

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 สารตัวอย่างและการเตรียมสารตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้รับความอนุเคราะห์จากกองอนามัย-
สิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข โดยเก็บจากแหล่งน้ำทั่วประเทศ
การจัดเก็บกระทำในบริเวณและสถานีต่าง ๆ ที่กำหนดไว้แน่นอนในแหล่งน้ำแต่ละแห่ง
สำหรับแต่ละบริเวณจะเก็บเป็นประจำทุกเดือนสลับกันไปตามความเหมาะสม โดย-
เก็บตัวอย่างน้ำใส่ภาชนะโพลีเอทิลีนขนาดความจุประมาณ 4 ลิตร (1 แกลลอน)
น้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำจากแม่น้ำ และ/หรือ แหล่งน้ำอื่น ซึ่งมึ-
ความสำคัญสำหรับท้องถิ่น ๆ มีประชาชนใช้ดื่มและบริโภคเป็นจำนวนมาก รายชื่อ
แหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 2.1

เนื่องจากสารรังสีที่มีอยู่ในน้ำมีปริมาณน้อยมาก จึงต้องนำตัวอย่างน้ำ
ตั้งแต่ 4-9 ลิตร (1-2 ภาชนะบรรจุ) มาทำให้เข้มข้นขึ้น โดยนำตัวอย่างทั้งหมด
มารองควยกระดาษกรองชนิดใยแก้ว GF/A ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร
เพื่อจัดสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ (suspended solid) เสียก่อน จากนั้นนำตัวอย่าง
น้ำปริมาณที่เหมาะสมแต่ทราบปริมาณที่แน่นอน บรรจุในบีกเกอร์ขนาดความจุ 1 ลิตร
ไประเหยบนแผ่นร้อน (hot plate) ซึ่งปรับอุณหภูมิไว้ไม่เกิน 500° ซ ในระหว่าง
การระเหยควรชะล้างข้างบีกเกอร์ด้วยสารละลายกรดไนตริก ความเข้มข้น 0.6
นอร์มัล ที่บรรจุในขวดจืดเป็นครั้งคราว ไม่ควรปล่อยให้แห้งติดบีกเกอร์ ดังนั้น
จึงต้องคอยระวังอุณหภูมิของแผ่นร้อนให้พอเหมาะมิให้สูงเกินไป หากอุณหภูมิสูงเกินไป
จะทำให้หน้าเกิดการเคี้ยวกรุนแรง และ/หรือ เกิดการกระเด็น ยังผลให้การวิเคราะห์
ผิดพลาดไป ทั้งนี้เนื่องจาก สูญเสีย และ/หรือ เปราะเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่
ในน้ำนั้น ระเหยน้ำจนเหลือปริมาตรประมาณ 200 ลบ.ซม. เติมกรดไนตริกเข้มข้น

ตารางที่ 2.1 รายชื่อแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่างพร้อมรหัส

<u>แหล่งน้ำ</u>	<u>รหัส</u>
แม่น้ำปิง	PG
" วัง	WG
" ยม	YM
" นาน	NA
" ป่าสัก	PS
" เจ้าพระยา	CYU
" แมกลอง	MK
" ท่าจีน	TC
" บางปะกง	BK
" ประแส	PA
" ระยอง	RY
" ทราด	TT
" จันทบุรี	CR
" เวฬุ	WL
" มูล	M
" ชี	CH
" หลังสวน	LS
" สงคราม	SK
" พอง	PO
" เพชรบุรี	PB
" ปราณบุรี	PR
" ปากพนัง	PN
" ตาปี	TAP

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

<u>แหล่งน้ำ</u>	<u>รหัส</u>
คลองบางพระ	KBP
" คาน	KD
" อุตะเภา	UP
" ทาตะเภา	TP
อ่างเก็บน้ำ บางประชัน	RP79 RP1
" สามกอง	RP 4
" หน้าโรงพยาบาลวชิระ	RP 5
" บางวาด	RP 8
น้ำตก กะตุ	RP 9
น้ำประปา	RP 1-3
น้ำบอ	RP 6,7,10,11

20 ลบ.ซม. และไฮโครเจน เปอร์ออกไซด์ 30 เปอร์เซ็นต์ 2 ลบ.ซม. หนึ่งหรือสองครั้ง ในระหว่างนี้อุณหภูมิไม่ควรเกิน 100-200° ซ ระยะเวลาจนปริมาตรลดลงเหลือประมาณ 30 ลบ.ซม. ทิ้งให้เย็นแล้วนำมากรองด้วยเครื่องกรองชุดของมิลลิพอร์ (แสดงในรูป 2.1) ปรับปริมาตรให้เป็น 40 ลบ.ซม. และเก็บไว้ในขวดโพลีเอทิลีน บันทึกรหัส วันที่เก็บตัวอย่างและปริมาตรน้ำที่ใช้ทั้งหมด เก็บไว้เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป ในการถ่ายเทตัวอย่างน้ำแต่ละครั้ง จะใช้สารละลายกรดในคริก ความเข้มข้น 0.6 นอร์แมล และน้ำกลั่นชะล้างข้างปิกเกอร์ เพื่อช่วยให้การถ่ายเทได้ผลอย่างสมบูรณ์ทุกครั้ง

