

บทที่ 3

ระเบียบวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

สารเหลือทิ้งที่มีธาตุเงินเป็นองค์ประกอบจากห้องปฏิบัติการเคมี สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

3.2 เครื่องมือ วัสดุ – อุปกรณ์ และสารเคมี

3.2.1 เครื่องมือ

- 1) เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical balance), PG204, METTLER TOLEDO, Switzerland
- 2) เครื่องให้ความร้อนและกวนสารละลาย (Hotplate & stirrer), 1203 Hotplate & stirrer, JENWEY, United Kingdom
- 3) เครื่องกวนสารละลาย (Magnetic stirrer), BIG SQUID, IKA, China
- 4) เครื่องมัลติมิเตอร์ (Digital multimeter), MY64, Mastech, China
- 5) ตู้ดูดไอสาร(Hood)

3.2.2 วัสดุ – อุปกรณ์

- 1) กระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 1 (Filter paper whatman No.1), England
- 2) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
- 3) นาฬิกาจับเวลา (Digital timer)
- 4) ปีกเกอร์ ขนาด 25, 50, 100, 250 mL (Beaker)
- 5) บิวเรตต์ ขนาด 50 mL (Burette)
- 6) ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 mL (Erlenmeyer flask)
- 7) ปิเปตต์ (Pipette) ขนาด 0.1, 1, 5, 10 และ 25 mL
- 8) หลอดแก้วกลวง (สำหรับทำขั้วไฟฟ้า) ความยาว เท่ากับ 15 cm และเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 cm
- 9) ไมโครปิเปตต์ (Micropipette) ขนาด 20 – 200 μ L และขนาด 100 – 1000 μ L รุ่น NLE-1000 ยี่ห้อ Nichiryo, Japan

3.2.3 สารเคมี

- 1) โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride, NaCl), AR, Assay 99.0%, MW 58.44, LAB-SCAN, Australia
- 2) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide, NH_4OH), AR, Assay 28.0–30.0 %, MW 35.05, JT baker, USA
- 3) โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (Potassium thiocyanate, KSCN), AR Grade, Assay 98.0%, MW 97.18, UNIVAR, Australia
- 4) แอมโมเนียมเฟอริกซัลเฟต (Ammonium ferric sulfate, $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$), AR, Assay 99.0 – 102.0%, MW 482.18, UNIVAR, Australia
- 5) ซิลเวอร์ไนเตรต (Silver nitrate, AgNO_3), AR, Assay 99.8%, MW 169.87, LAB-SCAN, Australia
- 6) กรดไนตริก (Nitric acid, HNO_3), Commercial, Assay 68%, Huchems, Korea
- 7) โพแทสเซียมไนเตรต (Potassium nitrate, KNO_3) AR Grade, Assay 99%, MW 101.12, QREC, New Zealand
- 8) ไอรอน(III)คลอไรด์ เฮกซะไฮเดรต (Iron(III)chloride hexahydrate, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) LR, Assay 96%, MW 270.30, UNILAB, Australia
- 9) ไฮโดรคลอริก (Hydrochloric, HCl) AR Grade, Assay 37%, MW 36.46, ACL LAB-SCAN, Australia
- 10) โซเดียมฟลูออไรด์ (Sodium fluoride, NaF) LR, Assay 98%, MW 41.99, UNILAB, Australia
- 11) โพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide, KI) AR, Assay 99%, MW 166, UNIVAR, Australia
- 12) โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) AR, Assay 99.9–100.1%, MW 105.99, Fisher scientific, India
- 13) ไตร-โซเดียมออร์โธฟอสเฟต (tri-Sodium orthophosphate, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) GR, Assay 98%, MW 380.12, LOBALCHEMIA, India
- 14) โซเดียมซัลเฟต (Sodium sulphate, Na_2SO_4) AR, Assay 99.5%, MW 142.04, Rankem, India
- 15) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% (Hydrogen peroxide 30%, H_2O_2), Assay 29.0–31.0%, D 1.11–1.12 g/cm^3 , Merck, Germany
- 16) โพแทสเซียมโครเมต (Potassium chromate, K_2CrO_4), Assay 99%, MW 194.20, CARLO ERBA reagenti, France

- 17) น้ำปราศจากไอออน (Deionized water, DI), pH 5.0–7.0, MW 18.02, RCI Labscan, Thailand
- 18) ผงวุ้น (Agar), ตรา โบว์, 25 g, Thailand

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.3.1 ขั้นตอนการสกัดแยกธาตุเงิน

