

บทที่ ๓

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย



๓.๑ อุปกรณ์และเคมีภัณฑ์ที่ใช้ในการวิจัย

๓.๑.๑ สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณซีเซียม-๑๓๗ (๑๔, ๑๕, ๑๖)

๓.๑.๑. ก. เครื่องมือในการทดลอง

เครื่องเหวี่ยง (centrifuge) รูปที่ ๓.๑-c

Vacuum pump รูปที่ ๓.๑-b

เบ้านิกเกิล (Nickel crucible) ขนาด ๑๕๐ ลบ.ซม.

Magnetic stirrers with Teflon coated magnet bars

Ion-exchange column รูปที่ ๓.๑-a

Millipore filter รูปที่ ๓.๑-b

จานอะลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๒ มม.

กระดาษกรองใยแก้ว (glass fiber filter paper)

๓.๑.๑. ข. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารละลายซีเซียมแคเรียเจอร์ (Cs-carrier) ซึ่งมีความเข้มข้น

ของซีเซียม ๒๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เตรียมโดยละลายซีเซียมไนเตรด (CsNO_3)

๒.๙๓ กรัมด้วยน้ำ ๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร

อัมโมเนียมฟอสฟอโมลิบเดต (ammonium phosphomolybdate-AMP) (๒๑) เตรียมโดยละลายอัมโมเนียมโมลิบเดต (ammoniummolybdate) ๑๐ กรัมด้วยอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์แล้วเติม ๑๐% กรดไนตริกที่มีปริมาณเท่ากันแล้วเตรียมกรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) เจือจางด้วยอัตราส่วน ๑:๑ (ฟอสฟอริก:น้ำ) นำไปต้มจากนั้นนำสารละลายทั้งสองผสมกันด้วยปริมาตรเท่ากันจะได้ตะกอนสีเหลืองของอัมโมเนียมฟอสฟอโมลิบเดต (AMP) ล้างตะกอนด้วยน้ำและนำไปอบให้แห้งเก็บไว้ใช้

สารละลายผสมอัลกอฮอล์: กรด ด้วยอัตราส่วน ๑:๑
เตรียมจากเอธานอลบริสุทธิ์ (absolute ethanol): กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl_{conc.})

สารละลายกรดคลอโรสแตนนิก ๑๐% เตรียมโดยชั่ง ๑๐ กรัมของทิน (IV) คลอไรด์เพนตะไฮเดรต ($\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ละลายใน ๑๐๐ ลบ.ซม. ของสารละลายผสมอัลกอฮอล์: กรด

Dowex-50 column: การเตรียมคอลัมน์ (column)
ใช้ cation exchange resin Dowex 50-X8 ขนาด ๒๐-๔๐ mesh ในรูปของโซเดียม
นำ cation resin ใส่ในคอลัมน์ ($\phi = ๑$ ซม.) ให้อายุประมาณ ๑๕-๒๐ ซม.
ตามรูปที่ ๓.๑-a จากนั้นล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่นทำคอลัมน์ให้อยู่ในรูปของอัมโมเนียมโดยผ่าน
๕:๕๐ ของอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น: น้ำ ด้วยอัตราการหยด ๑-๒ ลบ.ซม. ต่อนาที
คอลัมน์ที่ใช้แล้วนำมาใช้ได้อีกโดยการทำคอลัมน์ให้อยู่ในรูปของอัมโมเนียม

๓.๑.๒ สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสตรอนเชียม-๙๐ (๑๔, ๑๕, ๑๗)

๓.๑.๒. ก. เครื่องมือในการทดลอง

Millipore filter รูปที่ ๓.๑-b

Vacuum pump รูปที่ ๓.๑-b

เครื่องเหวี่ยง รูปที่ ๓.๑-c

เบ้านิกเกิล ขนาด ๑๕๐ ลบ.ซม.

จานอะลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๒ มม.

กระดาษกรองใยแก้ว

๓.๑.๒. ข. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สตรอนเชียมแคเรียเจอร์ (Sr-carrier) ซึ่งมีความเข้มข้นของสตรอนเชียม ๒๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เตรียมโดยละลายสตรอนเชียมไนเตรต $[\text{Sr}(\text{NO}_3)_2]$ ๔.๘๓ กรัมด้วยน้ำ ๑๐๐ ลบ.ซม.

อิตเทรียมแคเรียเจอร์ (Y-carrier) ซึ่งมีความเข้มข้นของอิตเทรียม ๕ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เตรียมโดยละลายอิตเทรียมไนเตรตเฮกซะไฮเดรต $[\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ ๒.๑๕ กรัมละลายในน้ำ ๑๐๐ ลบ.ซม.

แบเรียมแคเรียเจอร์ (Ba-carrier) ซึ่งมีความเข้มข้นของแบเรียม ๑๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เตรียมโดยละลายแบเรียมไนเตรต $[\text{Ba}(\text{NO}_3)_2]$ ๑.๙๐ กรัมด้วยน้ำ ๑๐๐ ลบ.ซม.

ฟิวชันมิกซ์เจอร์ (fusion mixture) เป็นสารผสมเตรียมโดยผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นเม็ด ๕ ส่วนบดละเอียด โซเดียมไนเตรต

(NaNO_3) เป็นเกล็ดเล็กๆ ๑ ส่วนบดละเอียดและโซเดียมคาร์บอเนตแอนไฮดรัส (Na_2CO_3 anhydrous) ๑ ส่วนคลุกให้เข้ากัน

กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3 conc.)