2.2 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทดลองนี้จะดำเนินงานเป็น 2 ขั้นตอน (แสดงในแผนผังที่ 2.2) ดังนี้

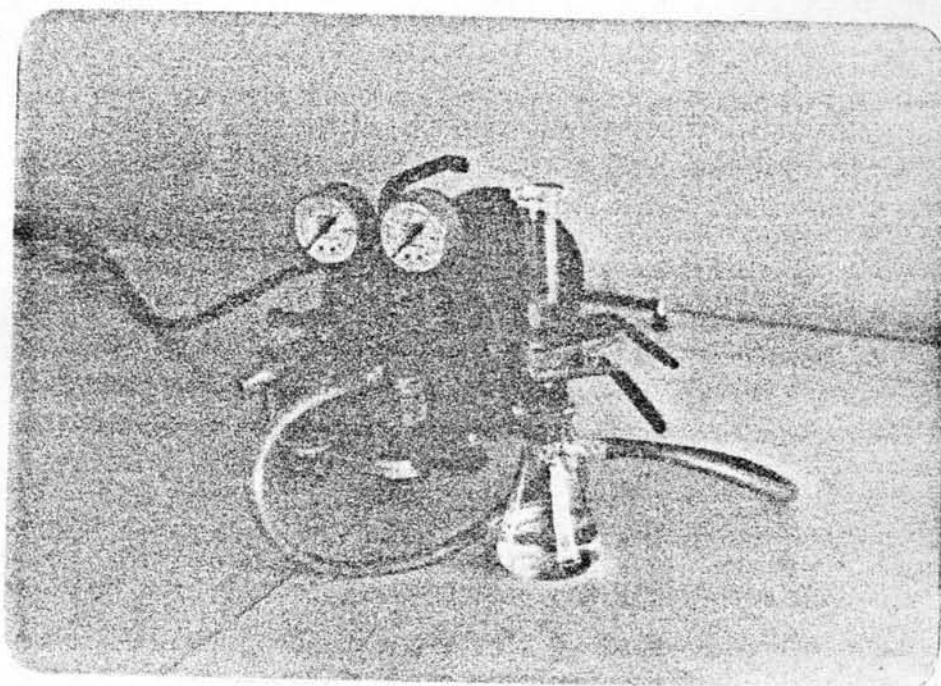
2.2.1 การวัดความแรงรังสีรวมอัลฟา (67)

