

## บทที่ 4

### วิธีกำเนิดการวิจัยและผลการวิจัย

#### หลักการวิเคราะห์ Inorganic cations

อาการที่มีอยู่เมื่อเก็บตัวอย่างในเคมีฟื้นฟู Inorganic cations ทางชนิดกันจะมีตัวรายการเคลื่อนที่ในส่วนไฟฟ้าต่างกัน แต่ๆ กันเป็นอิเล็กตรอนนิคเดียวที่เก็บตัวอย่างอีกด้วย รายการเคลื่อนที่จะเท่ากัน อัตราการเคลื่อนที่เป็นคุณสมบัติประจำตัวของอิเล็กตรอนแต่ละชนิด ลักษณะเมื่อให้อิเล็กตรอนที่ไม่ทราบชนิดกันนี้กับตัวรายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่ทราบชนิดนี้ ก็จะมีตัวรายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่ทราบชนิด (สารมาตรฐาน) ถ้าตัวรายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทั้งสองเท่ากันก็แสดงว่าอิเล็กตรอนทั้งสองนั้นเป็นชนิดเดียวกัน คำวิธีการเขียนนี้เรียกว่าจัดลำดับตรวจพิสูจน์ (Identify) อิเล็กตรอนที่ไม่ทราบชื่อให้รู้ว่าเป็นชนิดใด

เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ห้องแบ่งอิเล็กตรอนห้องหนึ่ง叫做เป็นห้องใหญ่แล้ววิเคราะห์ห้องนี้ ไอบ่าน้ำสารละลายของอิเล็กตรอนแต่ละผู้นี้มาป้ายบนแผ่นกระดาษกรองซึ่งใช้เป็นเต็บไลน์มีเครื่องนำกระดาษกรองที่มีอิเล็กตรอนป้ายติดอยู่หนึ่งตัวให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในส่วนไฟฟ้าในอิเล็กตริกเชื้อ และขณะเดียวกันไอบ่อนเดียวที่ทราบชื่ออยู่แล้วให้เคลื่อนที่บนกระดาษกรองแผ่นเดียวกันและแนบติดกัน เพื่อจะให้เปรียบเทียบตัวรายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่ต้องการหา กับตัวรายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนมาตรฐาน อิเล็กตรอนที่มีตัวรายการเคลื่อนที่เท่ากันบ่อมเป็นชนิดเดียวกัน

ในกรณีที่อิเล็กตรอนเป็นสารไม่มีสี การตรวจสอบคำแนะนำของอิเล็กตรอนทำได้โดยการใช้ Detecting agent (เป็นสารที่ทำปฏิกิริยาตัวอิเล็กตรอนที่จะวิเคราะห์และที่ใช้เป็นมาตรฐานแล้วเกิดสีขึ้น) พ่นบนกระดาษกรองซึ่งเป็นอิเล็กตริกเพื่อโปรแกรม จะปรากฏสีขึ้นมาทำให้ทราบคำแนะนำของอิเล็กตรอนได้

เมื่อสังเครื่องมือแล้วก็ดำเนินการทดลองแยกวิเคราะห์อิเล็กตรอนโดยอาศัยเครื่องมือที่สร้างขึ้น ตามคำมั่นขันการทดลองดังนี้

1. แบ่งห้อง Inorganic cations ที่จะนำมาแยกวิเคราะห์
2. เตรียมสารละลายอิเล็กตรอนมาตรฐาน

3. ทดสอบหาอิเลคโทรไลท์ที่เหมาะสมสำหรับแยกอิออนแทลอนมู
4. ทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการแยกอิออนแทลอนมู
5. ทดสอบหา Detecting agent ที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอยคำแหงช่องวิบัตันแทลอนนิก

### การแยกหมู่ Inorganic cations ที่จะนำมายแยกวิเคราะห์

ในการแยกวิเคราะห์อิออนโดยใช้เควิร์ชิลล์เคนต์ ไฟฟ์ ทดสอบนี้ เราจำเป็นต้องแยก Inorganic cations ทั้งหมดออกเป็นหมู่ ๆ ตามคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันแบบเดียวกันที่เก็บไว้แยกวิเคราะห์ Inorganic cations ในห้องปฏิบัติการเคมี (ห้องที่ ๔ พงษ์พัฒนา และ มีร์เรศ คำทอง, ๒๕๐๑ : ๖๘) ถ้านำสารที่ไม่ทราบชนิด (Unknown sample) มาแยก เป็นหมู่ดังนี้

หมู่ที่ ๑ นำมาทำให้ตกลงกอนโดยเติม  $\text{HCl}$  ๐.๓ M. แล้วผ่านกรอง  $\text{H}_2\text{S}$  ลงในสารละลาย กรองแยกเอาตะกอนมาตามกับ  $\text{HNO}_3$  ๓ M. จนครบเป็นสารละลายใส อิออนหมูนี้ประกอบด้วย  $\text{Hg}^{+2}$ ,  $\text{Bi}^{+3}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$  และ  $\text{Pb}^{+2}$  นำสารละลายที่เหลือจากการกรองไปตกลงกอนแยกอิออนหมู่ที่ ๒ ต่อไป