การสกัดแยกธาตุเงินจากสารเหลือทิ้งที่มีธาตุเงินเป็นองค์ประกอบที่เก็บจากห้องปฏิบัติการเคมี ในรายวิชาเคมีวิเคราะห์ ของสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้ถูกนำมากรองแยกตะกอน (โดยส่วนใหญ่เป็นตะกอน AgCl) ที่มีธาตุเงินเป็นองค์ประกอบออกจากสารเหลือทิ้ง วางตะกอนให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตะกอนที่ได้

ชั่งตะกอน AgCl มา 10.00 g เติม conc.NH₄OH และ น้ำ DI อย่างละ 100 mL แล้วทำการคนสารละลายด้วย Magnetic Stirrer เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรองเก็บส่วนที่เป็นสารละลาย จากนั้นจุ่มด้วยหลอดทองแดง พร้อมทั้งคนสารละลาย และตั้งทิ้งไว้ 30 นาที มีธาตุเงินเกาะที่หลอดทองแดง กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ทิ้งตะกอนให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 2 – 3 วัน จากนั้นชั่งและบันทึกน้ำหนักธาตุเงินที่ได้ (ตะกอน AgCl ที่ไม่ละลายทำซ้ำ โดยการเติม conc.NH₄OH และ น้ำ DI อย่างละ 50 mL ทำการทดลองเหมือนวิธีที่กล่าวมาข้างต้น ให้ครบทั้ง 3 ครั้ง)

3.3.2 การวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของธาตุเงิน

การวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของธาตุเงินในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการไทเทรตแบบตกตะกอนโดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

3.3.2.1 การทำมาตรฐานของสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต

เติมสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนตลงในปิเปตต์ ปิเปตต์สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรดความเข้มข้น 0.1001 M 10.00 mL ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 mL จำนวน 3 ใบ เติมกรดไนตริก ความเข้มข้น 1 M 20 mL และเติมอินดิเคเตอร์เฟอริกอลัม 0.8 mL เขย่าให้เข้ากัน นำไปไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (KSCN) จนสารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีส้มแดงคงที่ บันทึกปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต ที่ใช้ไทเทรตของแต่ละครั้ง จนครบทั้ง 3 ครั้ง คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต

3.3.2.2 การวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของธาตุเงินที่สกัดได้

ซึ่งธาตุเงินที่สกัดได้มา 0.500 g ละลายด้วยกรดไนตริก ความเข้มข้น 1 M 30 mL ในปิกรเกอร์ขนาด 100 mL ปิดปิกรเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พร้อมคนตลอดเวลา ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 50 mL ด้วยกรดไนตริก ความเข้มข้น 1 M จากนั้นปิเปตต์สารละลายดังกล่าว 10.00 mL ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 mL จำนวน 3 ใบ เติมอินดิเคเตอร์เฟอริกอลัม 0.8 mL เขย่าให้เข้ากัน นำไปไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต ความเข้มข้น 0.1001 M ไทเทรตจนสารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีส้มแดงคงที่ บันทึกปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต ที่ใช้ไทเทรตของแต่ละครั้ง จนครบทั้ง 3 ครั้ง คำนวณหาความบริสุทธิ์ของธาตุเงินที่สกัดแยกได้

หมายเหตุ ไทเทรตสารละลาย Blank โดยใช้น้ำปราศจากไอออนแทนสารละลาย Ag^+

3.3.3 การหลอมและขึ้นรูปผงเงินให้เป็นเส้นลวดเงิน

ในขั้นตอนนี้ นำผงเงินที่สกัดได้ ไปหลอมและขึ้นรูปที่ร้านทองใจซิลเวอร์แวร์ ถนนวัวลาย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีขั้นตอนดำเนินงาน ดังนี้

1) นำเงินมาหลอมโดยใส่เบ้าซึ่งทำด้วยดินเผา ดังรูป 3.1(ก) จากนั้นให้เติมดินประสิวกับสารข้าวตอกเพื่อช่วยให้เนื้อเงินเหนียวและอ่อนเพื่อไม่ให้เงินติดเบ้า แล้วใช้เปลวไฟหลอมจนธาตุเงินละลายเป็นของเหลวดังรูป 3.1(ข)