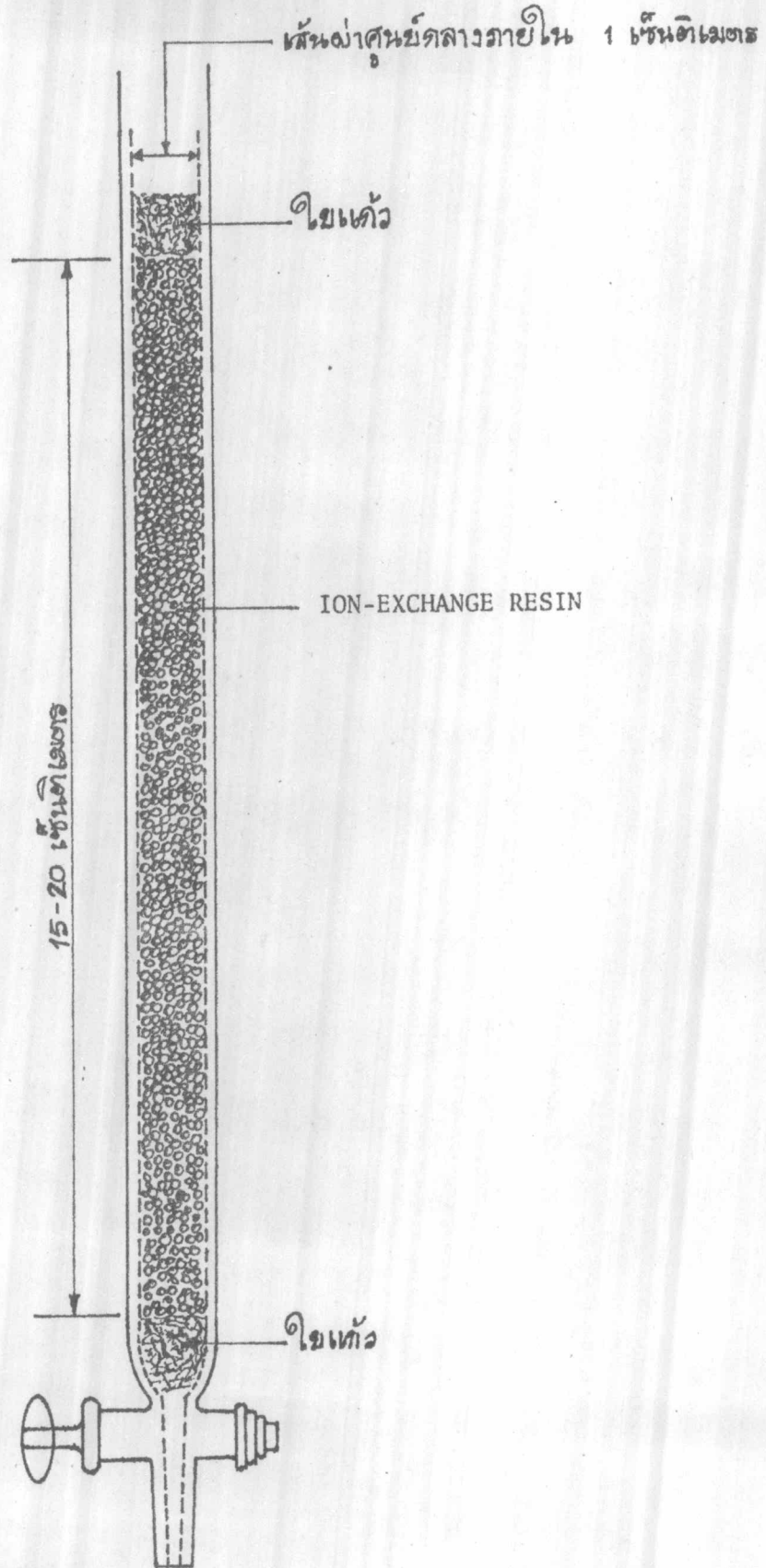
สารละลายโซเดียมโครเมต ๕% (sodium chromate solution)
ละลายโซเดียมโครเมต ๕ กรัมด้วยน้ำ ๑๐๐ ลบ.ซม.

สารละลายอิ่มตัวโซเดียมคาร์บอเนต (saturated sodium carbonate solution)

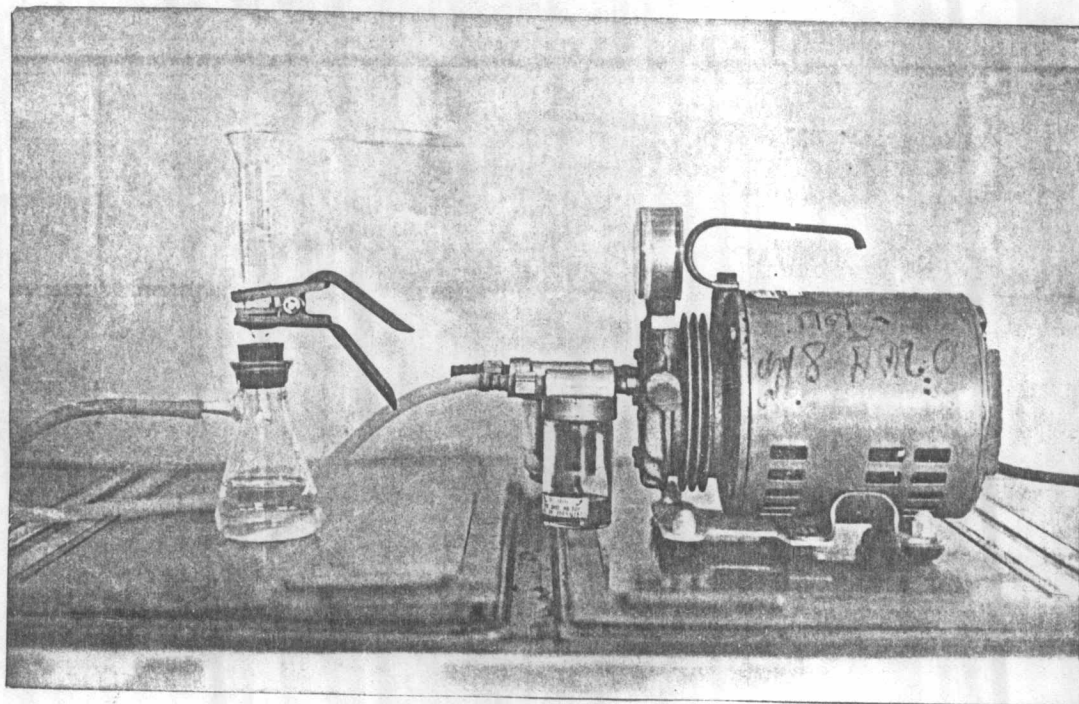
สารละลายเจือจางกรดอะซิติก (dilute acetic acid solution)

สารละลายเหล็ก (III) คลอไรด์ ซึ่งมีความเข้มข้นของเหล็ก ๕ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เตรียมโดยละลายเหล็ก (III) คลอไรด์ (FeCl_3) ๑.๕๕ กรัมด้วยน้ำ ๑๐๐ ลบ.ซม.

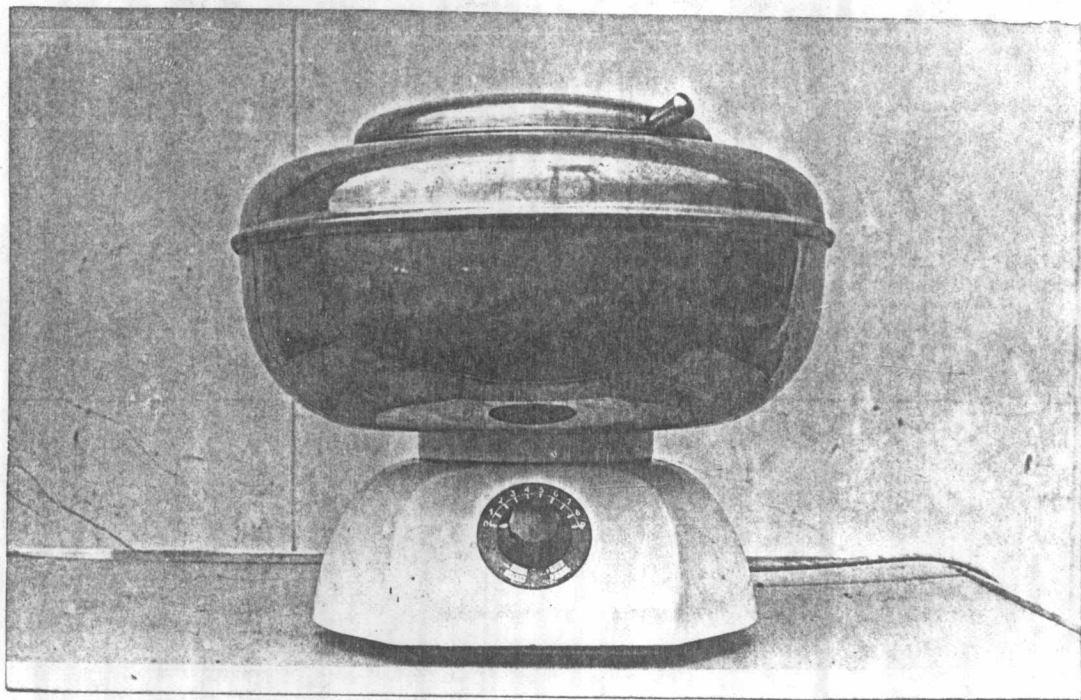
สารละลายอิ่มตัวกรดออกซาลิก (saturated oxalic acid solution)



