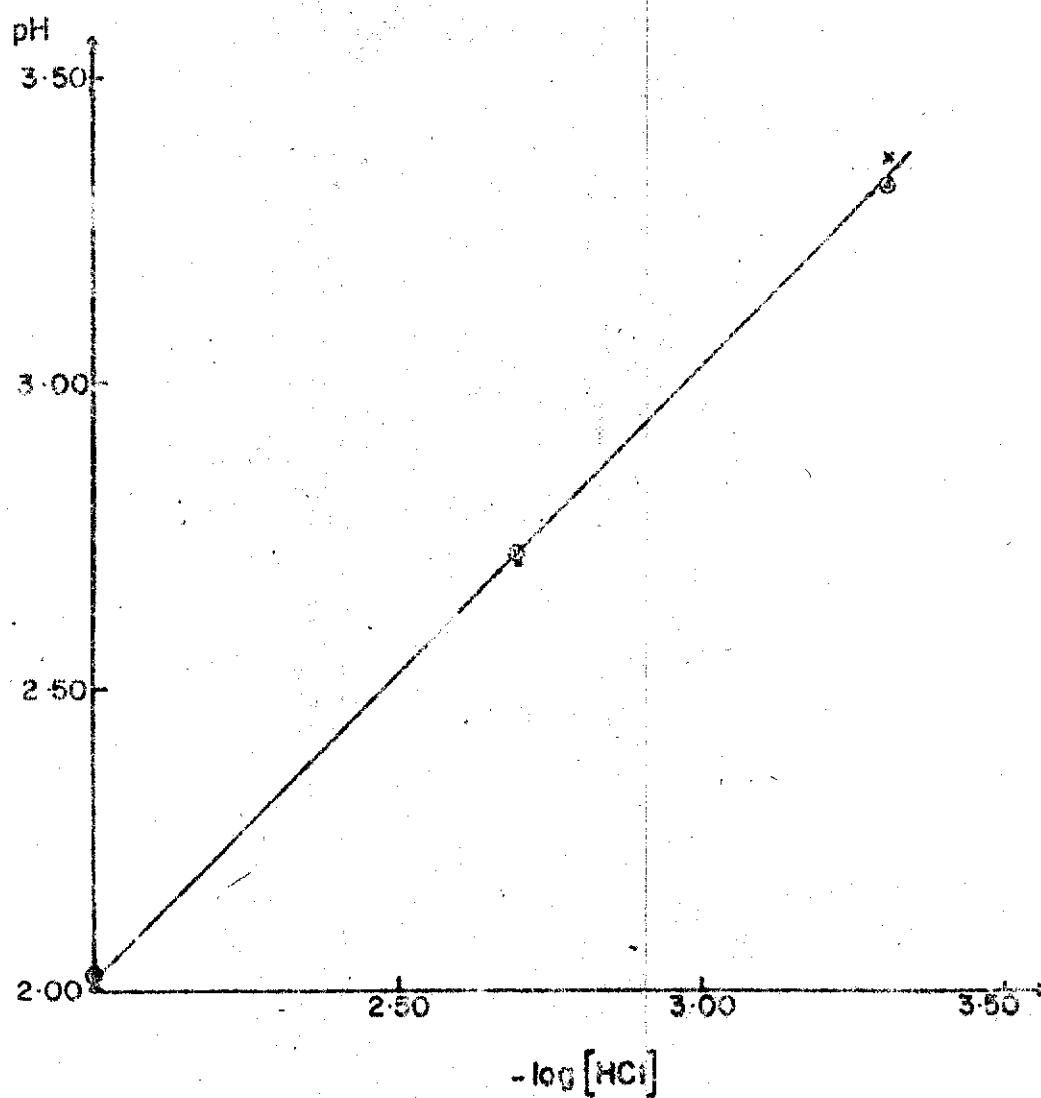
จากข้อมูลในตารางแสดงว่าเมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลงเป็นลำดับ ซึ่งแสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 6

2.7 ผลการวิเคราะห์ผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อแคลิเบรทอิเล็กโตรดที่พีเอช 3.000 โดยใช้สารละลาย 0.001 M HCl in 1.00 M NaCl ได้แสดงไว้ในตาราง 8

ตาราง 8 แสดงผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 1.00 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 1.00 M NaCl	3.350
0.002 M HCl in 1.00 M NaCl	2.741
0.010 M HCl in 1.00 M NaCl	2.015

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลงเป็นลำดับ ซึ่งแสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 6



- ▲ 0.05 M HCl
 ○ 0.30 M HCl
 × 1.00 M HCl

ภาพประกอบ 6 แสดงผลของกำลังอิออนิกเมื่อเทียบกับรากที่สองของ

ความเข้มข้นของเกลือไฮโดรคลอไรด์

2.8 ผลการวิเคราะห์ผลของกำลังอินทรีย์ต่อพีเอชของสารละลาย เมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.00 แสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 แสดงผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลาย เมื่อความเข้มข้นของ เกสโซ
โซเดียมคลอไรด์เป็น 0.00

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl	3.367
0.001 M HCl	3.038
0.002 M HCl	2.870
0.010 M HCl	2.120

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของกรดเกสโซเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความ
เข้มข้นของเกสโซโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลงเป็นลำดับซึ่ง
แสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 7