รูป 3.1 แสดง (ก) เบ้าหลอมเงิน และ (ข) เปลวไฟที่ใช้ในการหลอมเงิน

2) นำเงินที่หลอมเทใส่บล็อกที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีอุณหภูมิใกล้เคียงกันเพื่อให้เงินแข็งตัวพร้อมกันทุกส่วน ซึ่งธาตุเงินที่มีสถานะของเหลวจะกลายเป็นแท่งเงินแข็งดังแสดงในรูป 3.2(ก) ทิ้งไว้ให้ความร้อนลดลงประมาณ 5 นาที แล้วใช้ค้อนทุบเพื่อไปสู่กระบวนการนำเข้าสู่เครื่องรีดให้เป็นเส้นที่มีขนาดเล็กลง โดยนำแท่งเงินเข้าเครื่องรีดหลายๆ ครั้งจนเป็นเส้นที่มีขนาดประมาณ 1 mm ดังรูป 3.2(ข)



รูป 3.2 แสดง (ก) บล็อกหล่อเงินและ (ข) การนำเงินเข้าเครื่องรีดเงิน

3) เลือกบล็อก หรือ แม่พิมพ์ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต้องการ ดังแสดงในรูป 3.3(ก) ซึ่งในการทดลองนี้ ต้องการเส้นลวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 mm จากนั้นนำเส้นเงินมาดึงผ่าน ดังแสดงในรูป 3.3(ข)



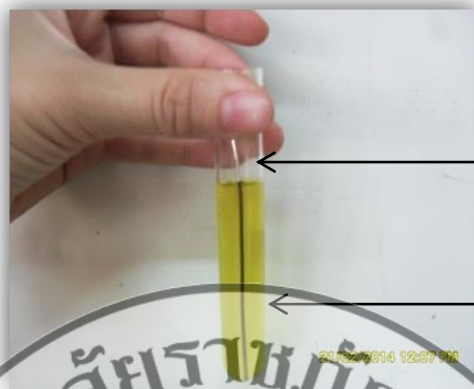
รูป 3.3 แสดง (ก) บล็อกหรือแม่พิมพ์ตามขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง และ (ข) การดึงเส้นลวด

3.3.4 การทำขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์-ซิลเวอร์คลอไรด์ (Ag/AgCl)

การเตรียมขั้วไฟฟ้าอ้างอิงแบบซิลเวอร์-ซิลเวอร์คลอไรด์ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.3.4.1 การเตรียมลวดเงิน

ตัดลวดเงิน 10 cm จำนวน 2 เส้น สำหรับเตรียมขั้วไฟฟ้าอ้างอิงและขั้วไฟฟ้าชี้บอก โดยนำลวดเงินจุ่มลงในสารละลาย 0.5 M Ferric chloride ประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของลวดเงิน เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะเกิดสารประกอบ AgCl เคลือบอยู่บนลวดเงิน ดังรูป 3.4



ลวดเงิน

0.5 M Ferric chloride

รูป 3.4 แสดงการเตรียมลวดเงิน

3.3.4.2 การเตรียมสะพานเกลือ Agar + 5% KNO_3

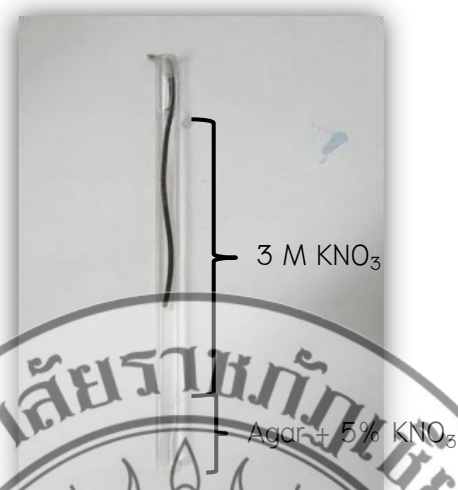
ซึ่งโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) มา 1.2545 g ละลายด้วยน้ำปราศจากไอออน ปรับปริมาตรเป็น 25 mL จากนั้นชั่ง Agar (ผงวุ้น) มา 0.2545 g ในปิกรอร์ขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วย 5% KNO_3 ชั่งต้น นำไปต้มจนผงวุ้นละลายหมด นำหลอดแก้วลงจุ่มลงในสารละลายลึกประมาณ 2 cm ที่ไว้จนวุ้นแข็งตัวในแท่งแก้วลง ดังแสดงในรูป 3.5



รูป 3.5 สะพานเกลือ Agar + 5% KNO_3

3.3.4.3 ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference electrode)