หมู่ที่ ๒ เมื่อแยกอิออนหมู่ที่ ๑ ออกหมดแล้วนำมาแยก  $\text{As}^{+3}$ ,  $\text{Sb}^{+3}$  และ  $\text{Sn}^{+4}$  ออกเสียกอนโดยเติมสารละลาย Ammonium polysulfide ตามที่ตะกอนชัดไฟครุย สารสามชนิดนี้เกิดขึ้น กรองออก แยกเอาสารละลายที่เหลือมาต้มໄล  $\text{H}_2\text{S}$  ออกในหมุดแล้ว เติม  $\text{NH}_4\text{OH}$  วน้ำเข้มข้นลงไป ถ้ามีอิออนหมูที่สองจะตกเป็นตะกอน กรองออกแล้วนำไปตกลงกอน มาตามกับ  $\text{HNO}_3$  ๓ M. จนเป็นสารละลายใส อิออนหมูนี้ประกอบด้วย  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Al}^{+3}$  และ  $\text{Cr}^{+3}$  ดำเนินสารละลายที่เหลือจากการกรองนำไปทำให้ตกลงกอนเพื่อแยกอิออนหมู่ที่ ๓ ต่อไป

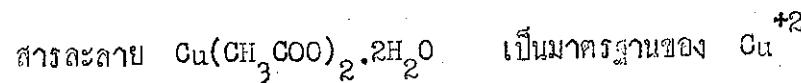
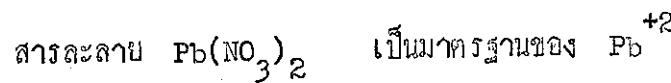
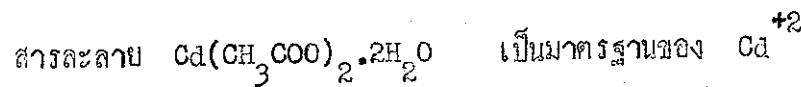
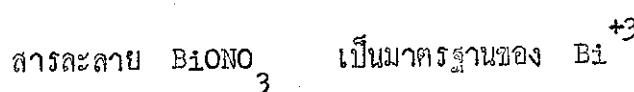
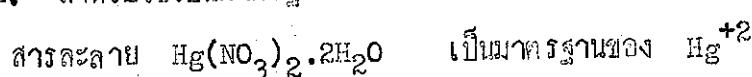
หมู่ที่ ๓ หลังจากแยกสารหมู่ที่ ๒ ออกแล้ว เอาสารละลายที่เหลือมาเติม  $\text{NH}_4\text{OH}$  เข้มข้นกับสารละลาย  $\text{NH}_4\text{Cl}$  และผ่านกรอง  $\text{H}_2\text{S}$  ลงไป อิออนหมู่ที่ ๓ จะตกตะกอนกรอง เอาตะกอนมาตามกับ  $\text{HNO}_3$  ๓ M. จนครบเป็นสารละลายใส อิออนหมูนี้ประกอบด้วย  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$  และ  $\text{Mn}^{+2}$  สารละลายที่เหลือจากการกรองนำไปตกลงกอนแยกอิออนหมู่ที่ ๔ ต่อไป

หมู่ที่ 4 หลังจากแยกสารหมู่ที่ 3 ออกแล้ว เอกสารละลายนี้ได้อมาเคมก์ที่น้ำสมนเป็นกราดแล้ว เก็บจานเปริมาตรเหลือ 10 - 15 ml. ทำให้เขินจะไกฟลิก  $\text{NH}_4\text{Cl}$  กรองออก เคิม  $\text{NH}_4\text{OH}$  เข้มข้น ที่มีให้เกือบแล้ว เคิมสารละลายนี้  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  อิมค้าหั้งทึ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง อิอ่อนหมู่ที่ 4 จะตกตะกอน กรองเอกะกอนมาหามันเป็น  $\text{HNO}_3$  3 M. งานลายเป็นสารละลายนี้ ชื่อชนวนนี้เป็นกรอบคำย  $\text{Ca}^{+2}$   $\text{Sr}^{+2}$  และ  $\text{Ba}^{+2}$  สารละลายนี้ได้อจากการกรองเป็นสารที่มีอิอ่อนหมู่ที่ 5 ละลายอยู่ นำไปเตรียมเป็นสารละลายน้ำหัวจะแยกวิเคราะห์ห่อไป

หมู่ที่ 5 คือสารละลายนี้ได้อจากการกรองเอกะกอนของอิอ่อนหมู่ที่ 4 ออกไปแล้ว นำมาเคม  $\text{HNO}_3$  3 M. และกันให้เกือกเพื่อให้  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  ลอกจากหมักลินแอมโนเนีย เป็นไกสารละลายนี้ของอิอ่อนหมู่ที่ 5 ซึ่งประกอบด้วย  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$  และ  $\text{K}^+$

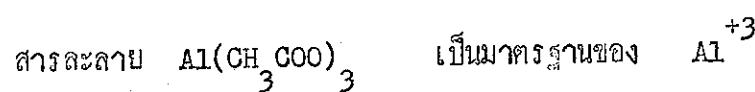
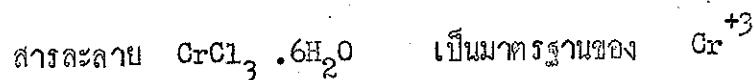
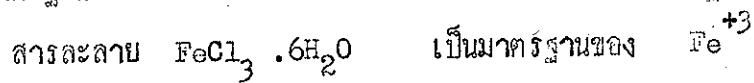
### การเตรียมสารละลายน้ำหัวที่จะใช้เป็นมาตรฐานและที่จะแยกวิเคราะห์

