



บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1.1 เครื่องแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ (รูปที่ 3.1) ประกอบด้วย

3.1.1.1 หัววัดรังสีแกมมาแบบโซเดียมไอโอไดด์(ทึบเลียม) [NaI(Tl)]

ชนิดตัน (solid type) และชนิดหลุม (well type)

ขนาด 3 นิ้ว x 3 นิ้ว พร้อมหลอดทวีคูณแสง

(Photomultiplier tube) (รูปที่ 3.2)

3.1.1.2 ทิวป์เบส (tube base) พร้อมพรีแอมป์ไฟเออร์

(Preamplifier) (รูปที่ 3.3)

3.1.1.3 แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง (High Voltage Power

Supply) ORTEC 456 (รูปที่ 3.4)

3.1.1.4 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณหลายช่อง (Multichannel

analyzer) ของ CANBERRA SERIES 35 plus

(รูปที่ 3.5)

3.1.1.5 ไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิต สำหรับใช้บันทึกข้อมูล

3.1.1.6 กำบังรังสีทำด้วยเหล็กหล่อรูปทรงกระบอกกลาง 2 ชั้น

ชั้นในมีความหนา 3 เซนติเมตร สูง 25.5 เซนติเมตร

ชั้นนอกหนา 10 เซนติเมตร สูง 31 เซนติเมตร แล้ว

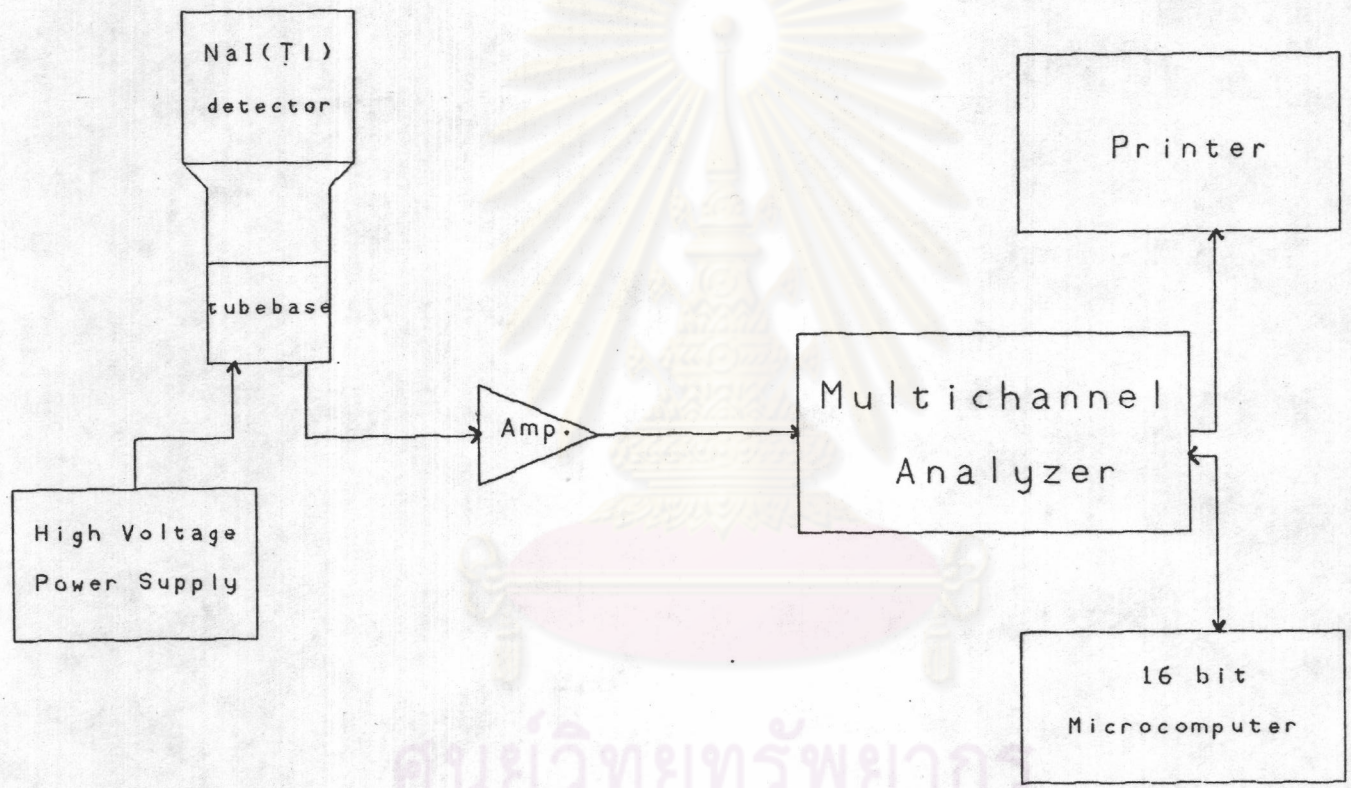
ปิดด้วยตะกั่วทางด้านบนหนา 5 เซนติเมตร กว้าง 10