ขั้วไฟฟ้าอ้างอิงเตรียมโดยนำหลอดแก้วลงจุ่มที่บรรจุสะพานเกลือ เต็มสารละลาย 3 M KNO_3 ประมาณ 2 ใน 3 ส่วน จากนั้นใส่ลวดเงินที่เตรียมไว้ลงไป ดังแสดงในรูป 3.6



รูป 3.6 ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง Ag/AgCl

3.3.5 การประกอบชุดเซลล์ไฟฟ้าเคมี

ในเบื้องต้นได้นำขั้วไฟฟ้าที่เตรียมได้มาประกอบเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมี ซึ่งประกอบด้วย ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference electrode) และขั้วไฟฟ้าเลือก (Ion-Selective Electrode : ISE) (ขั้วทั้ง 2 ชนิดเป็นขั้วไฟฟ้าแบบซิลเวอร์-ซิลเวอร์คลอไรด์) และส่วนของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าความต่างศักย์ของเซลล์ โดยในการทดลองนี้ใช้มัลติมิเตอร์ ซึ่งทำการเตรียมอุปกรณ์ดังรูป 3.7



รูป 3.7 แผนภาพ(Diagram) ของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

3.3.6 การศึกษาประสิทธิภาพของข้อไฟฟ้าที่เตรียมได้

3.3.6.1 การศึกษาความเที่ยงในการวัดศักย์ไฟฟ้า

ได้ทำการทดสอบความเที่ยง (Precision) ในการวัดศักย์ไฟฟ้าของข้อไฟฟ้าที่เตรียมได้ ซึ่งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้งาน โดยปิเปตต์สารละลาย Cl^- ความเข้มข้น 1000 ppm ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 mL จำนวน 0.025 และ 0.500 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 25 mL จะได้ Cl^- ความเข้มข้น 1 และ 20 ppm จากนั้นนำไปวัดหาค่าศักย์ไฟฟ้าด้วยข้อไฟฟ้าที่เตรียมได้

3.3.6.2 การศึกษาความเที่ยงในการวัดศักย์ไฟฟ้า

นำข้อไฟฟ้าที่เตรียมได้มาวัดสารละลายมาตรฐาน Cl^- ความเข้มข้น 1, 20 และ 40 ppm ที่เวลา 0, 6 และ 24 ชั่วโมง โดยเปรียบเทียบค่าศักย์ไฟฟ้าของแต่ละความเข้มข้นในช่วงเวลาดังกล่าว จากค่า %RSD

3.3.6.3 การศึกษาผลของไอออนลบที่มีผลต่อการวิเคราะห์คลอไรด์ไอออน

ในการศึกษาผลของไอออนลบที่มีต่อการวิเคราะห์คลอไรด์ไอออน ผู้วิจัยได้ศึกษาไอออนดังต่อไปนี้ คือ SO_4^{2-} , NO_3^- , I^- , Br^- , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , F^- , Al^{3+} , Ca^{2+} และ Fe^{3+} ซึ่งเตรียมจากเกลือ Na_2SO_4 , NaNO_3 , NaI , NaBr , Na_3PO_4 , Na_2CO_3 , NaF , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ และ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ตามลำดับ โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 1000 ppm จากนั้นผสมสารละลายดังกล่าวลงในสารละลายมาตรฐาน Cl^- ที่ความเข้มข้น 0.28 mM (10 ppm) โดยใช้อัตราส่วนความเข้มข้นของไอออนที่ต้องการศึกษาต่อความเข้มข้นของ Cl^- เท่ากัน จากนั้นวัดค่าศักย์ไฟฟ้าของสารละลาย Cl^- อย่างเดียว มีความมากกว่า $\pm 5\%$ โดยจะถือว่าเป็นอัตราส่วนที่ทำให้เกิดการรบกวน

3.3.6.4 การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ไอออนมี 3 ตัวอย่างคือเกลือแกง น้ำแร่ธรรมชาติ และสารตัวอย่างสังเคราะห์ โดยตัวอย่างแต่ละชนิด มีขั้นตอนการเตรียมดังนี้

1) เกลือแกง

เลือกเกลือแกง 2 ยี่ห้อ ชั่งให้ได้น้ำหนักในช่วง 0.1700 – 0.1800 g ละลายด้วยน้ำปราศจากไอออน ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 100 mL

2) น้ำแร่ธรรมชาติ

เลือกน้ำแร่ที่มีจำหน่ายทั่วไปมา 2 ยี่ห้อ ตวงน้ำตัวอย่าง 200 mL เติม H_2O_2 30% ปริมาตร 2 mL พร้อมกับคนสารละลายทิ้งไว้ 1 นาที