หมู่ที่ 1 เตรียมสารละลายน้ำหัวนิคต่าง ๆ ที่อยู่ในหมู่ 1 ให้มีความเข้มข้น 0.2 M. ใน  $\text{HNO}_3$  3 M. สำหรับใช้เป็นมาตรฐานบอร์นิคิลิอ่อน ตั้งนี้



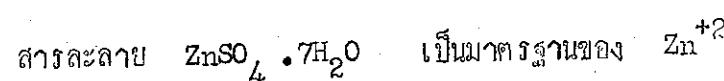
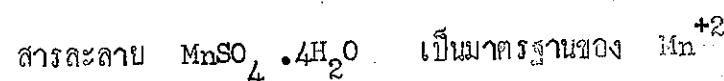
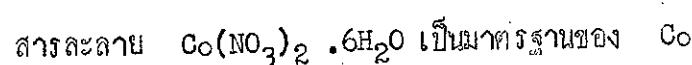
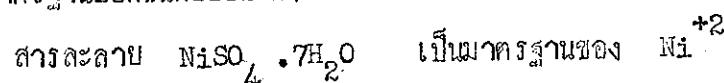
เตรียมสารละลายน้ำหัวโดยเกลือห้าชนิดนี้ให้มีความเข้มข้นเท่าเคิม และใช้ก้าห์ละลายน้ำหัวเพื่อให้มี  $\text{Hg}^{+2}$ ,  $\text{Bi}^{+3}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$  ผสมกันเป็นสารละลายน้ำหัวของอิอ่อนหมู่ที่ 1 ที่จะแยกวิเคราะห์

หมู่ที่ 2 เตรียมสารละลายนิโธอนให้มีความเข้มข้น 0.2 M. ใน  $\text{HNO}_3$  3 M.  
สำหรับใช้เป็นมาตรฐานบอกนิคิอ่อน ดังนี้



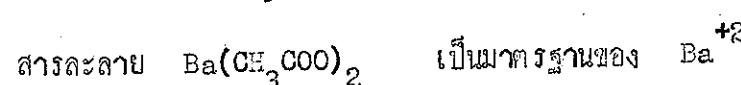
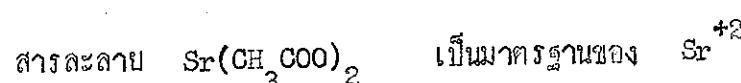
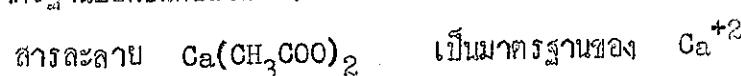
และเตรียมสารละลายนิโธอนให้มีความเข้มข้นเท่าเดิมก็อ 0.2 M. โดยใช้  
ตัวที่ละลายนิโธอน เพื่อให้มี  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Al}^{+3}$  ผสมกันให้เป็นสารละลายนิโธอนหมู่ที่ 2  
ที่จะแยกวิเคราะห์

หมู่ที่ 3 เตรียมสารละลายนิโธอนให้มีความเข้มข้น 0.2 M. ใน  $\text{HNO}_3$  3M.  
สำหรับใช้เป็นมาตรฐานบอกนิคิอ่อน ดังนี้



และเตรียมสารละลายนิโธอนให้มีความเข้มข้นเท่าเดิมโดยใช้ตัวที่ละลายนิโธอน  
เพื่อให้มี  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$  ผสมกันให้เป็นสารละลายนิโธอนหมู่ที่ 3 ที่จะ  
แยกวิเคราะห์

หมู่ที่ 4 เตรียมสารละลายนิโธอนให้มีความเข้มข้น 0.2 M. ใน  $\text{HNO}_3$  3 M.  
สำหรับใช้เป็นมาตรฐานบอกนิคิอ่อน ดังนี้



พองครอยาไม่มากหรือน้อยเกินไป (ถ้ามากไปจะทำให้แบบสารที่ป้ายบนกระดาษกรองไม่เป็น Narrow sharp zone แต่ถ้าน้อยไปจะทำให้แบบสารที่เกิดขึ้นขาดเป็นห่วง ๆ ) แล้วนำมาทำเป็นรีดคืนสองคำ สารที่ติดเส้นสายอยู่จะแพร่ลงใบคิดบนกระดาษกรองเพิ่มความกว้างของกระดาษให้ไว้เดียวกันนี้ป้ายสารที่จะวิเคราะห์ลงบนกระดาษกรอง แล้วนำกระดาษกรองทั้งหมด (ที่ป้ายสารที่ใช้เป็นมาตรฐานและสารที่จะวิเคราะห์) มาวางบนแทนสำหรับวางสเตรนิสซิมฟ์เดล่อนที่เป็นปิกฟาร์ชีล์คายແນนແກ້ວເປີສົງພລອຍກະແລ້ໄຟຟ້າໃນງຈຈ ໃຫ້ອອນແຫ່ນເດືອນທີ່ໄປບໍນ ກະຮາຍກາຮອງ ເມື່ອອືອນທຳນາງ ທະຄະໜູ້ເດືອນທີ່ແບກອອກຈາກກັນສມູນແລວ (ທຽບໄດ້ຈາກກຳຫັກເວລັ່ງໄດ້ທົດອອງຫາໄວແລວ ຈະກຳລາວົ່ງຮາຍລະເບີຂອງກາຮົດອອງໃນຫອຕ່ອໄປ) ປຶກສົງຫຼັກກະຮາຍກາຮອງອອກຈາກເຫັນກາງບັນແທນສໍາຫຼວງກະຮາຍກາຮອງ ຂົບປິທ້ແໜ່ງແລ້ນນຳພັນທັນກົບ Detecting agent ເພື່ອໃຫ້ເດືອນທີ່ໄດ້ເຫັນວ່າອືອນເດືອນທີ່ໄປເປັນຮະຫາງເທົ່າໄດ້ ວັດຮະຫາງນີ້ໄວ້ ເພີບສີແລະຮະຫາງນີ້ກັບອືອນພົມກາງສູນ ຈັດສີເໝືອນກັນແລະຮະຫາງທີ່ເດືອນທີ່ເທົ່າກັນແຕ່ງວ່າອືອນທີ່ເກຣະທີ່ເປັນຕົວ ເດີບກັນອືອນພົມກາງສູນນັ້ນ