2.2.1.1 การเตรียมตัวอย่าง

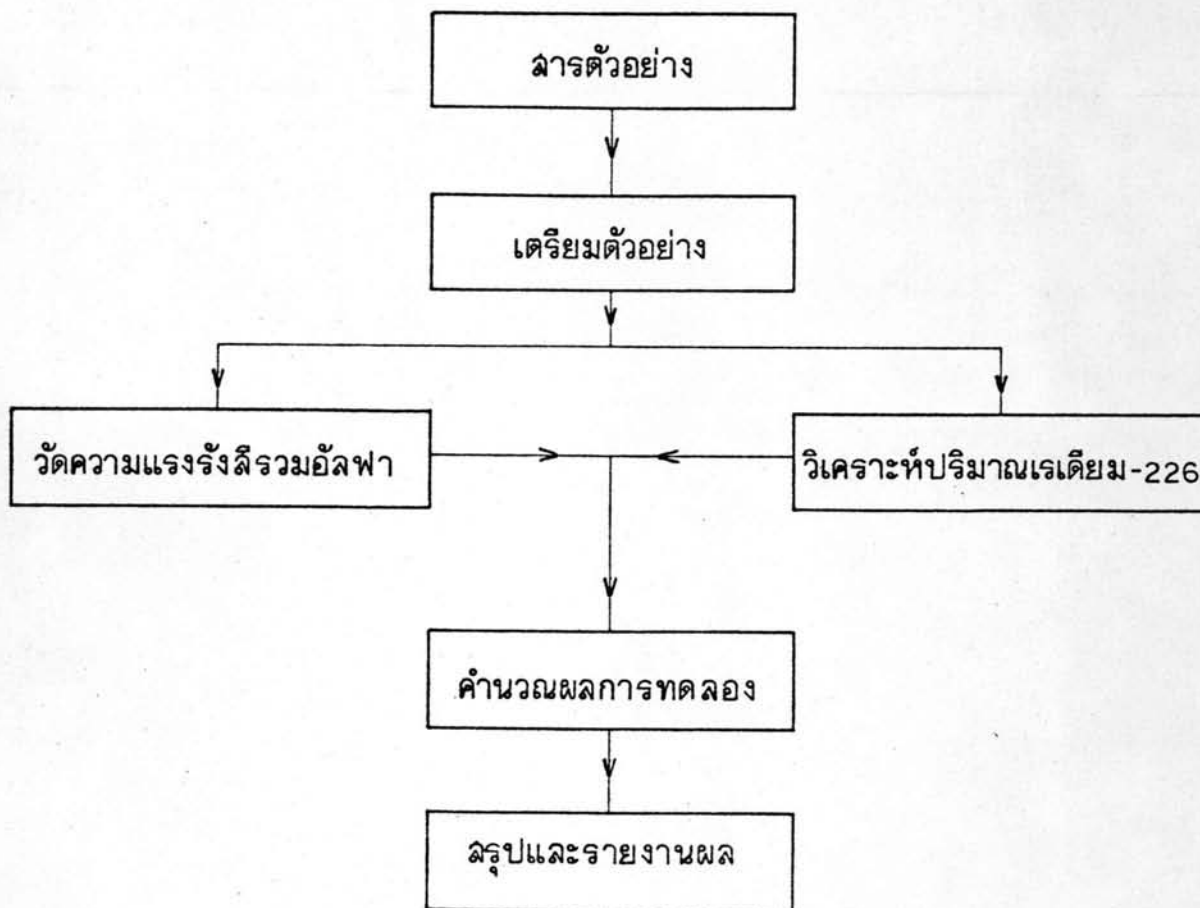
ดูดสารละลายตัวอย่างน้ำที่เตรียมไว้ ปริมาตร 2-5 ลบ.ซม. ใส่ลงในจานนับรังสี (planchet) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย เพื่อให้สารละลายกระจายเต็มจานนับรังสี เติมสารละลาย lucite 5-10 หยด (มีปริมาณ lucite 0.5 มิลลิกรัมต่อ ลบ.ซม. ของอะซีโตน) เพื่อป้องกันมิให้สารตัวอย่างพุ่งกระจายเมื่อแห้งแล้ว จากนั้นทำให้แห้งภายใต้หลอดไฟอินฟราเรด (Infrared lamp) ทิ้งให้เย็น แล้วเก็บไว้ในภาชนะป้องกันความชื้น (desiccator) นำไปยังอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ทราบน้ำหนักตะกอน (residue of water solid) แล้วจึงนับความแรงรังสีอัลฟาโดยใช้หัววัดชนิด scintillation แบบสังกะสีซัลไฟด์ (Zns) ขนาด 4 นิ้ว (แสดงในรูป 2.3) เป็นเวลา 50 นาที

ความแรงรังสีที่นับได้จะต้องหักเอาค่าแบลนด์ (blank) ออก ซึ่งกระทำโดยใช้น้ำกลั่น 2 ลิตร แทนตัวอย่างน้ำและผ่านกรรมวิธีที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1 และ