2.9 ผลการวิเคราะห์ผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อ
ความเข้มข้นของเกสโซโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.01 M แสดงไว้ในตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลาย เมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.01 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 0.01 M NaCl	3.325
0.001 M HCl in 0.01 M NaCl	3.010
0.002 M HCl in 0.01 M NaCl	2.830
0.010 M HCl in 0.01 M NaCl	2.098

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเพิ่มขึ้นในขณะที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลงเป็นลำดับ ซึ่งแสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 7

2.10 ผลการวิเคราะห์ผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.05 M ได้แสดงไว้ในตาราง 11

ตาราง 11 แสดงผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของ
เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.05 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 0.05 M NaCl	3.299
0.001 M HCl in 0.03 M NaCl	2.999
0.002 M HCl in 0.05 M NaCl	2.760
0.010 M HCl in 0.05 M NaCl	2.058

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของ กรดเกลือ เพิ่มขึ้นในขณะที่ความเข้มข้น
ของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลง เป็นลำดับ ซึ่งแสดงไว้ด้วย
กราฟภาพประกอบที่ 7

2.11 การวิเคราะห์ผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความ
เข้มข้นของ เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.10 M ได้แสดงไว้ในตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของ เกสโซ
โซเดียมคลอไรด์เป็น 0.10 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 0.10 M NaCl	3.279
0.001 M HCl in 0.10 M NaCl	2.994
0.002 M HCl in 0.10 M NaCl	2.730
0.010 M HCl in 0.10 M NaCl	2.037

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของกรดเกสโซเพิ่มขึ้น ในขณะที่
ความเข้มข้นของ เกสโซโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลง เป็นลำดับ
ขึ้น แสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 7

2.12 ผลการวิเคราะห์ผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความ
เข้มข้นของ เกสโซโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.30 M ได้แสดงไว้ในตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.30 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 0.30 M NaCl	3.250
0.001 M HCl in 0.30 M NaCl	2.962
0.002 M HCl in 0.30 M NaCl	2.681
0.010 M HCl in 0.30 M NaCl	1.993

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลง เป็นลำดับซึ่งแสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 7

2.13 ผลการวิเคราะห์ผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 1.00 M ได้แสดงไว้ในตาราง 14

ตาราง 14 แสดงผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของ
เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 1.00M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 1.00 M NaCl	3.195
0.001 M HCl in 1.00 M NaCl	2.841
0.002 M HCl in 1.00 M NaCl	2.565
0.010 M HCl in 1.00 M NaCl	1.860

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความ
เข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลงเป็นลำดับซึ่งแสดง
ไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 7

2.14 ผลการวิเคราะห์ผลของกำลังอิออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความ
เข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 2.00 M ได้แสดงไว้ในตาราง 15

ตาราง 15 แสดงผลของกำลังไอออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 2.00 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 2.00 M NaCl	3.001
0.001 M HCl in 2.00 M NaCl	2.670
0.002 M HCl in 2.00 M NaCl	2.341
0.010 M HCl in 2.00 M NaCl	1.649

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อความเข้มข้นของกรดเกลือเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลง เป็นลำดับ ซึ่งแสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 7

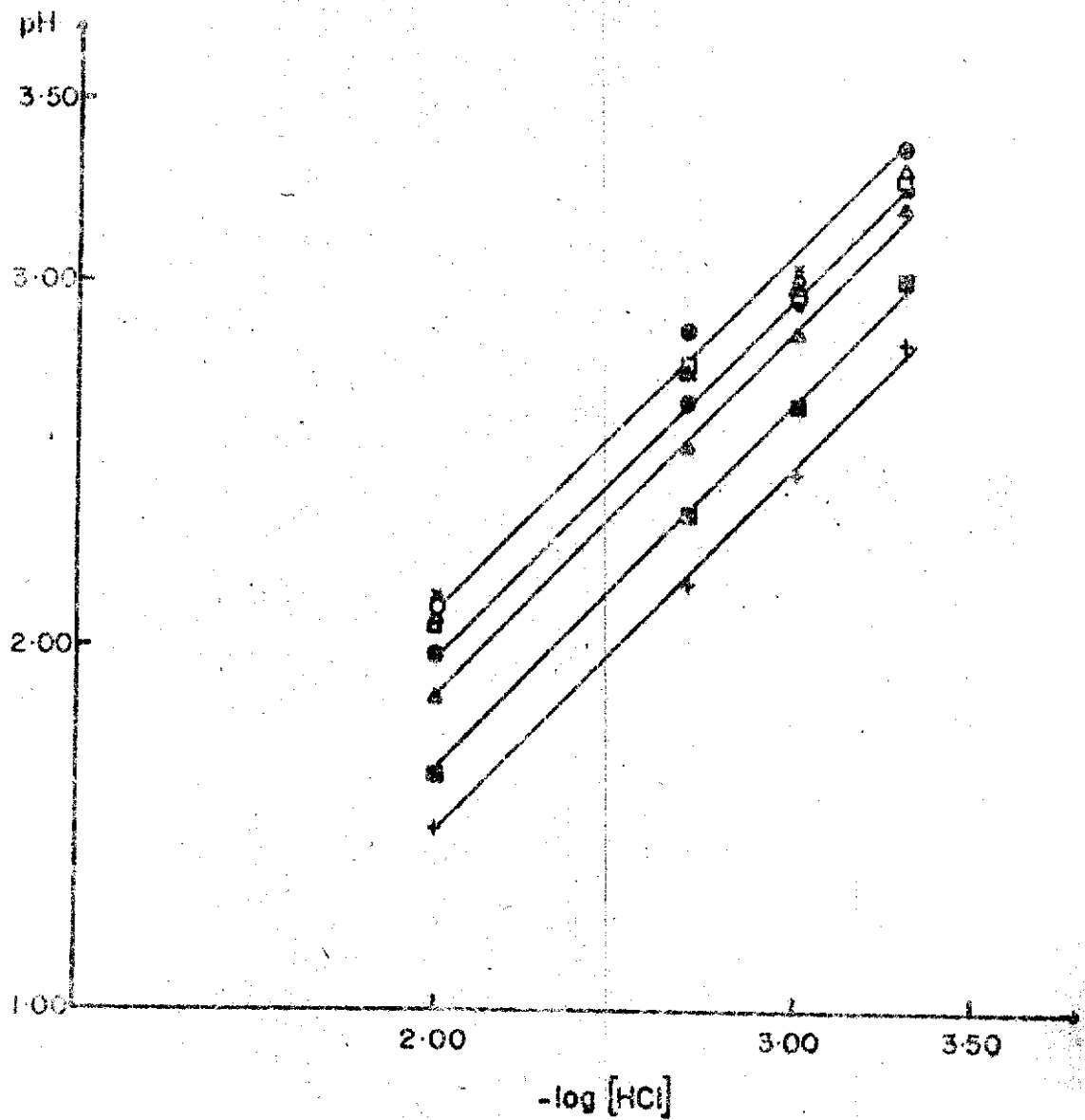
2.15 ผลการวิเคราะห์ผลของกำลังไอออนที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 3.000 M ได้แสดงไว้ในตาราง 16