รูปที่ (3.1-a) ION-EXCHANGE COLUMN



ചിത്രം ൧- b Millipore filter and



รูปที่ ๓.๑-๘ เครื่องหุงข้าว

๓.๒ การเตรียมตัวอย่าง (sample preparation)

๓.๒.๑ ตัวอย่างน้ำจืด น้ำทะเล เก็บไว้ในถังโพลีทีน (poly-tene) ขนาด ๕ ลิตร

๓.๒.๒ ตัวอย่างดิน นำดินมาซึ่งน้ำหนักนำไปอบในเตาอบ ๔๕๐-๕๐๐ องศาเซลเซียส จากนั้นซึ่งน้ำหนักแห้งหาเปอร์เซ็นต์แห้ง (% dry) โดยที่

$$\text{เปอร์เซ็นต์แห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times ๑๐๐$$

สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์แห้งของตัวอย่างดินที่เก็บจากรอบบริเวณที่จะตั้งโรงไฟฟ้าปริมาณได้แสดงไว้ในตารางที่ ๓.๒-a

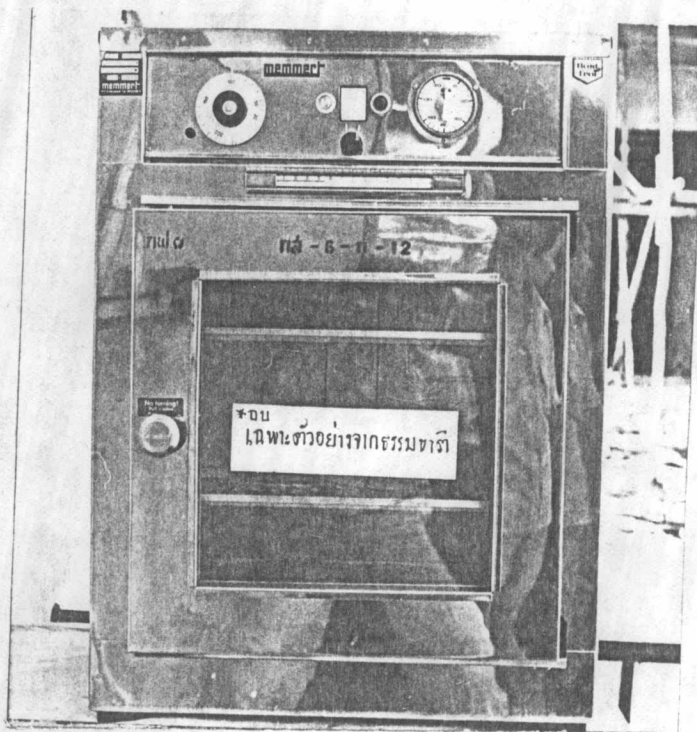
๓.๒.๓ ตัวอย่างผัก นำผักชนิดต่างๆ ประมาณ ๒-๕ กิโลกรัมล้างและซึ่งน้ำหนักสดหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปอบให้แห้งที่ ๑๑๐ องศาเซลเซียสในเตาอบ (รูปที่ ๓.๒-a) ซึ่งน้ำหนักแห้งนำไปเผาที่ ๔๕๐-๕๐๐ องศาเซลเซียสด้วยเตาเผา (รูปที่ ๓.๒-b) จนได้ถ่านซึ่งน้ำหนักถ่านที่ได้เก็บในขวดโพลีทีนหาเปอร์เซ็นต์ถ่าน โดยที่

$$\text{เปอร์เซ็นต์ถ่าน} = \frac{\text{น้ำหนักถ่าน}}{\text{น้ำหนักสด}} \times ๑๐๐$$

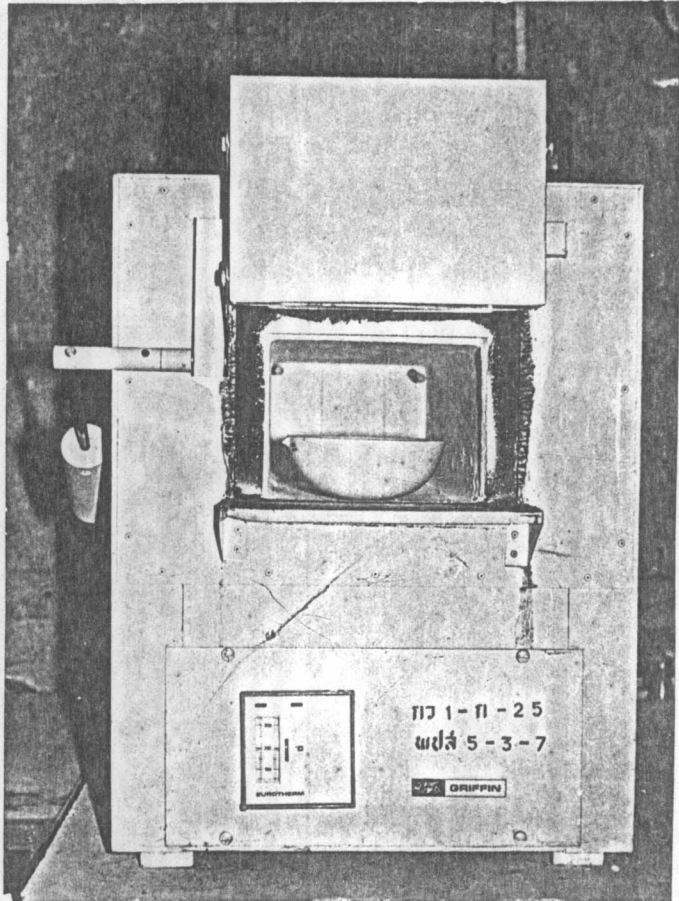
สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์ถ่านของตัวอย่างผักที่เก็บจากรอบบริเวณที่จะตั้งโรงไฟฟ้าปริมาณได้แสดงไว้ในตารางที่ ๓.๒-b

๓.๒.๔ ตัวอย่างปลา กุ้ง หอย นำตัวอย่างมาล้างและแล่เอาเฉพาะส่วนที่ใช้รับประทานซึ่งน้ำหนักสดนำไปอบให้แห้งที่ ๑๑๐ องศาเซลเซียสซึ่งน้ำหนักแห้งนำไปเผาที่

๔๕๐-๕๐๐ องศาเซลเซียสจนได้แก้วและเก็บในขวดโพลีทีน ทาเปอร์เซนต์แก้วเหมือน
ข้อ ๓.๒.๓ ซึ่งค่าเปอร์เซนต์แก้วของตัวอย่างปลา กุ้ง หอย ที่ได้จากบริเวณอ่าวใต้
หน้าสถานที่ที่จะตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณูได้แสดงไว้ในตารางที่ ๓.๒-๐