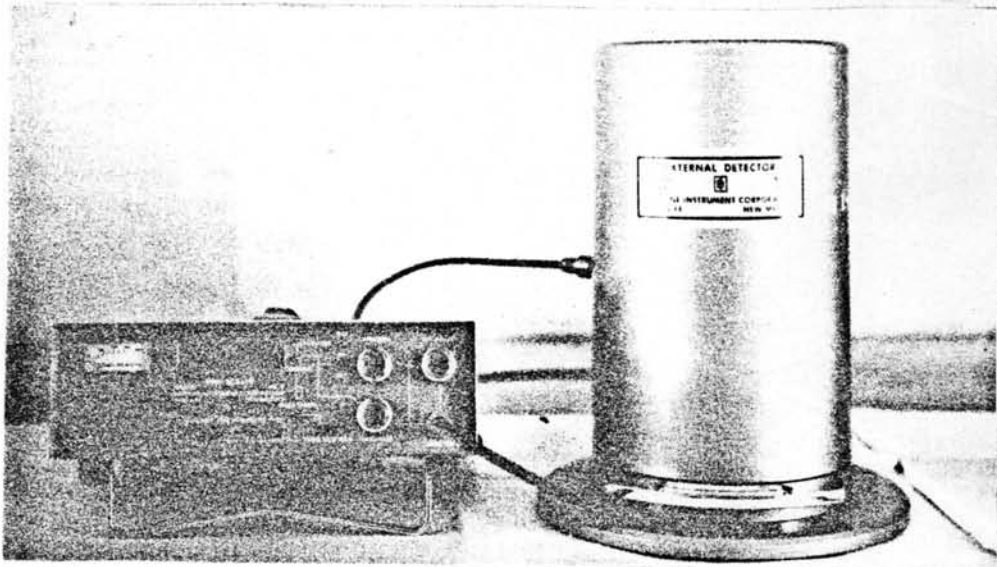
2.2.1.1 ทุกประการ



รูปที่ 2.1 Millipore filter พร้อม Vacuum pump



รูปที่ 2.2 ผังงานหลัก



รูปที่ 2.3 เครื่องมือนับรังสีรวมอัลฟา

2.2.1.2 การทำ Calibration curve

กระทำโดยใช้สารมาตรฐานอเมริกันซีสม-241 ความแรงรังสี 103 ± 4 ซีเคียวรี ซึ่งเตรียมโดย US. Environmental Protection Agency (US.EPA) เติมน้ำในน้ำประปาปริมาตรตั้งแต่ 200-1000 ลบ.ซม. ตามลำดับ นำไปลดปริมาตรโดยการระเหย ภายปริมาตรที่เหลือจากการระเหยทั้งหมดลงในจานนับรังสีที่ทราบน้ำหนักแล้ว ทำให้แห้งภายใต้หลอดไฟอินฟราเรด ทิ้งให้เย็นและเก็บไว้ในภาชนะป้องกันความชื้น นำไปชั่งน้ำหนักตะกอนแล้วนับความแรงรังสีด้วยหัววัดชนิด scintillation แบบสังกะสีซัลไฟด์ เป็นเวลา 50 นาที หักจำนวนนับรังสีที่ได้ออกจากค่าแมลงค์ ซึ่งวัดด้วยหัววัดชนิดและแบบเดียวกัน เป็นเวลาเท่ากัน คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของการวัด (counting efficiency) แล้วนำมาเขียนกราฟโดยเทียบกับความหนาของตะกอน (มิลลิกรัมทองคำวางเซนติเมตร) จะได้ calibration curve ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.1

2.2.1.3 การคำนวณความแรงรังสีรวมอัลฟา

จำนวนนับรังสีที่วัดได้ นำมาหาค่าความแรงรังสีสุทธิ (N) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) จากสูตร (68)

$$N = \frac{G - B}{50}$$

$$\text{และ } s = \frac{1}{50} \sqrt{(G + B)}$$

เมื่อ G = จำนวนนับทั้งหมดของสารตัวอย่างรวมทั้งแมลงค์
B = จำนวนนับทั้งหมดของแมลงค์

จากนั้น จึงนำไปคำนวณความแรงรังสีรวมอัลฟา จากสูตร

$$A \pm SD = \frac{N}{2.22E} + \frac{S}{2.22E}$$

- เมื่อ A = ความแรงรังสีรวมอัลฟา เป็นพิโคคูรีต่อลิตร
 SD = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (1σ) เป็นพิโคคูรีต่อลิตร
 N = จำนวนนับสุทธิ เป็นจำนวนนับต่อนาที
 S = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนนับสุทธิ เป็นจำนวนนับต่อนาที
 E = ประสิทธิภาพของการวัดที่อ่านจาก calibration curve



หมายเหตุ 1 พิกโคคูรี = 2.22 disintegration per minute

2.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณเรเดียม-226 โดยกรรมวิธีทางเคมี (57)

นำสารตัวอย่างที่เตรียมไว้และวัดความแรงรังสีรวมอัลฟาแล้ว มาแยกเรเดียมออกในรูปของสารประกอบซัลเฟต ใช้เทคนิคของการตกตะกอนรวม แล้วทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคการสกัด กรรมวิธีที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ เป็นวิธีที่ ขนิษฐา กมลรัตน์ (57) ได้ศึกษาพัฒนาไว้แล้ว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.2.1 เคมีภัณฑ์

1. สารละลายมาตรฐาน

ใช้เรเดียม-226 ซึ่งสั่งซื้อจาก Radiochemical Centre Ltd, Amersham สหราชอาณาจักร (จำนวน 111.1 ไมโครกรัม) ในรูปของเรเดียม-คลอไรด์ โดยมีปริมาณแบริยมคลอไรด์ 100 มิลลิกรัม เรเดียมนี้มี ความแรงรังสีทั้งหมด 109.7668 ไมโครคูรี นำสารละลายรังสีทั้งหมดมาเจือจางด้วยสารละลายของแบริยมคลอไรด์ในกรดไฮโดรคลอริก จนได้ปริมาตร 100 ลบ.ซม. เมื่อจะใช้สารละลายนี้ในการวิเคราะห์ต่อไป จำเป็นต้องทำให้เจือจางลงตามความเหมาะสม