ตาราง 16 แสดงผลของกำลังไอออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายเมื่อความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็น 3.00 M

สารละลาย	พีเอชที่ได้จากการทดลอง
0.0005 M HCl in 3.00 M NaCl	2.825
0.001 M HCl in 3.00 M NaCl	2.479
0.002 M HCl in 3.00 M NaCl	2.177
0.010 M HCl in 3.00 M NaCl	1.449

จากข้อมูลในตาราง แสดงความเข้มข้นของกรดเกลือเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่ ค่าพีเอชที่ได้จากการทดลองจะลดลง เป็นลำดับ ซึ่งแสดงไว้ด้วยกราฟภาพประกอบที่ 7

สรุปได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าพีเอชของสารละลายที่ได้จากการวัดโดยการแคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานกับการแคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายที่เตรียมขึ้น โดยให้เกลือเท่ากับ sample ปรากฏว่าค่าพีเอชที่ได้จากการแคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายที่เตรียมขึ้นถูกต้องกว่าการแคลิเบรทอิเล็กโตรดโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ดังกราฟภาพประกอบ 6 และ 7



- | | | | |
|---|-------------|---|-------------|
| x | 0.00 M NaCl | ● | 0.30 M NaCl |
| o | 0.01 M NaCl | ▲ | 1.00 M NaCl |
| Δ | 0.05 M NaCl | ■ | 2.00 M NaCl |
| □ | 0.10 M NaCl | + | 3.00 M NaCl |

ภาพประกอบ 7 แสดงผลของกำลังไอออนิกเมื่อความเข้มข้นของ

เกลือโซเดียมคลอไรด์คงที่

3. การวิเคราะห์ผลของสารละลายภายในระดับเบสฟังก์ชันอิเล็กโตรด

3.1 ผลการวิเคราะห์ผลของสารละลายภายในระดับเบสฟังก์ชันอิเล็กโตรด

เมื่อเข้าสู่กับกลาสอิเล็กโตรด extech ได้แสดงไว้ในตาราง

ตาราง 17 แสดงผลของสารละลายภายในระดับเบสฟังก์ชันอิเล็กโตรด เข้าสู่กับกลาสอิเล็กโตรด extech

ชนิดของสารละลายภายในระดับเบสฟังก์ชัน	emf ของเซลล์เมื่อใช้ ระดับเบสฟังก์ชัน (mV)	emf ของเซลล์เมื่อใช้ คาโลเมล (mV)
Sat'd KCl กับ 10% KNO_3	10.4	3.0
Sat'd KCl กับ 1 M NH_4NO_3	13.3	3.0
Sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	5.3	3.0
Sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	3.7	3.0
Sat'd LiCl กับ 10% KNO_3	1.4	3.0
Sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3	0.9	3.0

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า สารละลายภายในระดับเบสฟังก์ชันอิเล็กโตรดที่ให้ผลใกล้เคียงกับคาโลเมลอิเล็กโตรดคือ Sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3

3.2 ผลการวิเคราะห์ผลของสารละลายภายในระดับเบสฟังก์ชันอิเล็กโตรดเมื่อ

เข้าสู่กับกลาสอิเล็กโตรด sensorex ได้แสดงไว้ในตาราง 18

ตาราง 18 แสดงผลของสารละลายภายในระดับเบิลจังก์ชันอิเล็กโตรดเข้าสู่กับกลาสีอิเล็กโตรด
sensorex