รูปที่ ๓.๒-๕ เตาอบ



รูปที่ ๓.๒-๖ เตาเผา

ตารางที่ ๓.๒-๑

แสดงค่าเปอร์เซ็นต์แห้งของดินที่เก็บจากรอบบริเวณที่จะตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณู

ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างดิน*	เปอร์เซ็นต์แห้ง %
เก็บตัวอย่างเดือนตุลาคม ๒๕๒๐	
A-2	94.72
B-6	91.48
B-7	87.74
B-15	91.12
B-16	95.85
C-2	94.29
D-8	92.62
D-9	92.13
D-10	90.83
D-11	87.79
D-15	98.82

* ตำแหน่งต่างๆ ที่อ้างถึง อยู่ในภาคผนวก ๑

ตารางที่ ๓.๒-๖

แสดงค่าเปอร์เซ็นต์เถาและน้ำของตัวอย่างฝักที่เก็บจากรอบบริเวณที่จะตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณู

ชนิดและตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์น้ำ	เปอร์เซ็นต์เถา
เก็บเดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๒๑		
ฝักกาดหอม อ่าเภอศรีราชา	๙๖.๐๓	๐.๕๗
ฝักกาดขาว อ่าเภอศรีราชา	๙๖.๙๑	๐.๓๙
ฝักกวาดตุง อ่าเภอศรีราชา	๙๗.๑๗	๐.๘๑
ฝักคะน้า อ่าเภอศรีราชา	๙๕.๐๐	๐.๙๗
ฝักบุ้ง อ่าเภอศรีราชา	๙๔.๗๐	๑.๑๕
ฝักคื่นไช้ อ่าเภอศรีราชา	๙๖.๖๗	๑.๐๕
ถั่วฝักยาว อ่าเภอศรีราชา	๙๑.๒๖	๐.๗๗
มันสำปะหลัง D- 8	๖๐.๖๗	๐.๙๕
มันสำปะหลัง D- 9	๖๙.๑๒	๐.๕๒
มันสำปะหลัง B-15	๕๖.๖๒	๐.๘๔
อ้อย D- 8	๔๗.๖๙	๐.๔๐
เก็บเดือนธันวาคม ๒๕๒๑		
ฝักคะน้า อ่าเภอศรีราชา	๙๕.๑๐	๑.๒๒
ฝักบุ้ง อ่าเภอศรีราชา	๙๔.๕๐	๑.๑๗
ถั่วฝักยาว อ่าเภอศรีราชา	๙๑.๑๐	๐.๗๓

ตารางที่ ๓.๒-๘

แสดงค่าเปอร์เซ็นต์เก่าและน้ำของปลา กุ้ง หอย ที่เก็บจากบริเวณที่จะตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณู

ชนิดและตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์น้ำ	เปอร์เซ็นต์เก่า
เก็บเดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๒๑		
หอยนางรม D-4	๘๓.๓๗	๐.๙๕
หอยแมลงภู่ A-1	๘๒.๒๗	๑.๒๗
กุ้งขยะ A-1	๘๓.๖๒	๑.๕๕
ปลาหมึกกล้วย A-1	๘๑.๗๑	๑.๒๔
ปลาข้างเหลือง A-1	๗๔.๓๑	๑.๘๖
ปลานวลจันทร์ A-1	๗๙.๓๔	๑.๕๘
ปลาสีขนนิ่ม A-1	๗๙.๖๔	๒.๓๙
ปลาดาบขาว A-1	๘๔.๙๘	๑.๕๕
ปลาแบน A-1	๘๔.๕๖	๑.๒๐
เก็บ เดือนธันวาคม ๒๕๒๑		
ปลาข้างเหลือง A-1	๗๔.๒๐	๑.๕๐

๓.๓ การทำมาตรฐานสารละลายตัวแครีเออร์

ซีเซียมแครีเออร์

ชุกซีเซียมแครีเออร์ ๑ ลบ.ซม. ตกตะกอนโดยตรงกับสารละลายกรดคลอโรสแตนนิก ได้น้ำหนักตะกอนซีเซียมคลอโรสแตนเนต (Cs_2SnCl_6) สมมติหนัก X_{Cs} กรัมเพื่อนำไปหา รีควอร์ยิลด์ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบน้ำหนักตะกอนของซีเซียมคลอโรสแตนเนตที่ได้จากตัวอย่างหนัก W_{Cs} กรัมกับน้ำหนักตะกอนซีเซียมคลอโรสแตนเนตที่ได้จากการตกตะกอนโดยตรง

$$\text{รีควอร์ยิลด์ของซีเซียม} = \frac{W_{\text{Cs}}}{X_{\text{Cs}}} \times 100 = \text{C}\%$$

สทรอนเซียมแครีเออร์

ชุกสทรอนเซียมแครีเออร์ ๑ ลบ.ซม. ไปตกตะกอนโดยตรงกับสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตได้ตะกอนของสทรอนเซียมคาร์บอเนตสมมติหนัก X_{Sr} กรัม ตะกอนของสทรอนเซียมคาร์บอเนต จากตัวอย่างหนัก W_{Sr} กรัม

$$\text{รีควอร์ยิลด์ของสทรอนเซียม} = \frac{W_{\text{Sr}}}{X_{\text{Sr}}} \times 100 = \text{Sr}\%$$

อิตเทรียมแครีเออร์

ชุกอิตเทรียมแครีเออร์ ๑ ลบ.ซม. นำไปตกตะกอนโดยตรงกับสารละลายอิมตัวกรดออกซาลิกได้ตะกอนอิตเทรียมออกซาลेट สมมติหนัก X_{Y} กรัมตะกอนของอิตเทรียมออกซาลेटจากตัวอย่างหนัก W_{Y} กรัม

$$\text{รีควอร์ยิลด์ของอิตเทรียม} = \frac{W_{\text{Y}}}{X_{\text{Y}}} \times 100 = \text{Y}\%$$

๓.๔ วิธีการ

๓.๔.๑ ตัวอย่างเป็นน้ำ

๑. นำตัวอย่างน้ำที่เตรียมไว้ตามข้อ ๓.๒ มา ๕ ลิตรเติมกรดไนตริกเข้มข้น ๑๕ ลบ.ซม. แล้วเติมซีเซียมแครีเออร์ สทรอนเซียมแครีเออร์และแบเรียมแครีเออร์อย่างละ ๑ ลบ.ซม.