2. สารละลายซึ่งใช้เป็นตัวติดตาม

ไอโซโทปไอเรียม-133 ซึ่งสั่งซื้อจาก Radiochemical Centre Ltd., Amersham เช่นเดียวกัน (จำนวน 1 ลบ.ซม.) ในรูปของแม่เรียมคลอไรด์ในกรดไฮโดรคลอริก 1 โมลาร์ มีความแรงรังสีทั้งหมด 500 ไมโครคูรี และมีปริมาณแม่เรียมอยู่ 57 ไมโครกรัม นำสารละลายรังสีทั้งหมดมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 50 ลบ.ซม. เมื่อจะใช้สารละลายนี้ในการวิเคราะห์ต่อไป จำเป็นต้องทำให้เจือจางลงตามความเหมาะสม แม่เรียม-133 ที่ใช้มีครึ่งชีวิต 7.2 ปี และปลดปล่อยพลังงานแกมมาที่ 0.276, 0.302, 0.356 และ 0.382 MeV ตามลำดับ

3. สารละลายเคมี

- ก. สารละลายเพื่อใช้ในการเจือจางเรเดียม-226 :
เตรียมโดยละลายแม่เรียมคลอไรด์ จำนวน 3.50621 กรัมในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 20 ลบ.ซม. ทำปริมาตรให้เป็น 1000 ลบ.ซม. ด้วยน้ำกลั่น
- ข. สารละลายแอมโมเนียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.6 เตรียมโดยละลายแอมโมเนียมอะซีเตต จำนวน 138.5 กรัมในน้ำกลั่น เติมกรดเกลืออะซีติก 28.6 ลบ.ซม. ทำปริมาตรให้เป็น 1000 ลบ.ซม. ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับความเป็นกรด-ด่าง ให้มีค่า 4.6 โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- ค. สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ละลายแอมโมเนียมซัลเฟต 50 กรัม ในน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม.
- ง. สารละลายตัวพาแม่เรียม ซึ่งมีปริมาณแม่เรียม 20 มิลลิกรัมต่อ ลบ.ซม. ละลายแม่เรียมในเทรท 38.1 กรัมในน้ำกลั่น 900 ลบ.ซม. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 16 นอร์แมล จำนวน 1 ลบ.ซม. ทำปริมาตรให้เป็น 1000 ลบ.ซม. ด้วยน้ำกลั่น

จ. สารละลายไดโซเซียมเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซีเตต
(disodium ethylenediaminetetraacetate.EDTA) ละลาย EDTA
10 กรัมในน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม.

ฉ. กรดไนตริกเข้มข้น 16 นอร์แมล

ช. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 3 นอร์แมล

ซ. กรดซัลฟูริกเข้มข้น 3 นอร์แมล

ด. สารละลายทีโนอิลไตรฟลูออโรอะซีโตน
(Thenoyltrifluoroacetone.TTA) ละลาย TTA 10 กรัม ในเบนซีน 100
ลบ.ซม.

2.2.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องมือนับรังสี ในการทดลองนี้ใช้เครื่องมือนับรังสี
2 ประเภท คือ

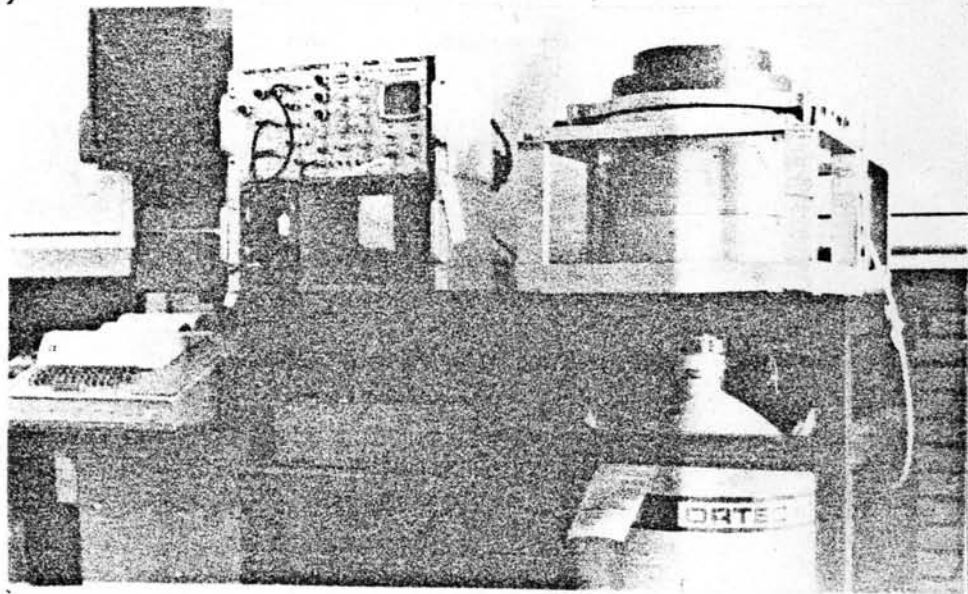
ก. เครื่องมือนับรังสีรวมอัลฟา (alpha spectrometer)
ของบริษัท Eberline Instrument Co. โดยใช้หัววัดรังสีชนิด
scintillation แบบสังกะสีซัลไฟด์ (รูป 2.3)