ชนิดของสารละลายภายในระดับเบิลจังก์ชัน	emf ของเซลล์เมื่อใช้ ระดับเบิลจังก์ชัน	emf ของเซลล์เมื่อใช้ คาโลเมล
Sat'd KCl กับ 10% KNO_3	21.9	13.4
Sat'd KCl กับ 1 M NH_4NO_3	22.1	13.4
Sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	16.1	13.4
Sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	9.8	13.4
Sat'd LiCl กับ 10% KNO_3	6.2	13.4
Sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3	8.8	13.4

จากข้อมูลในตารางแสดงว่าสารละลายภายในระดับเบิลจังก์ชันอิเล็กโตรดที่มีผลใกล้เคียง
กับคาโลเมลอิเล็กโตรด คือ Sat' NaCl กับ 10% KNO_3

3.3 ผลการวิเคราะห์ผลของสารละลายภายในระดับเบิลจังก์ชันอิเล็กโตรดเมื่อเข้าสู่
กับกลาสีอิเล็กโตรด beckman ได้แสดงไว้ในตาราง 19

ตาราง 19 แสดงผลของสารละลายภายในระดับเบสจังก์ชันอิเล็กโตรดเข้าคู่กับกลาสอิเล็กโตรด
beckman

ชนิดของสารละลายภายในระดับเบสจังก์ชัน	emf ของเซลล์เมื่อใช้ ระดับเบสจังก์ชัน	emf ของเซลล์เมื่อใช้ คาโลเมล
Sat'd KCl กับ 10% KNO_3	-20.6	-22.8
Sat'd KCl กับ 1 M NH_4NO_3	-19.8	-22.8
Sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	-21.4	-22.8
Sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	-31.2	-22.8
Sat'd LiCl กับ 10% KNO_3	-36.2	-22.8
Sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3	-30.8	-22.8

จากข้อมูลในตารางแสดงว่าสารละลายภายในระดับเบสจังก์ชันอิเล็กโตรดที่ให้ผลใกล้เคียงกับคาโลเมลอิเล็กโตรด คือ Sat'd NaCl กับ 10% KNO_3

4. การวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายบัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรตอิเล็กโตรด

4.1 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายบัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรตอิเล็กโตรดโดยใช้ Corning 130 pH meter ได้แสดงไว้ในตาราง 20

ตาราง 20 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สารละลายฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลาย

บัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรทอิเล็กโตรด โดยใช้ Corning 130 pH meter

ชื่อของอิเล็กโตรด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียว	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์สองค่า
<u>glass + calomel</u>		
extech - beckman	6.924	7.117
sensorwx - beckman	6.662	7.121
beckman - beckman	6.945	7.105
<u>glass + silver - silver</u>		
<u>chloride</u>		
extech - extech	6.67	7.122
sensorex - sensorex	6.770	7.136
beckman - extech	6.763	7.079
beckman - sensorex	6.751	7.124
<u>glass + doublejunction</u>		
extech - sat'd NCl กับ		
10% KNO_3	6.935	7.078
extech - sat'd KCl กับ		
1 M NH_4NO_3	6.858	7.080

ตาราง 20 (ต่อ)

ชื่อของอิเล็กโทรด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโทรดด้วย สารละลายฟอสเฟอริกแอซิด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโทรดด้วย สารละลายฟอสเฟอริกแอซิด
extech - sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	6.963	7.092
extech - sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.877	7.076
extech - sat'd LiCl กับ 10% KNO_3	7.020	7.090
extech - sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.911	7.072
sensorex - sat'd KCl กับ 10% KNO_3	6.722	7.205
sensorex - sat'd KCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.692	7.102
sensorex - sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	6.879	7.105
sensorex - sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.688	7.084
sensorex - sat'd LiCl กับ 10% KNO_3	6.679	7.262

ตาราง 20 (ต่อ)

ชื่อของอิเล็กโตรด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรตอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียว	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรตอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์สองค่า
sensorex - sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.800	7.141
beckman - sat'd KCl กับ 10% KNO_3	6.763	7.101
beckman - sat'd KCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.974	7.102
beckman - sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	6.956	7.105
beckman - sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.982	7.085
beckman - sat'd LiCl กับ 10% KNO_3	6.984	7.082
beckman - sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.987	7.118

จากข้อมูล ในตารางแสดงว่า เมื่อแคลิเบรตอิเล็กโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์สองค่า
จะมีค่าผิดพลาด (error) ในการวัดพีเอชของสารละลายน้อยกว่าเมื่อแคลิเบรตอิเล็กโตรด
ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียว

4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้สารละลายฟเฟอร์ค่าเดียวกับ
สารละลายฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรทอิเล็กโตรดโดยใช้ Corning 110 pH meter
ได้แสดงไว้ในตาราง 21

ตาราง 21 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สารละลายฟเฟอร์ค่าเดียวกับการใช้สารละลาย
ฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรทอิเล็กโตรดโดยใช้ Corning 110 pH meter