#### ກາຮົດອອງຫາອີເຄໂຕໂຄຣໄລ໌ແລະ ຮະຫວາດທີ່ແມາຮສໍາຫຼວງແບກອືອນແຕລ່ນໝູ້

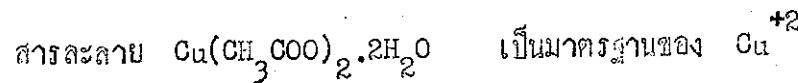
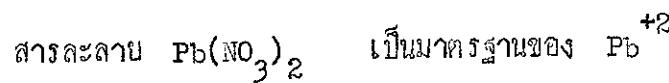
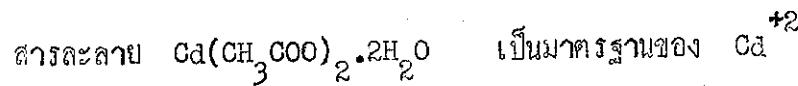
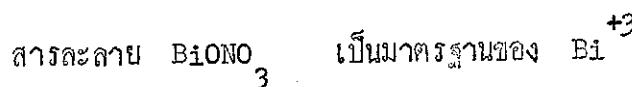
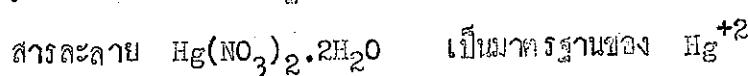
ນໍາອືອນໝູ້ໃຈແບກວິເກຣະໜໍາທຳໃຫ້ເດືອນທີ່ບັນກະຮາຍກາຮອງທີ່ຫຼຸດເສດຖະກຳເຕັກໂຟຣີໄທ໌ ໂຄຍທົກຮະຄານກາຮອງນັ້ນໄວ້ໃນງຈຮອງເຄື່ອງອີເຄໂຕໂຄຣໄລ໌ພອເຕັກເຊີດ (ຈັດເຄື່ອງມືອັດງຽບທີ່ 9 ນ້າ 17 ) ອັດງຈາກເວລາພານໄປ 30, 35, 40, 45, . . . 80, 85, 90 ນ້າທີ່ ແຕະຫຼາງເວລາກັ້ງກຳດາວັນນຳກະຮາຍກາຮອງມາຕຽວຈັດບຸຜົດກາຮແບກອືອນ ໂຄຍເຂົາກະຮາຍກາຮອງຫົ່ວ່າ ອີເຄໂຕໂຄຣໄລ໌ແບກນີ້ມາຍົກປິທ້ແໜ່ງແລ້ນພັນທັນດ້ວຍ Detecting agent ຈະທຽມວ່າອືອນແບກອອກຈາກກັນອົບປ່າງສມູນໝູ້ທີ່ໄວ້ໃນໂຄຍດູແບກສີທີ່ເດືອນນີ້ ແບກສີທີ່ເດືອນນີ້ຈະຕົ້ນມີຈຳນວນເທົ່າກັນຫີຂອງອືອນທີ່ນໍາມາແບກແລະຈະຕອງນອງເຫັນວ່າແບກຈາກກັນອົບປ່າງສມູນໝູ້ ເຫັນໝູ້ທີ່ 1 ຢື່ງປະກອບກົວບັນກົດ 5 ຊົນືກ ດ້ວຍການແບກເປັນໄປອົບປ່າງສມູນໝູ້ຈະປຽກງູ້ແບກສີເປັນ 5 ແລ້ນ ແຕະແດນອູ້ເປັນອີສະໄໝ ມີກາຮແລ້ວມ່ອນກັນ ດັບລັບຍື່ນໄໝເປັນທີ່ພອໃຈຕົ້ນເປັນການແຂ່ມ້ນໃໝ່ໜ້າໃໝ່ໜ້າຈະກອງເປັນກົນຫີຂອງອີເຄໂຕໂຄຣໄລ໌ໃໝ່ ແລ້ວໃຫ້ວິ່ນເດີມກົດອອງຫາເວລາທີ່ແມາຮໃນກາຮແບກຕ້ອໄປຢືນການກ່າວືອືອນ ແຕະໜູ້ຈະແບກອອກຈາກກັນໄກ້ອົບປ່າງສມູນໝູ້ຈຶ່ງຢູ່ກາຮົດອອງໄດ້ ບັນທຶກເວລານີ້ໄວ້ແລ້ນທຳການກ່າວືອືອນ