ข. เครื่องวัดรังสีแกมมาแบบ Multichannel analyzer
(MCA) ของบริษัท Tracor Northern ซึ่งต่อกับหัววัดรังสีชนิด Ge(Li)
ขนาด 26 ลบ.ซม. (รูป 2.4)

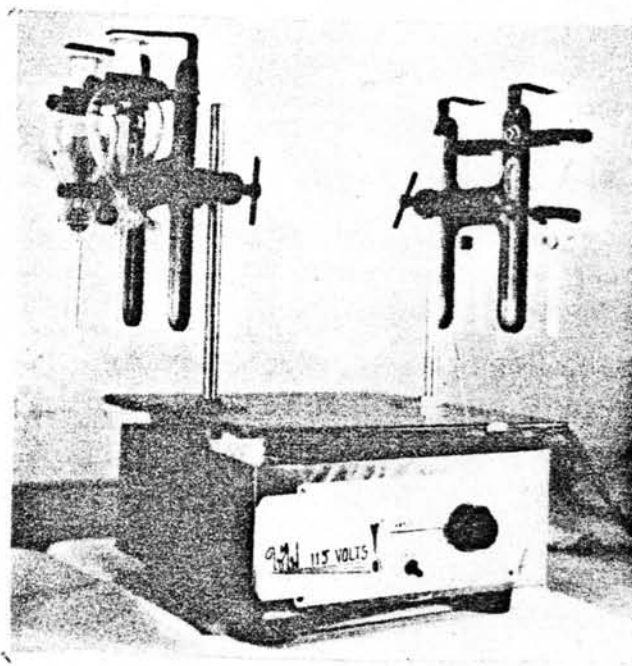
2. เครื่องเขย่า (Mechanical shaker) ใช้เครื่องเขย่า
ของบริษัท Arthur, H.Thomas Co. (รูป 2.5)

3. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ใช้เครื่องวัด-
ความเป็นกรด-ด่าง สำหรับงานวิจัยแบบ PHM 64 ของบริษัท Radiometer
Copenhagen

4. เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง
ของบริษัท MSE



รูปที่ 2.4 เครื่องวัดรังสีแกมมาแบบ Multichannel Analyzer



รูปที่ 2.5 เครื่องเขย่า (Mechanical Shaker)

5. เครื่องแก้ว ประกอบด้วย

- ก. กรวยแยก (separatory funnel) ขนาดความจุ 60 ลบ.ซม.
- ข. บีกเกอร์ขนาดต่าง ๆ
- ค. ปิเปต (pipette) ขนาดต่าง ๆ
- ง. หลอดแก้วสำหรับหมุนเหวี่ยง ขนาดความจุ 40 ลบ.ซม.

6. อื่น ๆ ประกอบด้วย

- ก. จานนับรังสี (planchet) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร
- ข. หลอดไฟอินฟราเรด (infrared lamp)

2.2.2.3 วิธีปฏิบัติ

ดูดน้ำตัวอย่างที่เตรียมไว้ 20 ลบ.ซม. ใส่ในหลอดแก้วสำหรับหมุนเหวี่ยง เติมสารละลายตัวพาของแบเรียม 1 ลบ.ซม. (มีแบเรียม 20 มิลลิกรัมต่อ ลบ.ซม.), สารละลายติดตามแบเรียม-133 1 ลบ.ซม. ซึ่งมีความแรงรังสี 10 พิโคคูรีต่อ-ลบ.ซม. และสารละลาย EDTA 20 ลบ.ซม. ปรับให้มีความเป็นกรด-ด่าง 4.5 โดยใช้กรดไนตริกหรือแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เติมสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต 2 ลบ.ซม. ผสมให้เข้ากันดี โดยกวนด้วยแท่งแก้วเป็นเวลา 5 นาที ทิ้งค้างคืนไว้ให้ตกตะกอนสมบูรณ์ นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ทิ้งสารละลายใส เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 25 ลบ.ซม. ผสมให้เข้ากันดี ทำให้ออนบนเครื่องอ่างน้ำ (water bath) นาน 10 นาที กวนเป็นครั้งคราว นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ทิ้งสารละลายใสส่วนบน ละลายตะกอนโดยใช้กรดไนตริกเข้มข้น 2-3 หยด ถ่ายสารละลายลงในกรวยแยกด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซีเตทบัฟเฟอร์ แล้วปรับปริมาตรจนได้ 30 ลบ.ซม. ถ้าตะกอนละลายไม่หมด นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงซ้ำ เติมสารละลายแอมโมเนียมอะซีเตทบัฟเฟอร์ส่วนบนลงในกรวยแยก แล้วนำตะกอนมาละลายซ้ำโดยใช้เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต นำไปทำให้ออนบนเครื่องอ่างน้ำ นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ทิ้งสารละลายใสส่วนบน แล้วละลายตะกอนด้วยกรด-