คู่อิเล็กโตรด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายฟเฟอร์ค่าเดียว	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายฟเฟอร์สองค่า
<u>glass + calomel</u>		
extech - beckman	6.83	7.16
sensorex - beckman	6.64	7.19
beckman - beckman	6.73	7.09
<u>glass + silver - silver chloride</u>		
extech - extech	7.14	7.15
sensorex - sensorex	6.80	7.16
beckman - extech	6.79	7.13
beckman - sensorex	6.82	7.14
<u>glass + double junction</u>		
extech - sat'd KCl กับ 10% KNO ₃	6.83	7.06

ตาราง 21 (ต่อ)

คู่ของอิเล็กโตรด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียว	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์สองค่า
extech - sat'd KCl กับ 1 M NH_4NO_3	7.11	7.07
extech - sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	6.85	7.08
extech - sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	7.15	7.05
extech - sat'd LiCl กับ 10% KNO_3	1.89	7.10
extech - sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.88	7.07
sensorex - sat'd KCl กับ 10% KNO_3	6.83	7.20
sensorex - sat'd KCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.61	7.14
sensorex - sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	6.74	7.19
sensorex - sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.75	7.09

ตาราง 21 (ต่อ)

คู่ของอิเล็กโตรด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายฟเฟอร์ค่าเดียว	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายฟเฟอร์สองค่า
sensorex - sat'd LiCl กับ 10% KNO ₃	6.76	7.10
sensorex - sat'd LiCl กับ 1 M NH ₄ NO ₃	6.70	7.13
beckman - sat'd KCl กับ 10% KNO ₃	6.93	7.08
beckman - sat'd KCl กับ 1 M NH ₄ NO ₃	6.90	7.07
beckman - sat'd NaCl กับ 10% KNO ₃	6.93	7.12
beckman - sat'd NaCl กับ 1 M NH ₄ NO ₃	6.94	7.08
beckman - sat'd LiCl กับ 10% KNO ₃	6.94	7.08
beckman - sat'd LiCl กับ 1 M NH ₄ NO ₃	6.93	7.11

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อแคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์สองค่า จะให้ค่าผิดพลาดในการวัดพีเอชของสารละลายน้อยกว่าการแคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์เพียงค่าเดียว

4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายบัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรทอิเล็กโตรดโดยใช้ Extech 671 pH meter ได้แสดงไว้ในตาราง 22

ตาราง 22 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายบัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรทอิเล็กโตรด โดยใช้ Extech 671 pH meter

ชื่อย่ออิเล็กโตรด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียว	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์สองค่า
<u>glass + calomel</u>		
extech - beckman	6.82	7.20
sensorex - beckman	6.85	7.11
beckman - beckman	7.63	7.12
<u>glass + silver - silver</u>		
<u>chloride</u>		
extech - extech	7.44	7.13
sensorex - sensorex	7.65	7.14
beckman - extech	6.92	7.13
beckman - sensorex	6.84	7.12

ตาราง 22 (ต่อ)

ชื่อของอิเล็กโตรด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียว	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์สองค่า
<u>glass - double junction</u>		
extech - sat'd KCl กับ 10% KNO ₃	6.95	7.04
extech - sat'd KCl กับ 1 M NH ₄ NO ₃	6.83	7.19
extech - sat'd NaCl กับ 10% KNO ₃	6.96	7.03
extech - sat'd NaCl กับ 1 M NH ₄ NO ₃	6.84	7.13
extech - sat'd LiCl กับ 10% KNO ₃	6.97	7.02
extech - sat'd LiCl กับ 1 M NH ₄ NO ₃	6.90	7.08
sensorex - sat'd KCl กับ 10% KNO ₃	6.76	6.27
sensorex - sat'd KCl กับ 1 M NH ₄ NO ₃	6.37	7.12

ตาราง 22 (ต่อ)

ชื่อของอิเล็กโตรด	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียว	พีเอชที่ได้จากการ แคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วย สารละลายบัฟเฟอร์สองค่า
sensorex - sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	6.78	7.14
sensorex - sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.66	7.27
sensorex - sat'd LiCl กับ 10% KNO_3	6.82	7.20
sensorex - sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.52	7.22
beckman - sat'd KCl กับ 10% KNO_3	7.14	7.11
beckman - sat'd KCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.99	7.09
beckman - sat'd NaCl กับ 10% KNO_3	7.10	7.11
beckman - sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3	6.99	7.09
beckman - sat'd LiCl กับ 10% KNO_3	6.99	7.09
beckman - sat'd LiCl กับ 1 M NH_4NO_3	7.05	7.10

จากข้อมูลในตารางแสดงว่า เมื่อแคลิเบรทอีเลคโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์
สองค่าให้ค่าผิดพลาด (error) ในการวัดพีเอชของสารละลายน้อยกว่าการแคลิเบรทอีเลคโตรด
ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์เพียงค่าเดียว

สรุป อภิปราย และข้อเสนอนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไฟเอชเอ็มเตอร์

1. การทดสอบวิธีการปรับปรุงอีเลคโตรดที่เสื่อมประสิทธิภาพ
2. ศึกษาผลของกำลังฮอตที่ต่อไฟเอชของสารละลาย
3. ศึกษาผลของสารละลายภายในระดับเบสกับอีเลคโตรด
4. เปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายบัฟเฟอร์สองค่า