๒. เติม AMP ๐.๕ กรัมคนอย่างน้อยครึ่งชั่วโมงแล้วตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนเพื่อให้ตะกอนนอนกัน

๓. แยกน้ำใสข้างบนเก็บไว้เพื่อทำการแยกสทรอนเซียมส่วนตะกอนสีเหลือง AMP นำไปเหยียงให้ตกตะกอนจากนั้นล้างตะกอนด้วยน้ำ ตะกอน AMP สีเหลืองที่ได้นำไปแยกซีเซียมตามวิธีการข้อ ๓.๔.๓ ส่วนน้ำล้างตะกอนนำไปรวมกับน้ำใสที่แยกออกก่อนแล้ว

๔. นำส่วนที่เป็นน้ำมาเติมอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์จนเป็นด่าง มี pH ประมาณ ๘-๙ เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตให้ตะกอนสีขาวของสทรอนเซียมคาร์บอเนตและตัวอื่นๆ ตกรวมมาด้วยคนทิ้งไว้ข้ามคืน

๕. แยกเอาตะกอนจากข้อ ๔ มาละลายด้วยกรดไนตริกเข้มข้นจากนั้นนำไปทำตามวิธีแยกสทรอนเซียมข้อ ๓.๔.๔

๓.๔.๒ ตัวอย่างที่เป็นถ้ำ

๑. นำถ้ำที่เตรียมไว้ตามข้อ ๓.๒ หนัก ๓-๕ กรัมใส่ในเบ้านิกเกิล แล้วเติมซีเซียมแครีเออร์ สทรอนเซียมแครีเออร์และแบเรียมแครีเออร์อย่างละ ๑ ลบ.ซม. นำไปทำให้แห้งด้วยแสงอินฟราเรด (infrared lamp)

๒. เติมฟิวชันมิกซ์เจอร์ ๕ เท่าของน้ำหนักแก้วแล้วนำไปเผาจนหลอม
เป็นน้ำหมด

๓. เผาต่ออีกประมาณ ๑๕ นาที จากนั้นจุ่มเบ้า निकเกลลงในน้ำเย็นทันที
ตัวอย่างที่หลอมจะจับตัวแข็งมีลักษณะคล้ายๆ กัม (gum) นำไปต้มจนกัมละลายหมด
เอาเบ้า निकเกลออก

๔. กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ ๔๑ เก็บส่วนที่เป็น
ตะกอนไว้เพื่อแยกหาสทรอนเซียม

๕. นำส่วนที่เป็นน้ำมาเติมกรดไนตริกเข้มข้นเพื่อให้สารละลายเป็นกรด
เติม AMP ๐.๕ กรัมลงไปคนอย่างน้อยครึ่งชั่วโมงตั้งทิ้งไว้ข้ามคืนให้ตะกอนนอนกัน

๖. แยกเอาตะกอน AMP จากข้อ ๕ เพื่อไปหาซีเซียมตามข้อ ๓.๔.๓

๗. ส่วนที่เป็นตะกอนจากข้อ ๕ ละลายตะกอนด้วยกรดไนตริกเข้มข้น
แล้วนำไปทำตามวิธีแยกสทรอนเซียมตามข้อ ๓.๔.๔

๓.๔.๓ วิธีการแยกซีเซียม

๑. นำตะกอน AMP ที่ได้มาละลายด้วยอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์แล้วนำ
ไปเหวี่ยงเพื่อแยกฝุ่นตะกอนที่ไม่ต้องการออกทิ้ง

๒. นำสารละลาย AMP ผ่านคอลัมน์ที่เตรียมไว้แล้วโดยให้อัตราการหยด
๑ ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

๓. ล้าง AMP ออกจากคอลัมน์ด้วยอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ๕:๕๐ ($\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}$)
ด้วยอัตราการหยด ๑-๒ ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

๔. ล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่นจนอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์หมด
๕. ไล่ซีเซียมจากคอลัมน์ด้วย ๕๐ ลบ.ซม. ของ ๑:๑ กรดไฮโดรคลอริก
เข้มข้น:น้ำ ด้วยอัตราการหยด ๑ ลบ.ซม. ต่อเวลาที่ไล่ในบีกเกอร์ขนาด ๑๐๐ ลบ.ซม.
๖. นำไประเหยจนแห้งเติมกรดไนตริกเข้มข้น ๕ ลบ.ซม. ระเหย
จนแห้งอีกเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น ๑ ลบ.ซม. ระเหยจนแห้ง
๗. เฝ้าไล่เกลือของอัมโมเนียมที่เหลืออยู่ให้หมด ทิ้งไว้ให้เย็น
๘. เติม ๕ ลบ.ซม. ของสารละลายผสมอัลกอฮอล์:กรดเพื่อละลาย
ซีเซียมนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ ๕๑ ไล่ในหลอดแก้ว ล้างบีกเกอร์
๒ ครั้งด้วย ๕ลบ.ซม. ของสารละลายผสมอัลกอฮอล์:กรด
๙. นำสารละลายที่กรองแล้วเติม ๒-๓ ลบ.ซม. ของสารละลาย
กรดคลอโรสแตนนิคได้ตะกอนสีขาวของซีเซียมคลอโรสแตนเนต
๑๐. นำไปเหวี่ยงแห้งทิ้งแล้วกรองตะกอนซีเซียมด้วยมิลลิพอร์ ฟิลเตอร์
ไล่ในจานอะลูมิเนียมอบให้แห้งนำไปชั่งและวัดรังสีเบตาด้วยเครื่องวัด Low Background
Anticoincidence G.M. Counter จากนั้นนำไปคำนวณหาความแรงรังสีซีเซียม-๑๓๗

๓.๔.๔ วิธีการแยกสทรอนเซียม

๑. นำสารละลายที่ได้มาระเหยให้แห้งแยกเอาสทรอนเซียมออกมา
ด้วยน้ำกลั่น ๕ ลบ.ซม. ๓ ครั้งรวมน้ำแยกสทรอนเซียมด้วยกัน นำไประเหยจนเกือบแห้ง
เหลือประมาณ ๒-๓ ลบ.ซม. แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้นนำไปแช่ในน้ำแข็งคนจะได้ตะกอน
ของสทรอนเซียมไนเตรตและตัวอื่นๆ นำไปเหวี่ยงและเทน้ำใสข้างบนทิ้งไป

๒. ละลายตะกอนด้วยน้ำ ระเหยให้เกือบแห้งแล้วตกตะกอนด้วยกรดไนตริกเข้มข้นซ้ำอีกครั้งหนึ่ง (เพื่อให้ได้ตะกอนสทรอนเซียมไนเตรตบริสุทธิ์ขึ้น) นำไปเหวี่ยงทิ้งน้ำใสข้างบน

๓. ละลายตะกอนที่ได้ด้วยน้ำเติมกรดอะซิติกเจือจางเติมอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์เพื่อให้ได้ pH 4 ตกตะกอนแบเรียมด้วยโซเดียมโครเมตนำไปเหวี่ยงเก็บเอาส่วนเป็นน้ำไว้ตะกอนทิ้งไป

๔. นำส่วนที่เป็นน้ำมาเติมโซเดียมคาร์บอเนตต้มให้ร้อนจะได้ตะกอนของสทรอนเซียมคาร์บอเนตนำไปเหวี่ยงเทน้ำใสทิ้งเก็บตะกอนไว้

๕. ละลายตะกอนด้วยกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง ($\text{HCl}_{\text{conc.}} : \text{H}_2\text{O} = 1:1$) เติมสารละลายของเหล็ก (III) คลอไรด์ลงไป ๒-๓ หยด เติมอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์จะได้ตะกอนของเหล็ก (III) ไฮดรอกไซด์ $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ ซึ่งจะมีอิตเทรียมปนมาด้วย นำไปเหวี่ยงเก็บน้ำใสไว้ทิ้งตะกอน

๖. นำสารละลายที่ได้เติมโซเดียมคาร์บอเนตต้มให้ร้อนจะได้ตะกอนของสทรอนเซียมคาร์บอเนตนำไปเหวี่ยงกรองตะกอนด้วยมิลลิพอร์ฟิลเตอร์ใส่ในจานอะลูมิเนียมนำไปอบให้แห้งซึ่งน้ำหนักหาคิวเวอรีลด์เก็บไว้อย่างน้อย ๑๕ วันเพื่อให้อิตเทรียมเกิดขึ้นจนถึงสภาวะสมดุล

๓.๔.๕ วิธีการแยกอิตเทรียม

๑. หลังจากเก็บไว้ ๑๕ วันแล้วนำตะกอนสทรอนเซียมคาร์บอเนตมาละลายด้วยกรดไฮโดรคลอริกเจือจางเติมอิตเทรียมแครีเออร์ ๑ ลบ.ซม.

๒. นำสารละลายมาเติมอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์จะได้ตะกอนของ
อิตเทรียมไฮดรอกไซด์นำไปเหวี่ยงเหน็บน้ำใสทิ้งจนเวลาไว้เป็นเวลาเริ่มต้นล้างตะกอนด้วย
น้ำอีกครึ่งหนึ่ง

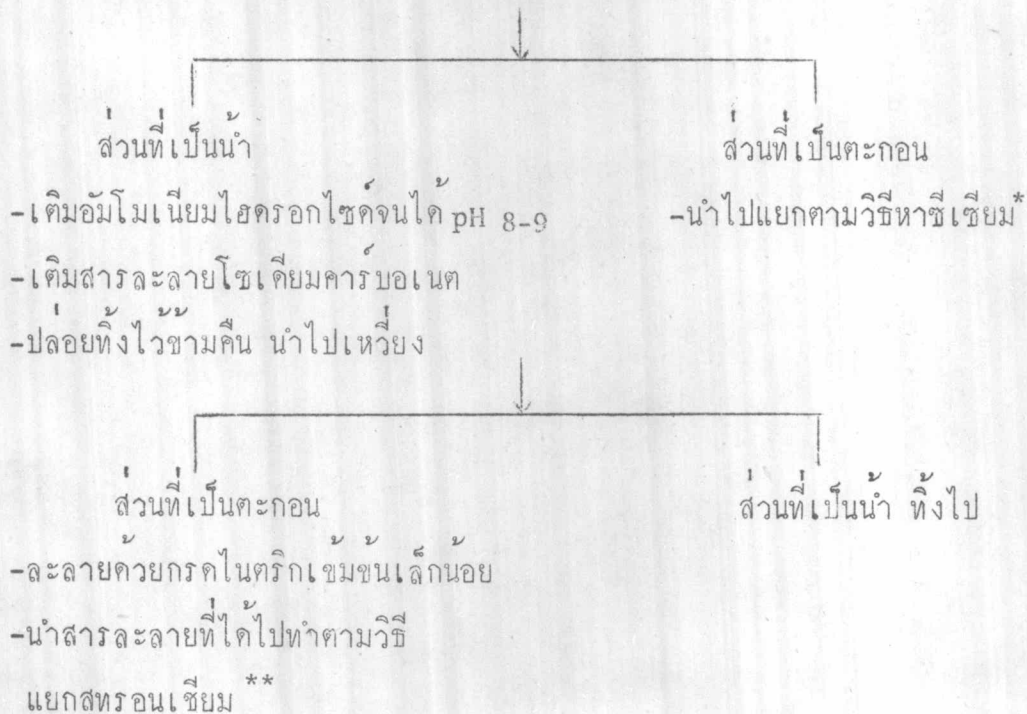
๓. ละลายตะกอนด้วย ๖ M กรดไฮโดรคลอริก ๑ ลบ.ซม. ทำให้
เจือจางเป็น ๕ ลบ.ซม. ด้วยน้ำ ต้มสารละลายให้ร้อนเติมสารละลายอิมิตัวของกรดออกซาลิก
ได้ตะกอนของอิตเทรียมออกซาเลต

๔. นำไปเหวี่ยงกรองตะกอนด้วยมิลลิพอร์ ฟิลเตอร์ใส่จานอะลูมิเนียม
อบให้แห้งซึ่งน้ำหนัก หาสีคอเวอร์ยิลด์แล้ววัดรังสีเบตาจดเวลาเมื่อเริ่มวัดจากค่าจำนวนนับที่
ได้ไปคำนวณหาความแรงรังสีของสทรอนเซียม-๙๐ ได้

สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์ที่กล่าวมาทั้งหมดได้รวบรวมเป็น ไดอะแกรม
ดังแสดงในรูปที่ ๓.๔-a รูปที่ ๓.๔-e

ตัวอย่างน้ำจืด น้ำทะเล ๕ ลิตร

- เติมกรดไนตริกเข้มข้น
- เติมหีเซียม สหอนเซียม แบเรียม แคริเกอร์ ๑ ลบ. ซม.
- เติม ๕๐๐ มิลลิกรัม AMP คน ๓๐ นาที
- ปล่อยให้ไวข้ามคืน นำไปเหวี่ยง



รูปที่ ๓.๔-a แสดงวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เป็นน้ำ

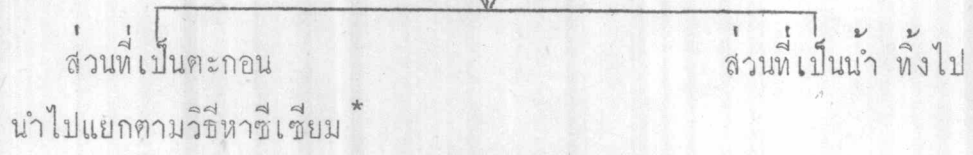
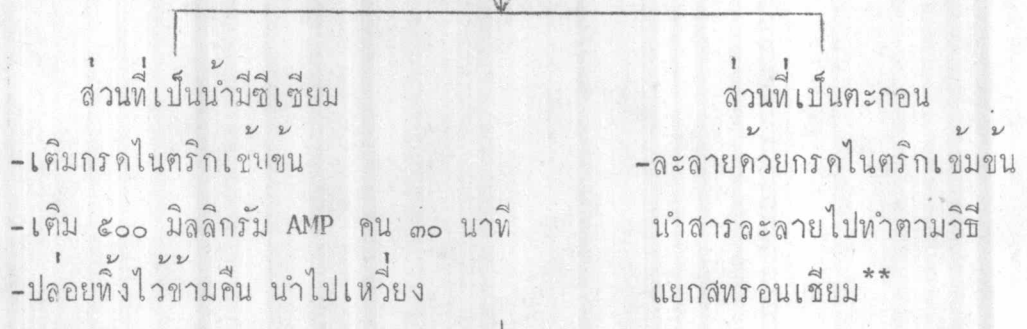
ตัวอย่างเก่า ๓-๕ กรัมใส่ในเบ้าหนักเกิด

- เติมซีเซียม สทรอนเซียม แบริียม แคริเออร์ ๑ ลบ.ซม.
- ทำให้แห้งควยแสงอินฟราเรด
- เติม ๑๕-๒๕ กรัมของฟิวชันมิกซ์เจอร์
- เผาจนหลอมละลายหมด จุ่มลงในน้ำเย็นทันที