ในทริกซ์ รวมสารละลายที่ได้เข้าด้วยกัน สกัดสารละลายนี้โดยใช้สารละลาย TTA จำนวน 5 ลบ.ซม. ใช้เวลาในการเขย่า 5 นาที ทั้งสารละลายในชั้น TTA นำสารละลายในชั้นนำมาเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 นอร์แมล 2-3 หยด นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ทั้งสารละลายใส่ส่วนบน ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น จำนวน 40 ลบ.ซม. หนึ่งครั้ง ถ่ายตะกอนลงในจานนับรังสีด้วยน้ำกลั่นจำนวนน้อยที่สุด เกลี่ยให้ตะกอนกระจายสม่ำเสมอทั่วจานนับรังสี เติมสารละลาย lucite 5-10 หยด ทำให้แห้งภายใต้หลอดไฟอินฟราเรด ปลอบให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง เก็บตะกอนไว้ประมาณ 3 สัปดาห์ ในภาชนะป้องกันความชื้น นำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักของตะกอน แล้วนำมาวัดความแรงรังสีอัลฟาและแกมมา

สำหรับสารมาตรฐานนั้น ใช้สารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่มีปริมาณเรเดียม-226 อยู่ 1.097 ไมโครกรัมต่อ ลบ.ซม. ส่วนค่าแมลงคั่นนั้นกระทำโดยใช้น้ำกลั่น 20 ลบ.ซม. แทนสารตัวอย่าง จากนั้นทำการตกตะกอนและสกัดแยกตามกรรมวิธีที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.2.2.3 ทุกประการ (รูปที่ 2.6)