ในการแคลิเบรตอีเลคโตรด

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ทดสอบการทำงานของไฟเอชเอ็มเตอร์โดยใช้ shorting strap และ pH tester
2. ทดสอบสภาพของอีเลคโตรด ชนิดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - กลาสีอีเลคโตรด
 - คาร์โบเนตอีเลคโตรด
 - คอโรเนียอีเลคโตรด
3. ทำการทดสอบวิธีการปรับปรุงสภาพของอีเลคโตรดแต่ละชนิดด้วยการใช้กับอีเลคโตรดที่เสื่อมประสิทธิภาพแต่ละชนิด
4. วัดค่าของสารละลายที่มีความเข้มข้นของกรดเกลือ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่าง ๆ กัน
5. วัด emf ของอีเลคโตรดที่ประกอบด้วยกลาสีอีเลคโตรดกับระดับเบสกับอีเลคโตรดที่บรรจุสารละลายภายในอ่าง ๆ กัน

6. วัสดุของสารละลายไฟฟ้า 7.00 เพื่อแคลิเบรตอิเล็กโตรด โดยใช้สารละลายไฟฟ้าเดียวกับสารละลายไฟฟ้าสำรอง

สรุปผลการทดลอง

1. การทดลองล่อวิธีการปรับปรุงอิเล็กโตรด

1.1 วิธีการปรับปรุงกลาสอิเล็กโตรดจะใช้ได้ดีเมื่อกกลาสไม่เสื่อมประสิทธิภาพมากและปริมาณเวลาและสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะการเสื่อมประสิทธิภาพของอิเล็กโตรด

1.2 วิธีการปรับปรุงคาโลเมลอิเล็กโตรดจะใช้ได้ผลเมื่อเมอร์คิวรีเมอร์คิวรัสคลอไรด์ไม่หลุดออกจากหลอดที่บรรจุ

1.3 วิธีการปรับปรุงคอมบิเนชันอิเล็กโตรดใช้วิธีการปรับปรุงกลาสอิเล็กโตรดและซิลเวอร์ซิลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโตรด

2. กำลังอิออนิกที่มีในสารละลายจะมีผลทำให้ค่าพีเอชของสารละลายลดลง

3. เมื่อเปรียบเทียบค่าพีเอชที่ได้จากการแคลิเบรตอิเล็กโตรดด้วยสารละลายไฟฟ้ามาตรฐาน กับค่าพีเอชที่ได้จากการแคลิเบรตอิเล็กโตรดที่เตรียมขึ้นโดยมีความเข้มข้นของเกลือเท่า sample ปรากฏว่า ค่าพีเอชที่วัดได้จากการแคลิเบรตอิเล็กโตรดด้วยสารละลายที่เตรียมขึ้นมีค่าถูกต้องมากกว่าค่าพีเอชที่วัดได้จากการแคลิเบรตอิเล็กโตรดด้วยสารละลายไฟฟ้ามาตรฐาน เพราะเราไม่ทราบกำลังอิออนิกของสารละลายมาตรฐานนั้น ๆ

4. เมื่อเปรียบเทียบค่า emf ที่ได้จากชุดของอิเล็กโตรดที่เป็นกลาสอิเล็กโตรดชนิดต่าง ๆ กับค่าดับเบิลจังก์ชันอิเล็กโตรดที่บรรจุสารละลายภายในต่าง ๆ กัน

4.1 กลาสอิเล็กโตรด extech พบว่า สารละลายภายในดับเบิลจังก์ชันอิเล็กโตรดที่ให้ผลใกล้เคียงกับคาโลเมลอิเล็กโตรดคือ Sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3

4.2 กลาสอิเล็กโตรด extech พบว่าสารละลายภายในดับเบิลจังก์ชันอิเล็กโตรดที่ให้ผลใกล้เคียงกับคาโลเมลอิเล็กโตรดคือ Sat'd NaCl กับ 10% KNO_3

4.3 กลาส์อิเล็กโตรด beckman พบว่าสารละลายภายในสับเปิดสัปดาห์

อิเล็กโตรดที่ให้ผลใกล้เคียงกับค่าโวลเมตริกอิเล็กโตรดคือ Sat'd NaCl กับ 10% KNO_3

5. เปรียบเทียบค่าพีเอชที่ได้จากการแคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ ค่าเดียวกับการแคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์สองค่า ปรากฏว่าค่าพีเอชที่ได้จากการแคลิเบรทอิเล็กโตรดโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์สองค่าจะมีค่าผิดพลาดน้อยกว่า ค่าพีเอชที่ได้จากการแคลิเบรทอิเล็กโตรดโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์เพียงค่าเดียว