หมู่ที่ 4 หลังจากแยกสารหมู่ที่ 3 ออกแล้ว เอาสารละลายนี้ เหลือมาเติมกราน้ำส้ม จนเป็นกราดแล้ว เคี่ยวนมีนาคราเดล็อ 10 - 15 ลบ.ซม. ทำให้เป็นจะไก่เล็ก  $\text{NH}_4\text{Cl}$  กรองออก เคี่ย  $\text{NH}_4\text{OH}$  เข้มข้น ต้มให้เค็อกแล้ว เก็บสารละลายนี้  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  ขึ้นตัวหงอนทึบ ไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง อิโอนหมู่ที่ 4 จะตกตะกอน กรองเอากอนมาตามกับ  $\text{HNO}_3$  3 M. จนคลายเป็นสารละลายนิ่ว อิโอนหมูปะรอกบด้วย  $\text{Ca}^{+2}$   $\text{Sr}^{+2}$  และ  $\text{Ba}^{+2}$  สารละลายนี้ เหลือจากการกรองเป็นสารที่มีอิโอนหมู่ที่ 5 ละลายอยู่ นำไปเตรียมเป็นสารละลายน้ำแร่จะแยกวิเคราะห์ห่อไป

หมู่ที่ 5 คือสารละลายนี้ เหลือจากการกรองเอากอนของอิโอนหมู่ที่ 4 ออกไป แล้ว นำมารีด  $\text{HNO}_3$  3 M. และต้มให้เค็อกเพื่อให้  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  ตกตะกอนหมด ไม่เหลือ จะได้สารละลายนิ่วของอิโอนหมู่ที่ 5 ซึ่งปะรอกบด้วย  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$  และ  $\text{K}^+$

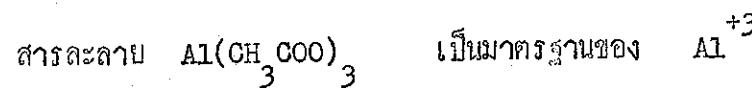
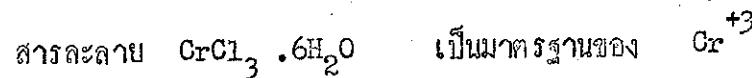
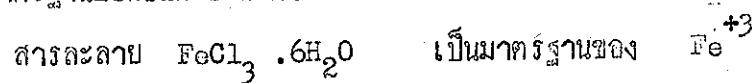
### การเตรียมสารละลายน้ำแร่ที่จะใช้เป็นสารมาตรฐานและที่จะแยกวิเคราะห์

หมู่ที่ 1 เตรียมสารละลายน้ำแร่ที่จะใช้เป็นสารมาตรฐานและที่จะแยกวิเคราะห์ ให้มีความเข้มข้น 0.2 M. ใน  $\text{HNO}_3$  3 M. สำหรับให้เป็นมาตรฐานบกนิจกิจ อิโอน หงันนี้



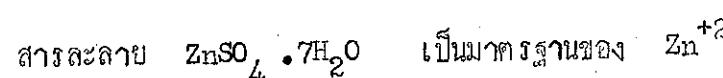
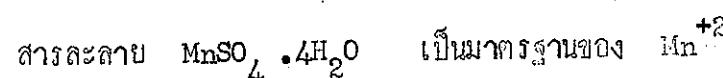
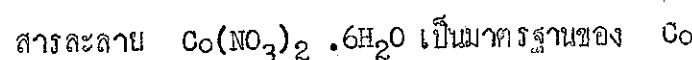
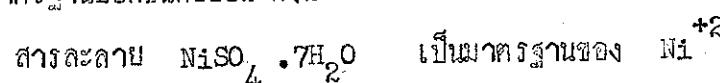
เตรียมสารละลายน้ำแร่ที่จะใช้เป็นสารมาตรฐานและที่จะแยกวิเคราะห์ ให้มีความเข้มข้นเท่าเดิม และใช้ก้าทำละลายเกิม เพื่อให้มี  $\text{Hg}^{+2}$ ,  $\text{Bi}^{+3}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$  ผสมกันเป็นสารละลายน้ำแร่ที่จะแยกวิเคราะห์

หมู่ที่ 2 เตรียมสารละลายนิโคตินให้มีความเข้มข้น 0.2 M. ใน  $\text{HNO}_3$  3 M.  
สำหรับใช้เป็นมาตรฐานบอกราชนิโคติน กังนี้



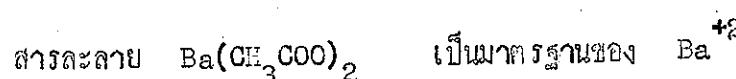
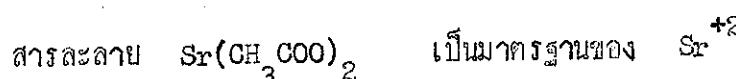
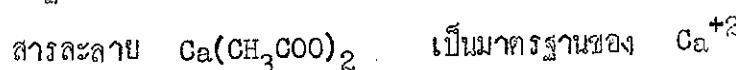
และเตรียมสารละลายนิโคตินให้มีความเข้มข้นเท่าเดิมก็อ 0.2 M. โดยใช้  
ตัวทำละลายเดิม เพื่อให้  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Al}^{+3}$  ผสมกันใช้เป็นสารละลายนิโคตินหมู่ที่ 2  
ที่จะแยกวิเคราะห์