จะได้อะไหล่ของสารอนินทรีย์รวมทั้งแคลเซียม
สทรอนเซียม แบริียม และซีเซียม เป็นต้น

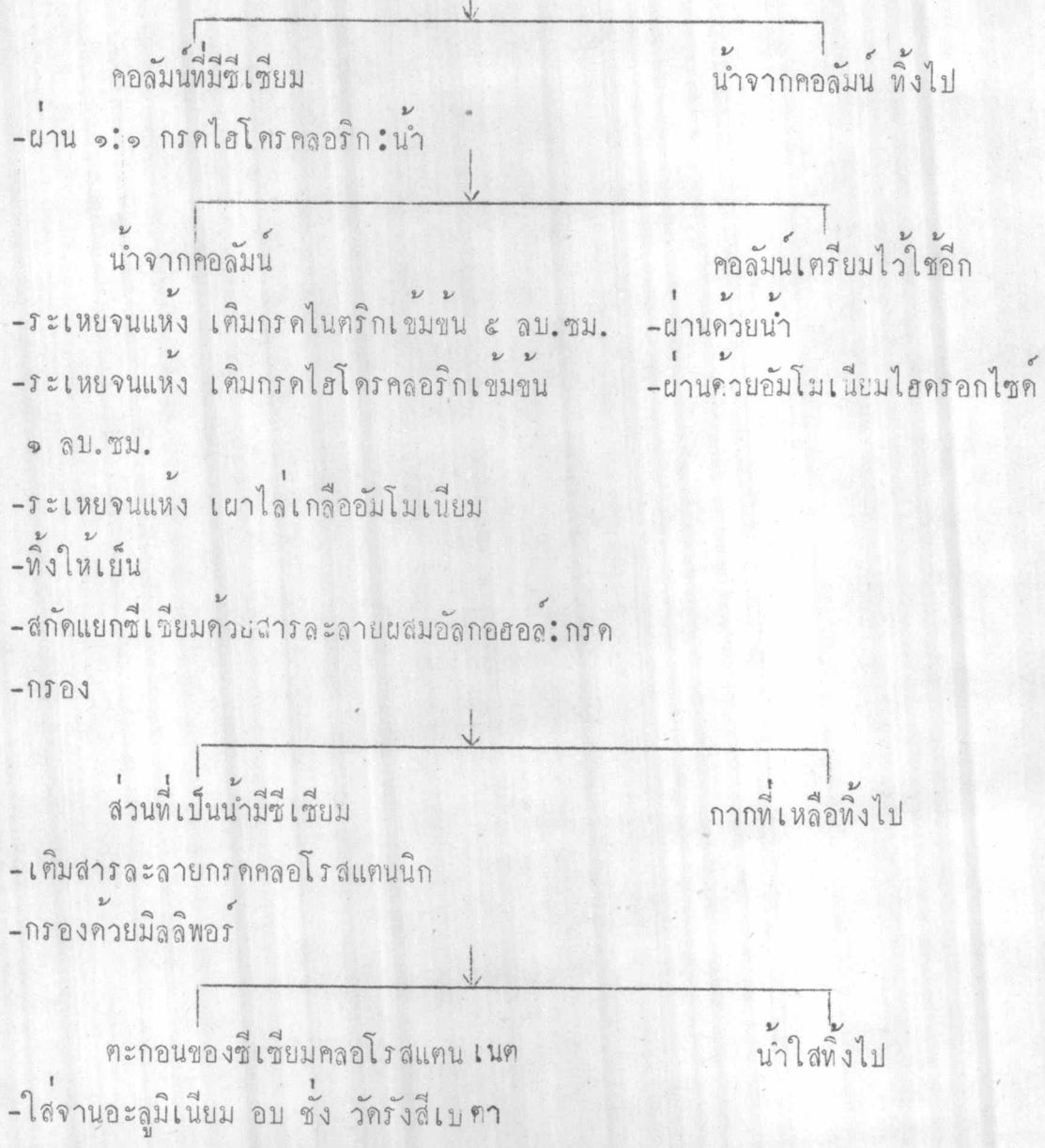
- นำไปต้มจนกัมละลายหมด
- กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ ๕๑



รูปที่ ๓.๔-b แสดงวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เป็นเก่า

* วิธีแยกซีเซียมตะกอน AMP

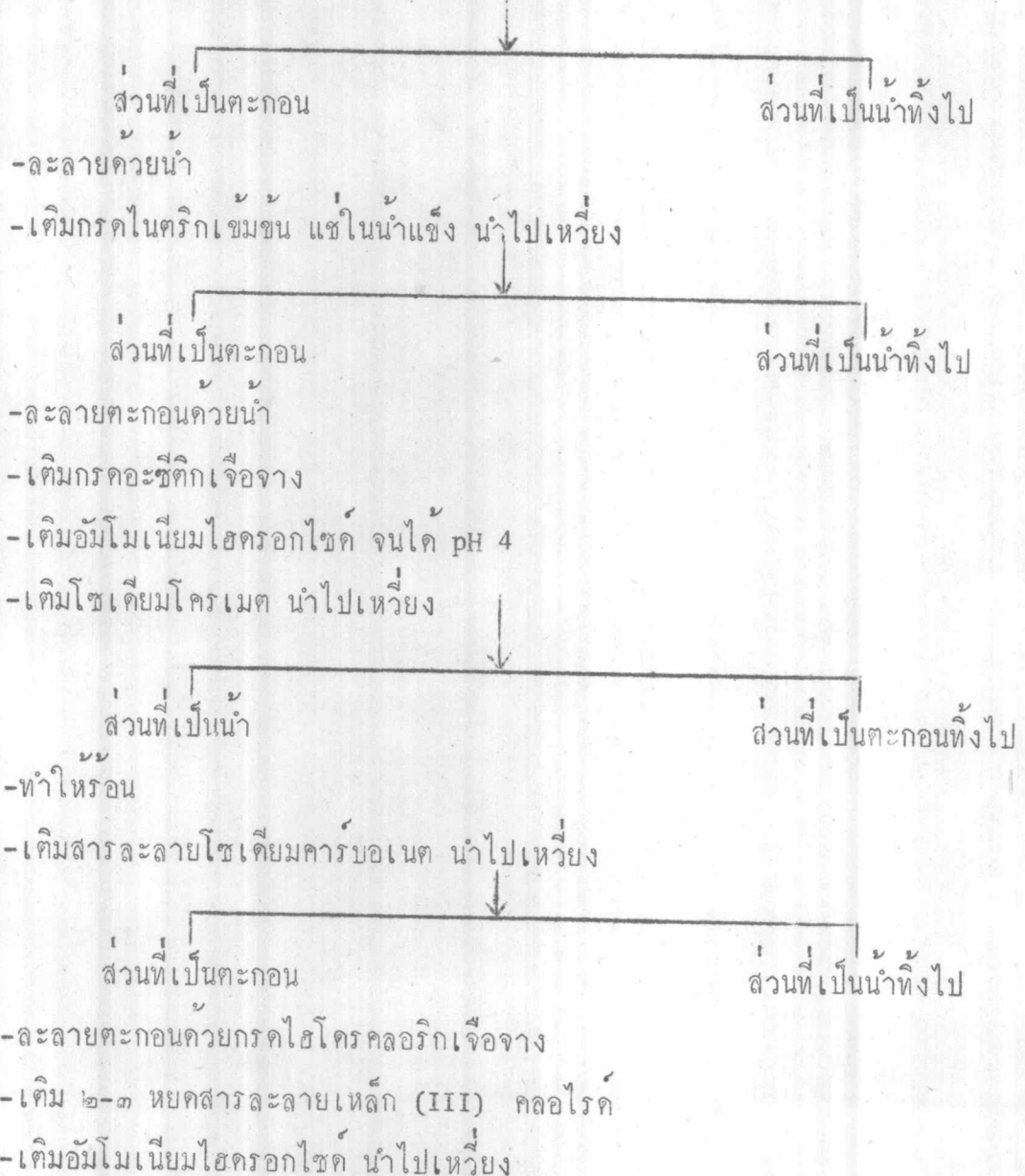
- ละลายตะกอนควยอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์
- นำสารละลายไปผ่านคอลัมน์
- ได้ AMP ควยอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์
- ได้อัมโมเนีย ควยน้ำ