อภิปรายผลการทดลอง

1. วิธีการในการปรับปรุงกลาส์อิเล็กโตรดจะใช้ได้ดีเมื่อกลาส์ไม่เสื่อมมากในการใช้อิเล็กโตรดชนิดนี้ควรทำการปรับปรุงบ่อย ๆ ไม่ควรทิ้งให้เสื่อมมาก ๆ แล้วไปทำการปรับปรุง ดังนั้นจึงควรตรวจสอบ อิเล็กโตรดทุกระยะในขณะที่ใช้งานอยู่
2. ค่าโวลเมตริกอิเล็กโตรดจะปรับปรุงได้เมื่อเมอร์คิวรีเมอร์คิวรียัลคลอไรด์ไม่หลุดออกจากหลอดที่บรรจุ
3. การปรับปรุงคอมบิเนชันอิเล็กโตรดเมื่อปรับปรุงส่วนใดส่วนหนึ่งแล้วพยายามรักษาสภาพนั้นไว้ ในขณะที่ทำการปรับปรุงอีกส่วนหนึ่ง เช่น เมื่อปรับปรุงส่วนที่เป็นกลาส์พื้นแล้วก็ต้องตรวจสอบทุกระยะในระหว่างการปรับปรุงส่วนที่เป็นซิลเวอร์ซิลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโตรด แต่จะปรับปรุงไม่ได้เลยถ้าอิเล็กโตรดที่นำมาปรับปรุงเสื่อมมาก ๆ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบสภาพของอิเล็กโตรดตลอดเวลาในขณะที่ใช้งาน
4. จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ากำลังอิออนิกมีผลต่อพีเอชของสารละลายไม่ว่าจะอยู่ในสภาพเกลือหรืออนุมูลของกรด จึงทำให้ค่าพีเอชที่ได้ลดลงเป็นลำดับไม่ว่าจะแคลิเบรทอิเล็กโตรดด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานหรือสารละลายที่เตรียมขึ้นมา และสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้ค่าพีเอชลดลงซึ่งมีลักษณะดังกราฟภาพประกอบที่ 4 ก็เนื่องมาจากบทบาทของ liquid junction potential นั้นเอง

5. จากการวิเคราะห์ผลของสารละลายภายในตัวเปิดสวิตช์อิเล็กโตรดเมื่อเข้าสู่กับ
 กลาสอิเล็กโตรดชนิดต่าง ๆ กล่าวคือ เมื่อกลาสอิเล็กโตรดเป็น extech จะได้ Sat'd
 NaCl กับ 1 M NH_4NO_3 เมื่อกลาสอิเล็กโตรดคือ sensorex จะได้ Sat'd NaCl กับ
 10% KNO_3 และ เมื่อกลาสอิเล็กโตรดคือ beckman จะได้ Sat'd NaCl กับ 10% KNO_3
 จากการวิจัยครั้งนี้จึงอธิบายได้ว่า เนื่องจากตัวเปิดสวิตช์อิเล็กโตรดจะมี liquid junction
 potential 2 ชั้น ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ liquid junction potential ของคาโลเมล
 อิเล็กโตรด ดังนั้น ในการทดลองที่ไม่ต้องการให้มี K^+ หรือ Cl^- ซึ่งเกิดจากการใช้คาโลเมล
 อิเล็กโตรดก็สามารถใช้ตัวเปิดสวิตช์อิเล็กโตรดที่มีตัวของสารละลายภายในที่ให้มีใกล้เคียง
 กับคาโลเมลอิเล็กโตรดนั้น

6. จากการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์สองค่าในการ
 แคลิเบรตอิเล็กโตรด กับการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวในการแคลิเบรตอิเล็กโตรด พบว่า
 ค่าพีเอชที่วัดจากสารละลายได้ค่าผิดพลาดน้อยเมื่อใช้สารละลายบัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรต
 อิเล็กโตรดเพราะว่ากลาสอิเล็กโตรดที่ใช้ไม่เป็นตาม Nernst equation ในขณะที่ไฮโดรเจน
 อิเล็กโตรดเป็นไปตาม Nernst equation แต่อิเล็กโตรดชนิดนี้เป็นอันตรายและเตรียมยาก
 จึงใช้กลาสอิเล็กโตรดที่ไม่เป็นอันตรายและใช้สะดวกกว่า ดังนั้นการแคลิเบรตอิเล็กโตรดด้วย
 สารละลายบัฟเฟอร์สองค่าจึงดีกว่าการแคลิเบรตอิเล็กโตรดโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียว
 เพราะจะทำให้กลาสอิเล็กโตรดมีบทบาทใกล้เคียงกับไฮโดรเจนอิเล็กโตรดมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ทางด้านการปรับปรุงอิเล็กโตรดชนิดต่าง ๆ นั้น ผู้ที่สนใจควรทำการศึกษาเกี่ยวกับ
 ระยะเวลาของอิเล็กโตรดที่จะทำการปรับปรุงว่า ช่วงระยะเวลานานเท่าใดในขณะที่ใช้อิเล็กโตรด
 ชนิดนั้น ๆ ที่จะสามารถปรับปรุงให้ฟื้นคืนสภาพที่ทำงานได้ดังเดิม

2. ทางด้านการวัดพีเอชของสารละลาย ผู้ที่สนใจควรทำการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของ
 liquid junction potential เพื่อที่จะช่วยให้การวัดค่าพีเอชของสารละลายได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กฤษฎา ชูติมา หลักการทั่วไป อักษรสารการพิมพ์ 2515, 569 หน้า

ราตรี วรรณชัย และ ศศิเกษม ทองยงค์ พอลิเมอร์ โรงพิมพ์วันพิมพ์ 2523,
639 หน้า .

Bassett, J. and others. Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Analysis. 4th. ed., London. William Clowers and Sons, 1979. 925p.

Bates, R.G. Determination of pH Theory and Practice. New York, John Wiley and Sons, 1964. 435p.

Beckman. "Supplies for pH Meters and Electroanalytical Instrumentation, "Bulletin. 1978. 29p.