3) น้ำเสีย

เก็บตัวอย่างน้ำเสียในเขต อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 2 จุด นำตัวอย่างมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 ตวงตัวอย่างมา 200 mL เติม H_2O_2 30% ปริมาตร 2 mL พร้อมกับคนสารละลายทิ้งไว้ 1 นาที

4) สารตัวอย่างสังเคราะห์

ปิเปตต์สารละลาย Cl^- ความเข้มข้น 1000 ppm จำนวน 5 mL ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 100 mL

3.3.6.4 การวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ไอออนในตัวอย่าง

การหาปริมาณคลอไรด์ไอออนวิเคราะห์โดยใช้การไทเทรตแบบตกตะกอนวิธีของมอห์ร (Mohr's method) เทียบกับขั้วไฟฟ้าที่เตรียมขึ้น

1) การหาช่วงความเป็นเส้นตรง

ปิเปตต์สารละลาย Cl^- ความเข้มข้น 1000 ppm จำนวน 0.0025, 0.0125, 0.025, 0.125, 0.25, 0.375, 0.5, 1.25, 1.875, 2.5, 3.75, 5.0 และ 12.50 mL ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 25 mL จะได้ Cl^- ความเข้มข้น เข้มข้น 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 15, 20, 50, 75, 100, 150, 200 และ 500 ppm ตามลำดับ จากนั้นนำไปวัดหาค่าศักย์ไฟฟ้าด้วยชุดเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ทำจากขั้วไฟฟ้าแบบ Ag/AgCl ที่เตรียมได้

2) การวิเคราะห์ปริมาณไอออนคลอไรด์ โดยวิธีมาตรฐาน

2.1) ตัวอย่างเกลือแกง

ปิเปตต์สารละลายเกลือแกงตัวอย่าง 10.00 mL เติม K_2CrO_4 1 mL ไทเทรตด้วยสารละลาย 0.0962 M AgNO_3 จนได้สารละลายที่มีสีเหลืองอมส้ม (วิเคราะห์ Blank ทุกครั้งโดยใช้น้ำ DI นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอไรด์ในเกลือแกงตัวอย่าง ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง)

2.2) ตัวอย่างน้ำแร่และน้ำเสีย

ปิเปตต์น้ำตัวอย่าง 50.00 mL เติม K_2CrO_4 1 mL ไทเทรตด้วยสารละลาย 0.0962 M AgNO_3 จนได้สารละลายที่มีสีเหลืองอมส้ม (วิเคราะห์ Blank ทุกครั้งโดยใช้น้ำ DI นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอไรด์ในน้ำแร่ธรรมชาติ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง)

2.3) สารตัวอย่างสังเคราะห์

ปีเปตต์สารตัวอย่างสังเคราะห์ 10.00 mL เติม K_2CrO_4 1 mL ไทเทรตด้วยสารละลาย 0.0962 M $AgNO_3$ จนได้สารละลายที่มีสีเหลืองอมส้ม (วิเคราะห์ Blank ทุกครั้งโดยใช้น้ำ DI นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอไรด์ในสารตัวอย่างสังเคราะห์ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง)

3) การวิเคราะห์ปริมาณไอออนคลอไรด์ โดยใช้วิธีวัดด้วยขั้วไฟฟ้า

3.1) ตัวอย่างเกลือแกง

ปีเปตต์สารละลายเกลือแกงตัวอย่าง 25.00 mL จากนั้นนำไปวัดหาค่าศักย์ไฟฟ้าด้วยชุดเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ทำจากขั้วไฟฟ้าแบบ $Ag/AgCl$ ที่เตรียมได้

3.2) ตัวอย่างน้ำแร่และน้ำเสีย

ปีเปตต์น้ำตัวอย่าง จำนวน 25.00 mL จากนั้นนำไปวัดหาค่าศักย์ไฟฟ้าด้วยชุดเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ทำจากขั้วไฟฟ้าแบบ $Ag/AgCl$ ที่เตรียมได้

3.3) สารละลายตัวอย่างสังเคราะห์

ปีเปตต์สารละลาย Cl^- ความเข้มข้น 1000 ppm จำนวน 1.25 mL ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนเป็น 25 mL จะได้ Cl^- ความเข้มข้น 50 ppm จากนั้นนำไปวัดหาค่าศักย์ไฟฟ้าด้วยชุดเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ทำจากขั้วไฟฟ้าแบบ $Ag/AgCl$ ที่เตรียมได้