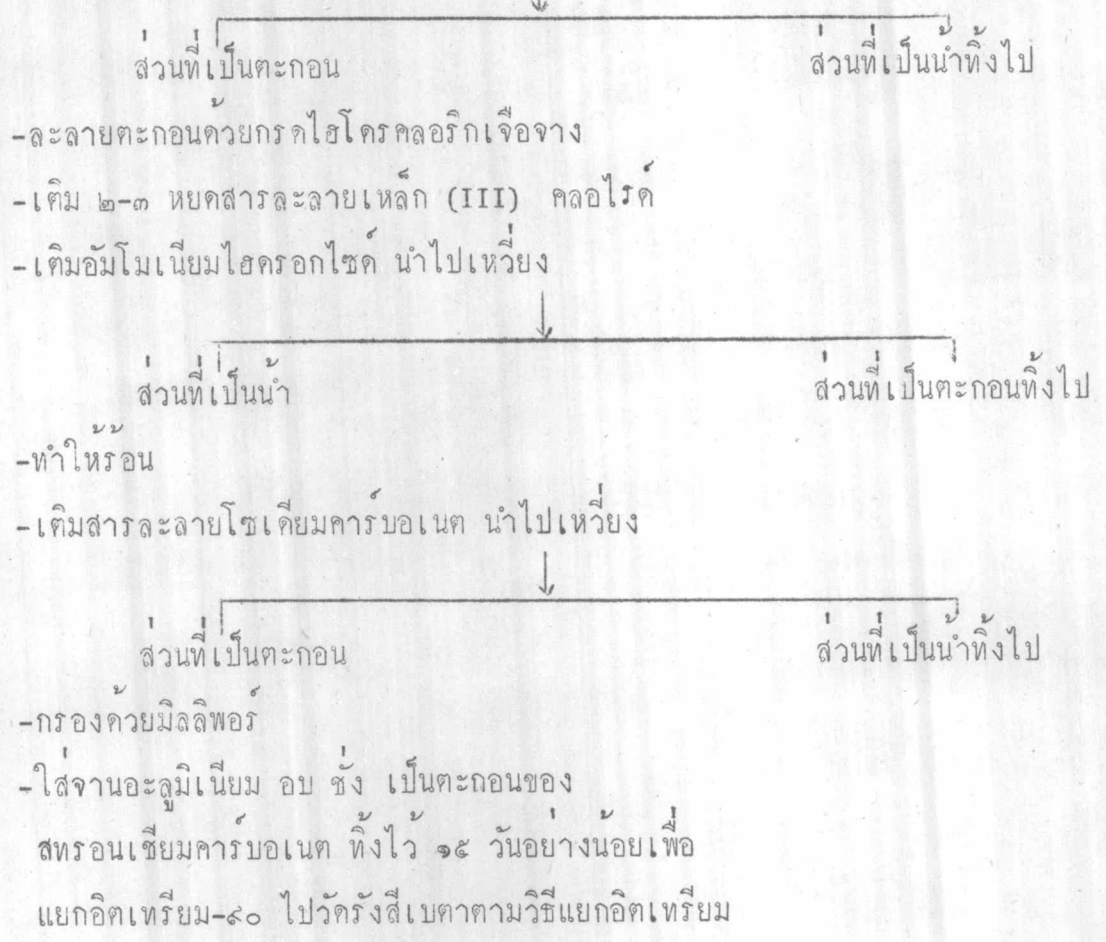


รูปที่ ๓.๔-c แสดงวิธีวิเคราะห์แยกซีเซียม-๑๓๗

**วิธีแยกสทรอนเชื่อมส่วนที่เป็นน้ำ

- ระเหยจนแห้ง สกัดสทรอนเชื่อมควายน้ำ ๕ ลบ.ซม. ๓ ครั้ง
- ระเหยจนเหลือ ๒-๓ ลบ.ซม.
- เติมกรดไนตริกเข้มข้น แลในน้ำแข็ง นำไปเหวี่ยง





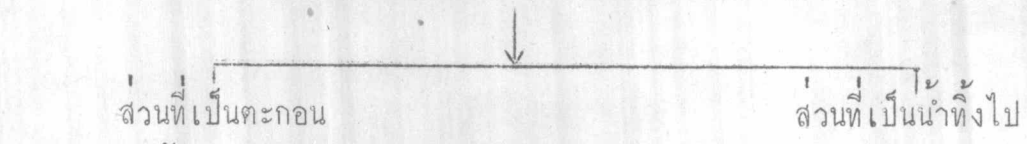
รูปที่ ๓.๔-d แสดงวิธีวิเคราะห์แยกสทรอนเนียม-๙๐ (ต่อ)

*** หลังจาก ๑๕ วันตะกอนลทรอนเชื่อมคาร์บอน

-ละลายควยกรดไฮโครคลอริกเจือจาง

-เติมอิตเทรียมแคริเออร์

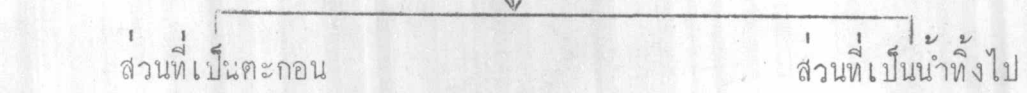
-เติมอัมโมเนียมไฮดรอกไซด์ นำไปเหวี่ยง



- จุดเวลาไว
- ล้างตะกอนควยน้ำ นำไปเหวี่ยง



- ละลายตะกอนควย 6M กรดไฮโครคลอริก
- ทำให้เจือจางควยน้ำ ๕ ลบ.ม.
- ทำให้รอน
- เติมสารละลายอิมตัวกรดออกซาลิก นำไปเหวี่ยง



- กรองควยมิลลิพอร์
- ใส่จานอะลูมิเนียม อบ ชั่ง
- โคตะกอนของอิตเทรียมออกซาลิเดต
- นำไปวัดรังสีเบตาของอิตเทรียม-๙๐
- จุดเวลาเมื่อเริ่มวัด

รูปที่ ๓.๔-e แสดงวิธีการวิเคราะห์แยกอิตเทรียม-๙๐