Covington, A.K. Definition of pH Scales, Standard Reference Values, Measurement of pH and Related Terminology. 1982. 18p

Ewing, Galen W. Instrumental Methods of Chemical Analysis. 4th. ed., McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., 1975. 560p.

Gold, Victor. pH Measurements. Their Theory and Practice. New York, John Wiley and Sons, 1956. 125p.

Kolthoff, I.M. and others. Quantitative Chemical Analysis. 4th. ed., Mac William, 1969. 1199p.

Lund, Walter. "The Standardization of pH Meters, Journal of Chemical Education. February 2. p. 129 - 130, 1979.

pH Troubleshooting. Corning pH Warning, 1981. 27p.

Skoog, Douglas A. and West, Donald M. Principle of Instrumental Analysis. 2nd. ed., Holt Saunders, 1981. 769p.

Vogel, Arthur I. A Textbook of Quantitative Inorganic Analysis.

2nd. ed., Richard Clay, 1951. 918p.

_____ A Text Book of Quantitative Inorganic Analysis. 3 rd. ed.,

Lome and Brydone, 1961. 1216p.

Willard, Gabart H. and others. Instrumental Methods of Analysis.

4th. ed., New York, D. Van Nostrand Co., 1965. 784p.

გზამკვრი

ความสัมพันธ์ระหว่าง Voltage (mV) กับ pH ของ pH tester ซึ่งเป็นไปตาม

Nernst equation

mV	pH
355	1
296	2
237	3
177	4
118	5
59	6
0	7
-59	8
-118	9
-177	10
-237	11
-296	12
-355	13
-414	14

การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พีเอชดีเตอร์

บทคัดย่อ

ของ

ไพรินทร์ เจริญพงษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

พุทธทศวรรษ 2526

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พีเอชมิเตอร์
ดังนี้ คือ การทดสอบวิธีการปรับปรุงอิเล็กโทรดที่เสื่อมประสิทธิภาพ ศึกษาผลของกำลังอิออนิก
ที่มีต่อพีเอชของสารละลาย ศึกษาผลของสารละลายภายในสับเปิดสลับกับอิเล็กโทรด และ
เปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายบัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรท
อิเล็กโทรด ผลการศึกษาปรากฏว่า วิธีการปรับปรุงกลาสอิเล็กโทรดจะใช้ได้ดีเมื่อกลาส
ไม่เสื่อมมาก สำหรับวิธีการปรับปรุงคาไลเมลอิเล็กโทรดจะใช้ได้ดีเมื่อปรอทที่บรรจุอยู่ภายใน
หลอดข้างในไม่หลุดออกมาส่วนวิธีการปรับปรุงคอนเทนอิเล็กโทรดใช้วิธีการปรับปรุงของ
กลาสอิเล็กโทรดกับซิลเวอร์ซิลเวอร์คลอไรด์อิเล็กโทรด

สำหรับผลของกำลังอิออนิกที่มีต่อพีเอชของสารละลายพบว่า เมื่อความเข้มข้นของ
กำลังอิออนิกเพิ่มขึ้นพีเอชของสารละลายจะลดลง

ส่วนผลของสารละลายภายในสับเปิดสลับกับอิเล็กโทรดที่มีผลใกล้เคียงกับคาไลเมล
อิเล็กโทรดได้แก่ Sat'd NaCl กับ 1 M NH_4NO_3 เมื่อใช้กลาสอิเล็กโทรด extech
Sat'd NaCl กับ 10% KNO_3 เมื่อใช้กลาสอิเล็กโทรด sensorex และ Sat'd NaCl
กับ 10% KNO_3 เมื่อใช้กลาสอิเล็กโทรด beckman

การเปรียบเทียบการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวกับสารละลายบัฟเฟอร์สองค่า
ในการแคลิเบรทอิเล็กโทรด พบว่าการใช้สารละลายบัฟเฟอร์สองค่าในการแคลิเบรทอิเล็กโทรด
ให้ผลเที่ยงตรงดีกว่าการใช้สารละลายบัฟเฟอร์ค่าเดียวในการแคลิเบรทอิเล็กโทรด

A STUDY OF SOME FACTORS OF pH METER

AN ABSTRACT

BY

PAIRIN CHAROENPONG

Present in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
February 1983

This research was a study of various factors involved in the use of pH meters. These include (a) methods to rejuvenate glass electrode and to rectify failure of reference electrodes, (b) the study of the influence of ionic strength on pH, (c) the study of various filling solutions for double - junction reference electrodes, and (d) comparison of using one buffer solution and two buffer solutions to calibrate pH meter.

Results show that glass electrodes that are defective are not readily rejuvenated. Calomel reference electrodes can be easily cleaned provided that the calomel paste is still intact. Combination electrodes can also be rejuvenated using methods as for the individual electrodes.

It was found that for constant concentration of hydrogen ions increasing the ionic strength led to a decrease in the observed pH reading.

The results of varying the filling solutions of a double-junction electrode show that the following combinations gave potential close to that for the calomel electrode.

Saturated NaCl and 1 M NH_4NO_3 , with Extech glass electrode.

Saturated NaCl and 10% KNO_3 , with Sensorex glass electrode.

Saturated NaCl and 10% KNO_3 , with Beckman glass electrode.

As expected, it was found that calibrating the pH meter using two buffers gave more accurate reading for pH range lying between the two buffer values.