หมู่ที่ 3 เตรียมสารละลายนิโคตินให้มีความเข้มข้น 0.2 M. ใน  $\text{HNO}_3$  3M.  
สำหรับใช้เป็นมาตรฐานบอกราชนิโคติน กังนี้



และเตรียมสารละลายนิโคตินให้มีความเข้มข้นเท่าเดิมโดยใช้ตัวทำละลายเดิม  
เพื่อให้  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$  ผสมกันใช้เป็นสารละลายนิโคตินหมู่ที่ 3 ที่จะ  
แยกวิเคราะห์

หมู่ที่ 4 เตรียมสารละลายนิโคตินให้มีความเข้มข้น 0.2 M. ใน  $\text{HNO}_3$  3 M.  
สำหรับใช้เป็นมาตรฐานบอกราชนิโคติน กังนี้



และเตรียมสารละลายน้ำของเกลือหั้งสามชนิดนี้ให้มีความเข้มข้นเท่าเดิมโดยใช้ตัวทำละลายเดิมเพื่อให้มี  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Sr}^{+2}$ ,  $\text{Ba}^{+2}$  ผสมกันใช้เป็นสารละลายน้ำอ่อนหมูที่ 4 ที่จะแยกวิเคราะห์

หมูที่ 5 เตรียมสารละลายน้ำอ่อนให้มีความเข้มข้น 0.2 M. ใน  $\text{HNO}_3$  3 M. สำหรับใช้เป็นมาตรฐานออกซินิคิอ่อน ดังนี้

สารละลายน้ำ  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  เป็นมาตรฐานของ  $\text{Mg}^{+2}$

สารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COONa}$  เป็นมาตรฐานของ  $\text{Na}^+$

สารละลายน้ำ  $\text{CH}_3\text{COOK}$  เป็นมาตรฐานของ  $\text{K}^+$

และเตรียมสารละลายน้ำของเกลือหั้งสามชนิดนี้ให้มีความเข้มข้นเท่าเดิมโดยใช้ตัวทำละลายเดิมเพื่อให้มี  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ผสมกันใช้เป็นสารละลายน้ำอ่อนหมูที่ 5 ที่จะแยกวิเคราะห์

### การทำสเปรี้ยสีน้ำเงิน

ตัดกระดาษกรอง Whatman No. 3 เป็นแผ่นขนาด  $2 \times 4\text{cm}$ . ใช้เป็นสเปรี้ยสีน้ำเงินเดียว

### วิธีทดลองแยกวิเคราะห์ Inorganic cations

ใช้คิโนต์คำชีค เสน่ห์ทรงช้างบันແນนกราชการองที่ใช้เป็นสเปรี้ยสีน้ำเงินเดียวทางป้ายห้างหนึ่ง ห้างจากปลายสุดของกระดาษประมาณ 3 ซม. เพื่อเป็นเครื่องหมายบอกจุดตั้งศูนย์ของอิโอดินที่เคลื่อนที่ แยกเขียนร่องอิโอดินที่จะป้ายลงบนกระดาษกรองແเน้นไว้ควร แคบแข็งในอิเล็กโทรไลท์นานหนึ่งนาที นำเข้ามายางบันกระดาษແเน้นร่องแล้วชับสารละลายน้ำเด็กกินพอดอกโดยใช้กระดาษชับลีขาร์ทบัญชีที่บัญชีลงบนແเนนกระดาษกรองที่เป็นสารละลายน้ำ ใช้แห้งแก้วกลมกลึงใบปืนกระดาษชับนั้นเพื่อให้เกิดแรงกดบนແเนนกระดาษชับเท่านั้นทุกตำแหน่ง หลังจากนั้นใช้ค่ายตราสมอเบอร์ 30 สีขาวคัดเป็นหอนยางประมาณ 5 เซนติเมตร ชุมสารละลายน้ำอ่อนที่จะใช้เป็นมาตรฐาน

พอกว่ารอบไม่นานหรือน้อยเกินไป (ถ้ามากไปจะทำให้แบบสารที่ป้ายบนกระดาษกรองไม่เป็น Narrow sharp zone แต่ถ้าน้อยไปจะทำให้แบบสารที่เกิดขึ้นขาดเป็นช่วง ๆ ) แต่สำหรับทaben นี่คือกินสอดคำ สารที่คิดเส้นค่ายอยู่จะแพร่ลงไปคิดบนกระดาษกรองเพิ่มก้านก้างของกระดาษไว้ที่เดียวกันที่ป้ายสารที่จะวิเคราะห์ลงบนกระดาษกรอง แต่สำหรับกระดาษกรองหังหมก (ที่ป้ายสารที่ใช้เป็นมาตรฐานและสารที่จะวิเคราะห์) นางานบนแทนสำหรับงานสเก็ตซ์มีเดียมในเช็ดปิกฟาร์เซ็คคายແນนແກງ เปิดสวิตช์ปลดยกะล๊อฟฟ้าเข้าในวงจร ให้อิโอนเหล่านี้เกลื่อนที่ไปบนกระดาษกรอง เมื่ออิโอนต่าง ๆ แต่ละหยุดเกลื่อนที่แบกออกจากรากันสมบูรณ์แล้ว (ทราบได้จากกำหนดเวลาซึ่งໄດ້ทดสอบหาไว้แล้ว จะกล่าวถึงรายละเอียดของการทดสอบในข้อต่อไป) ปิกฟาร์เซ็คสำหรับการกรองออกจากรากันทางบนแทนสำหรับงานกระดาษกรอง ยกให้แห้งและนำมาพันทับด้วย Detecting agent เพื่อให้เกิดสีจะໄດ້เห็นว่าอิโอนเกลื่อนที่ไปเป็นระบบทางเท้าiko รั้กสะททางนี้ໄວ້ เทียบสีและสะททางนี้กับอิโอนมาตรฐาน ถ้าสีเหมือนกันและสะททางที่เกลื่อนที่เทา ก็แสดงว่าอิโอนที่วิเคราะห์เป็นตัวเดียวกับอิโอนมาตรฐานนั้น