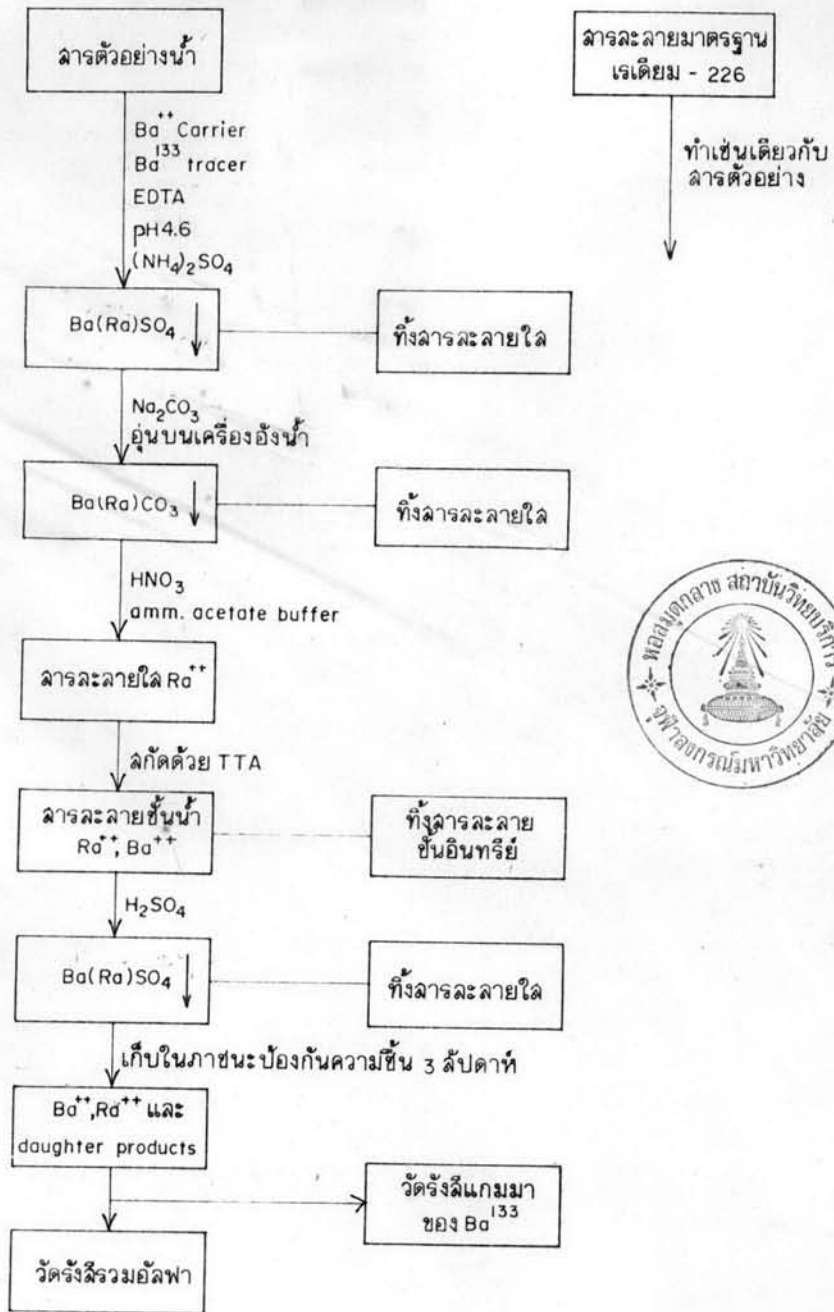
2.2.2.4 การวัดความแรงรังสี

2.2.2.4.1 การวัดความแรงรังสีของแมเรียม-133

ความแรงรังสีของแมเรียม-133 วัดด้วยเครื่องวัดรังสีชนิด MCA ดังที่บรรยายไว้ในหัวข้อ 2.2.2.2 ข้อ 1.ข ในการวัดนี้เลือกใช้พลังงานแกมมาของแมเรียม-133 ที่ 0.356 MeV ความแรงรังสีที่นับได้จะนำมาแก้ความแรงรังสีจากแบบกราวนด์ควาย และทุกสารตัวอย่างที่นำมาวัดจะมีรูปแบบ (configuration) และ counting geometry เดียวกันทุกประการ

2.2.2.4.2 การวัดความแรงรังสีของเรเดียม-226

นำตะกอนเรเดียม/แมเรียมซัลเฟต ในจานนับรังสี ที่เก็บไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์แล้วนั้น ไปนับความแรงรังสีอัลฟาคด้วยเครื่องมือวัดรังสีรวมอัลฟา ดังที่บรรยายไว้ในหัวข้อ 2.2.2.2 ข้อ 1.ก เป็นเวลา 50 นาที ความแรงรังสีที่นับได้



รูปที่ 2.6 แผนผังการวิเคราะห์ปริมาณเรเดียม-226

จะนำมาหักลบจากค่าเบี่ยงคล้อย สำหรับตะกอนเรเดียม/แบเรียมขัดเฟต จากเรเดียม-226 มาตรฐานนั้น ค่าเน้นการนับความแรงรังสีเหมือนสารตัวอย่างทุกประการ

2.2.2.5 วิธีคำนวณปริมาณเรเดียม-226

หลังจากวัดความแรงรังสีของเรเดียม-226 แล้ว ปรับค่าความแรงรังสีอัลฟาให้มีค่าเคมีคัลยิต์รอยละ 100 โดยเทียบจากปริมาณรังสีแกมมาของแบเรียม-133 คำนวณหาปริมาณเรเดียม-226 จากสูตร

$$\text{ปริมาณเรเดียม-226 ในสารตัวอย่าง (พีโคคูรี)} = \frac{R_s - R_b}{R_{std} - R_b} \times X$$

เมื่อ R_s = ความแรงรังสีอัลฟาของสารตัวอย่างที่ปรับให้เป็นค่าที่มีเคมีคัลยิต์รอยละ 100 แล้ว

R_{std} = ความแรงรังสีอัลฟาของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ปรับให้เป็นค่าที่มีเคมีคัลยิต์รอยละ 100 แล้ว

R_b = ความแรงรังสีอัลฟาของแบลงค์

X = ปริมาณเรเดียม-226 ในสารละลายมาตรฐานเป็นพีโคคูรี

การคำนวณค่าเคมีคัลยิต์กระทำโดยการเปรียบเทียบปริมาณรังสีแกมมาของแบเรียม-133 ซึ่งเติมลงในสารตัวอย่างก่อนทำการทดลองกับปริมาณรังสีเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{เคมีคัลยิต์} = \frac{\text{ปริมาณรังสีแกมมาของแบเรียม-133 ก่อนทำการทดลอง}}{\text{ปริมาณรังสีแกมมาของแบเรียม-133 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง}}$$

2.2.3 การทดสอบ reproducibility และความเชื่อถือได้ของ-
วิธีวิเคราะห์

การทดสอบ reproducibility และความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์
ความแรงรังสีรวมอัลฟา และวิธีวิเคราะห์ปริมาณเรเดียม-226 กระทำโดยใช้
สารตัวอย่างเปรียบเทียบของน้ำและเรเดียม-226 มาตรฐาน ซึ่งส่งมาจาก
Environmental Protection Agency แห่งสหรัฐอเมริกา (US.EPA)
ปฏิบัติตามขั้นตอน 2.2.1 และ 2.2.2 ทุกประการ โดยทำการวิเคราะห์เป็น-
จำนวน 3 ครั้ง