

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

การศึกษาเพื่อแยกวิเคราะห์สาร Inorganic cations โดยอาศัยเทคนิคอิเล็กโตรฟอเรซิสครั้งนี้ มีความมุ่งหมายจะสร้างเครื่องมือราคาถูกและมีประสิทธิภาพดีพอควร เพื่อใช้แยกวิเคราะห์ Inorganic cations จำนวน 5 หมู่ ซึ่งประกอบด้วยไอออนทั้งหมด 18 ตัว โดยมุ่งเอาผลการทดลองนี้มาประกอบการสอน 2 ประการคือ

1. การสอนเรื่องวิธีวิเคราะห์สารโดยอาศัยเครื่องมือ (Instrumental methods of analysis)
2. การสอนเรื่องคุณภาพวิเคราะห์ (Qualitative analysis)

การสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือสำหรับทำอิเล็กโตรฟอเรซิสที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

1. เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า
2. อิเล็กโตรฟอเรติกเซลล์

เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า

เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า คือเครื่องมือจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้แก่อิเล็กโตรฟอเรติกเซลล์ ประกอบด้วยเครื่องเปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้ได้อัตราที่ต้องการ กับอีกส่วนหนึ่งเป็นวงจรแปลงไฟ ใช้แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ใช้ซิลิกอนเบอร์ 1 R 1 D ขนาด 1000 V. 1 A. เป็นตัวช่วยแปลงไฟโดยต่อในวงจรบริดจ์ ซึ่งเป็นวงจรแปลงไฟแบบเต็มคลื่น

เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้านี้มีขนาด 200 W. P 220 V. 1 A. S 1000 V.

200 ma.

อิเล็กโตรฟอเรติกเซลล์

อิเล็กโตรฟอเรติกเซลล์ คือส่วนที่เป็นเซลล์สำหรับแยก Inorganic cations ประกอบด้วยอ่างคินเคลือบสำหรับใส่อิเล็กโตรไลต์ 2 ใบขนาด $6 \times 8 \times 1.5$ นิ้ว มีสายยางต่อกันและมีก๊อกต่อระหว่างกลางสายยางเพื่อปรับระดับสารละลายในอ่างทั้งสองให้เท่ากัน อิเล็กโตรดทำด้วยแผ่นแกรไฟต์ชนิดเดียวกับที่ใช้ในโคนาโมรยบท ทรงปลายมีลวดทองแดงฝังติดแน่นอยู่และต่อกับขั้วบวกและขั้วลบของเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้า แผ่นสำหรับวางสเทปไคติงมีเคียมทำด้วยพลาสติกเป็นกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 8×15 นิ้ว ตัวกรอบกว้าง 0.5 นิ้ว มีกล่องพลาสติกขนาด $8 \times 24 \times 8$ นิ้ว เป็นที่บรรจุอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวอันเป็นส่วนประกอบของอิเล็กโตรฟอเรติกเซลล์ กล่องนี้หุ้มลวดยึดการกระเหยของน้ำหนักบนแผ่นกระดาษกรองและหุ้มป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อนสูง

ผลการทดลอง

เมื่อนำเครื่องทำอิเล็กโตรฟอเรซิสนี้มาทดลองแยกไอออน Inorganic cations ทั้ง 5 หมู่ซึ่งประกอบด้วยไอออน 18 ตัว ใช้กระดาษกรอง Whatman No. 3 เป็นสเทปไคติงมีเคียมพบว่า

หมู่ที่ 1 ประกอบด้วยไอออน Hg^{+2} , Bi^{+3} , Cu^{+2} , Cd^{+2} และ Pb^{+2} แยกออกจากกันได้โดยใช้ Formic acid 1 % เป็นอิเล็กโตรไลต์ ใช้เวลา 90 นาที ไอออนต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่จึงแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์ ตรวจสอบตำแหน่งไอออนโดยหยดด้วย Sodium sulfide 2 % สีที่เกิดจะเป็นประเภตสีเหลือง สีน้ำตาลและสีดำ

หมู่ที่ 2 ประกอบด้วยไอออน Fe^{+3} , Al^{+3} และ Cr^{+3} แยกออกจากกันได้โดยใช้ Formic acid 1 % เป็นอิเล็กโตรไลต์ ใช้เวลา 60 นาที ไอออนต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่จึงแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์ ตรวจสอบตำแหน่งไอออนโดยพ่นด้วยสารละลาย Alizarin red อิมัลชันใน Ethanol 95 % แล้วพ่นทับด้วย Ammonium hydroxide เข้มข้นเพื่อให้เกิดสีม่วงชัดเจน ต่อไปพ่นด้วยสารละลาย Boric acid อิมัลชันเพื่อทำลายสีม่วงในบริเวณอื่นซึ่งไม่ใช่ตำแหน่งของ Inorganic cations ในหมู่ที่ 2 นั้นเสีย (สีที่เกิดขึ้นตรง