#### การทดสอบหาอิเลคโทรไลท์และระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับแยกอิโอนแคตตาลัฟฟุ

นำอิโอนหมูที่จะแยกวิเคราะห์มาทำให้เกลื่อนที่บนกระดาษกรองที่รูบสารละลายน้ำอิเลคโทรไลท์โดยทดสอบกระดาษกรองนั้นไว้ในวงจรของเครื่องอิเลคโทรฟอร์มาติกเช็ด (จัดเรื่องมีอังกูปที่ 9 หน้า 17) หลังจากเวลาผ่านไป 30, 35, 40, 45, . . . 80, 85, 90 นาที แคตตาลัฟฟุเวลาถักกัดความนำกระดาษกรองมาตรฐานทดสอบการแยกอิโอน โดยเอกสารงานห้องวิจัยอิเลคโทรฟอร์แยกน้ำนมก่อนให้แห้งแล้วพันทับด้วย Detecting agent จะทราบว่าอิโอนแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์หรือไม่โดยดูแล้วสีที่เกิดขึ้น แล้วสีที่เกิดขึ้นจะต้องมีจำนวนเท่ากับชนิดของอิโอนที่นำมาแยกและจะต้องมองเห็นว่าแยกจากกันอย่างสมบูรณ์ เช่นสีที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยอิโอน 5 ชนิด ถ้าการแยกเป็นไปอย่างสมบูรณ์จะปรากฏແນสีเป็น 5 ແณ แต่ละແณอยู่เป็นอิสระไม่มีการเคลื่อนย้ายกัน ถ้าผลยังไม่เป็นที่พอดีก็ต้องเปลี่ยนความเข้มข้นใหม่หรืออาจต้องเปลี่ยนชนิดของอิเลคโทรไลท์ใหม่ แล้วใช้วิธีเดิมทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการแยกท่อไปอีกจนกว่าอิโอนแคตตาลัฟฟุจะแยกออกจากกันโดยอย่างสมบูรณ์ซึ่งบุคคลกรองให้ บันทึกเวลาไว้และทำการทดสอบกับ

วิธีการทดสอบและแสดงไว้ในตารางที่ 24, 25, 26, 27, 31, 32.

### การทดสอบหา Detecting agent

การทดสอบหา Detecting agent ที่เหมาะสม ทำโดยการนำวิเดกโตรไฟร้อนของอิโอนแทตัลัมที่แยกความไวไฟฟ้าเริบร้อนแล้วมาแพนทับวิเคราะห์ Detecting agent ที่คาดว่าจะใช้ได้ ด้านปรากฏและสีรักเจนนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เป็นเกิดจากไฟร้อนของอิโอน สารนั้นจะเป็น Detecting agent ได้ หากปรากฏสีเฉพาะบางແรมไม่กราบชนิดของอิโอนก็ใช้ไม่ได้ ทองทดสอบใช้สารอินทร์ไปใหม่ Detecting agent ที่ทดสอบให้ความเหมาะสมกับอิโอนแทตัลัมปรากฏในตารางที่ 32

### ผลการทดสอบ

การทดสอบแยกวิเคราะห์ Inorganic cations โดยอาศัยเทคนิควิเดกโตรไฟร้อน ปรากฏผลดังนี้

ในตารางที่ 1 ประกอบด้วยอิโอน  $Hg^{+2}$ ,  $Bi^{+3}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Cd^{+2}$  และ  $Pb^{+2}$  ในการวิเคราะห์อิโอนนี้ใช้ Formic acid 1% เป็นวิเดกโตรไฟ ใช้เวลา 90 นาที อิโอนจึงแยกออกจากกันได้อย่างสมบูรณ์ ใช้  $Na_2S$  2% ในน้ำเป็น Detecting agent ระหว่างการเคลื่อนที่และสีที่ปรากฏเป็นดังนี้

ตาราง 1 ผลการแยกวิเคราะห์อิโอนที่ 1

ชนิดอิโอน	ระยะเวลาการเคลื่อนที่เป็น ม.ม.	สีที่ปรากฏ
$Hg^{+2}$	$130 \pm 5$	ดำ
$Bi^{+3}$	$175 \pm 5$	น้ำตาล
$Cu^{+2}$	$280 \pm 5$	น้ำตาลอมเขียว
$Cd^{+2}$	$300 \pm 5$	เหลือง
$Pb^{+2}$	$320 \pm 5$	น้ำตาลใหม่