ตำแหน่งของไอออนที่แยกได้จะปรากฏอยู่โดยไม่ถูก Boric acid ทำลาย)

หมู่ที่ 3 ประกอบด้วยไอออน Zn^{+2} , Co^{+2} , Ni^{+2} และ Mn^{+2} แยกออกจากกันโดยใช้สารละลาย Ammonium carbonate 0.5 % เป็นอิเล็กโทรไลต์ ใช้เวลา 60 นาทีไอออนต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่จึงแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์ ตรวจสอบตำแหน่งไอออนด้วยวิธีเดียวกันกับไอออนหมู่ที่ 2

หมู่ที่ 4 ประกอบด้วยไอออน Ca^{+2} , Sr^{+2} และ Ba^{+2} แยกออกจากกันโดยใช้สารละลาย Formic acid 1 % เป็นอิเล็กโทรไลต์ ใช้เวลา 60 นาทีไอออนต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่จึงแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์ ตรวจสอบตำแหน่งไอออนโดยพ่นด้วย 8 - Hydroxy quinoline แล้วพ่นทับด้วย Ammonium hydroxide เข้มข้น พร้อมกับส่องด้วยแสงอุลตราไวโอเล็ต สีที่เกิดขึ้นจะเป็นประเภตสีเขียวหรือม่วงเรืองแสง

หมู่ที่ 5 ประกอบด้วยไอออน K^+ , Na^+ และ Mg^{+2} แยกออกจากกันโดยใช้สารละลาย Ammonium carbonate 0.5 % เป็นอิเล็กโทรไลต์ ใช้เวลา 45 นาทีไอออนต่าง ๆ ที่ผสมกันอยู่จึงแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์ ตรวจสอบตำแหน่งไอออนโดยพ่นด้วย Bromothymol blue แล้วพ่นทับด้วย Ammonium hydroxide เพื่อให้เกิดสีสมบูรณ์ สีที่เกิดขึ้นจะเป็นประเภตสีฟ้า

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยต่อไป

1. จากการทดลองแยกวิเคราะห์สารพบว่าเนื่องจากต้องใช้อิเล็กโทรไลต์ถึงสองชนิดจึงจำเป็นต้องแยกไอออนออกเป็น 5 หมู่ ทำให้วิธีการวิเคราะห์ไม่สะดวกเท่าที่ควรเนื่องจากต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์นานเกินไปต่อไปควรมีการทดลองหาชนิดของอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสมเพียงชนิดเดียวที่สามารถแยกวิเคราะห์ไอออนทั้ง 5 หมู่ได้หมด ทำให้ไม่ต้องแยกไอออนออกเป็น 5 หมู่เสียก่อน เพียงแค่เอาไอออนที่ทราบชนิดแล้วแต่ละชนิดมาทำอิเล็กโทรโฟเรสิสใช้เวลาไอออนละ 90 นาทีแล้วเขียนตารางบอกคุณสมบัติสองประการของไอออนคือ ระยะทางการเคลื่อนที่กับสีที่ปรากฏของแต่ละไอออน เมื่อมี Unknown sample ที่จะตรวจพิสูจน์เราก็ให้นำเอา Unknown นั้นมาทำอิเล็กโทรโฟเรสิสในช่วงเวลาที่เท่าเดิมคือ 90 นาที และใช้กระดาษต่าง ๆ

เช่น สารอิเล็กโตรไลต์ ความเข้มข้น แรงเคลื่อนไฟฟ้า และขนาดของสเปกโตรัมที่มีเคี่ยม
 เหมือนกันทุกประการกับการทดลองมาตรฐาน เมื่อวัฏธะทางที่สารเคลื่อนที่ได้แล้วนำมาเทียบ
 กับค่าในตารางมาตรฐานก็สามารถพิสูจน์ได้ว่าสาร Unknown นั้น ๆ เป็นสารอะไร และเพื่อ
 เป็นการยืนยันให้แน่นอนยิ่งขึ้น ก็อาจนำไปทดสอบด้วย Color reaction test หรือ Flame
 test เป็นต้น

2. เครื่องทำอิเล็กโตรฟอเรซิสนั้นนอกจากจะวิเคราะห์แยกไอออน Inorganic cations
 ได้แล้วยังวิเคราะห์แยก Inorganic anions และสารอื่น ๆ เช่น สารอินทรีย์ หรือสาร
 ชีวเคมีได้อีกหลายชนิดด้วยกัน ดังนั้นจึงอาจจะศึกษาการใช้เครื่องมือนี้แยกวิเคราะห์สารดังกล่าว
 ต่อไปเพื่อจะได้ทราบประสิทธิภาพที่แท้จริงของเครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้.