พยุที่ 2 ประภอบด้วยอ่อน  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Al}^{+3}$  และ  $\text{Cr}^{+3}$  ในการวิเคราะห์อ่อนหมูนี้ใช้ Formic acid 1 % เป็นอิเดคโทรไลท์ ใช้เวลา 60 นาทีจึงแยกชื่อหน้าง ๆ ออกจากกันโดยบางสมญะ การตรวจหาคำแหงสารใช้พนควายสาย Alizarin red ที่อ่อนตัวใน Ethanol 95 % แล้วพนทับด้วย Ammonium hydroxide เพื่อให้เกิดสีอย่างสมญะ หลังจากนั้นพนทับ Boric acid อ่อนตัวอีกครั้งหนึ่งเพื่อกำจัดสีม่วงส่วนที่ไม่ใช่คำแหงของอ่อนให้หายไป กระบวนการเดือนที่และสีที่ปรากฏเป็นดังนี้

### ตาราง 2 ผลการแยกวิเคราะห์อ่อนหมูที่ 2

ชนิดอ่อน	กระบวนการเดือนที่เป็น ม.ม.	สีที่ปรากฏ
$\text{Fe}^{+3}$	170 $\pm$ 10	ม่วง
$\text{Al}^{+3}$	230 $\pm$ 10	แดง
$\text{Cr}^{+3}$	250 $\pm$ 10	ม่วง

พยุที่ 3 ประภอบด้วยอ่อน  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$  และ  $\text{Mn}^{+2}$  ในการวิเคราะห์อ่อนหมูนี้ใช้ Ammonium carbonate 0.5 % เป็นอิเดคโทรไลท์ ใช้เวลา 60 นาทีจึงสามารถแยกอ่อนหน้าง ๆ ออกจากกันโดยบางสมญะ การตรวจหาคำแหงสารใช้พนควายสาย Alizarin red ที่อ่อนตัวใน Ethanol 95 % แล้วพนทับด้วย Ammonium hydroxide เพื่อให้เกิดสีอย่างสมญะ หลังจากนั้นพนทับ Boric acid อ่อนตัวอีกครั้งหนึ่งเพื่อกำจัดสีม่วงส่วนที่ไม่ใช่คำแหงของอ่อนให้หายไปเช่นเดียวกับพยุที่สอง กระบวนการเดือนที่และสีที่ปรากฏเป็นดังนี้

ตาราง 3 ผลการแยกวิเคราะห์อิโอนหมู่ที่ 3

ชนิคิอิโอน	กระบวนการเคลื่อนที่เป็น ม.ม.	สีที่ปรากฏ
Zn <sup>+2</sup>	10 ± 10	น้ำเงิน
Co <sup>+2</sup>	115 ± 10	น้ำเงิน
Ni <sup>+2</sup>	150 ± 10	น้ำเงิน
Mn <sup>+2</sup>	190 ± 10	น้ำเงิน

หมู่ที่ 4 ประกอบด้วย Ca<sup>+2</sup>, Sr<sup>+2</sup> และ Ba<sup>+2</sup> ในการวิเคราะห์ อิโอนหมู่นี้ใช้ Formic acid 1 % เม็ดอิเดโคไตริต ไว้เวลา 60 นาที จึงแยกอิโอนทาง ๆ ออกจากกันโดยบางสมบูรณ์ การตรวจหาทำแท้งสารใช้พนักงานสารละลาย 8 - Hydroxy quinoline ขึ้นตัวใน Ethanol 95 % และพนับควย Ammonium hydroxide เพื่อให้เกิด สีของสมบูรณ์ เนื่องจากสีที่ปรากฏเหลืองอาจมองเห็นไม่ชัดเจนจึงสองครั้งแล้วครั้งนี้ เพื่อให้สีที่ได้ร่วงแสงขึ้น กระบวนการเคลื่อนที่และสีที่ปรากฏเป็นดังนี้

ตาราง 4 ผลการแยกวิเคราะห์อิโอนหมู่ที่ 4

ชนิคิอิโอน	กระบวนการเคลื่อนที่เป็น ม.ม.	สีที่ปรากฏ
Ca <sup>+2</sup>	205 ± 10	เหลืองเรืองแสง
Sr <sup>+2</sup>	230 ± 10	เหลืองปนขาวเรืองแสง
Ba <sup>+2</sup>	240 ± 10	เหลืองปนเขียว เรืองแสง

หมู่ที่ 5 ประกอบด้วยอิโอน  $Mg^{+2}$ ,  $Na^+$  และ  $K^+$  ในการวิเคราะห์ อิโอนหมู่นี้ใช้ Ammonium carbonate 0.5% เป็นอิเกตไตรไลท์ ใช้เวลา 45 นาที จึงสามารถแยกอิโอนทาง ๆ ออกจากกันโดยบางสมบูรณ์ การตรวจหาทำแนงสสารใช้พิษสารคลาย Bromothymol blue 2% และเพนท์บอร์ด Ammonium hydroxide เพื่อให้เกิดอย่างสมบูรณ์ ระหว่างการเคลื่อนที่และลีฟีปราภูมิเป็นตั้งนี้

#### ตาราง 5 ผลการแยกวิเคราะห์อิโอนหมู่ที่ 5

ชนิค อิโอน	ระบบทางการเคลื่อนที่เป็น ม.ม.	ลีฟีปราภูมิ
$K^+$	220 ± 10	ลีฟ่า
$Na^+$	270 ± 10	ลีฟ่า
$Mg^{+2}$	300 ± 10	ลีฟ่า