เซนติเมตร ยาว 20.5 เซนติเมตร พร้อมเหล็กหล่อ

รูปทรงกระบอกตัน สูง 5 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง

18.5 เซนติเมตร (รูปที่ 3.6)

- 3.1.2 คลับพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง และขวดรูปทรงกระบอก ทำด้วยพลาสติก
สูง 1.7 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร และมีสูง 5.0
เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ตามลำดับ(รูปที่ 3.7)
- 3.1.3 สารมาตรฐาน
- 3.1.3.1 สารมาตรฐาน U_3O_8 ความเข้มข้น 0.14 เปอร์เซ็นต์
- 3.1.3.2 สารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 มีความแรงรังสีจำเพาะ
86.47 พิโคคูรีต่อ ลบ.ซม.
- 3.1.4 ตะกรันดีบุก จากการกลึงแร่ดีบุกโดยกระบวนการอุตสาหกรรมปัจจุบัน
- 3.1.5 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42
- 3.1.6 คอลัมน์สำหรับการชะล้างภายใต้ความดัน ทำจากท่อ pvc . ถึง pvc
และ วาวล์ pvc (รูปที่ 3.8 และ รูปที่ 3.9)
- 3.1.7 สารเคมี
- 3.1.7.1 สารละลายกรดไนตริก (HNO_3)
- 3.1.7.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- 3.1.7.3 สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4)
- 3.1.7.4 สารละลายกรดไฮโดรฟลูออริก (HF)
- 3.1.7.5 น้ำกลั่น
- 3.1.8 pH-paper
- 3.1.9 กรวยกรอง
- 3.1.10 hot plate
- 3.1.11 ปุ่มสูญญากาศขนาด 1/4 แรงม้า



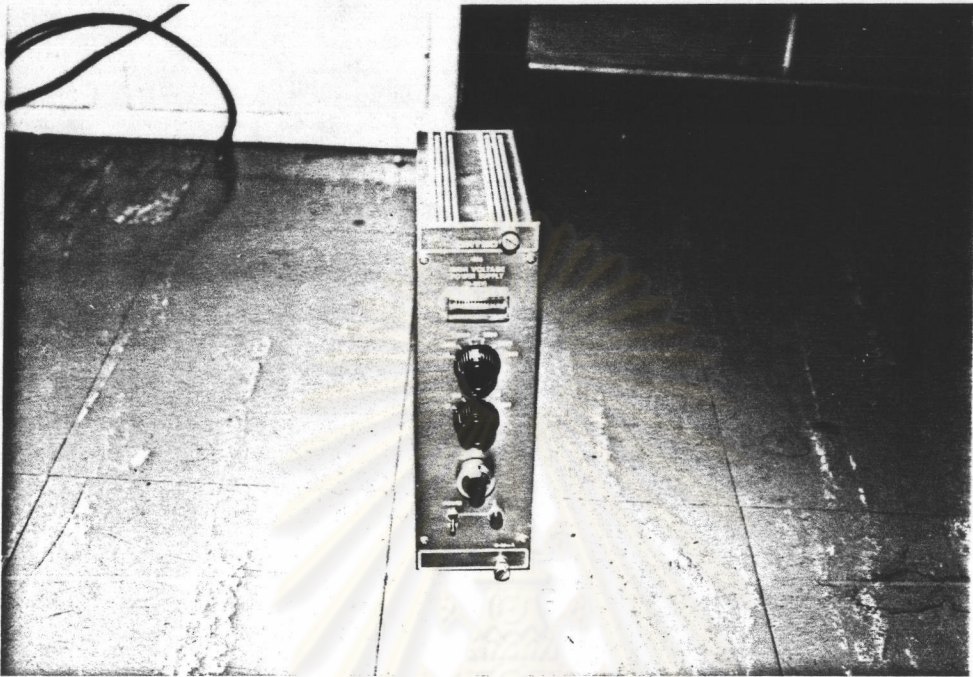
รูปที่ 3.1 แผนภาพของเครื่องวัดรังสีชนิด แกมมาสเปกโตรมิเตอร์



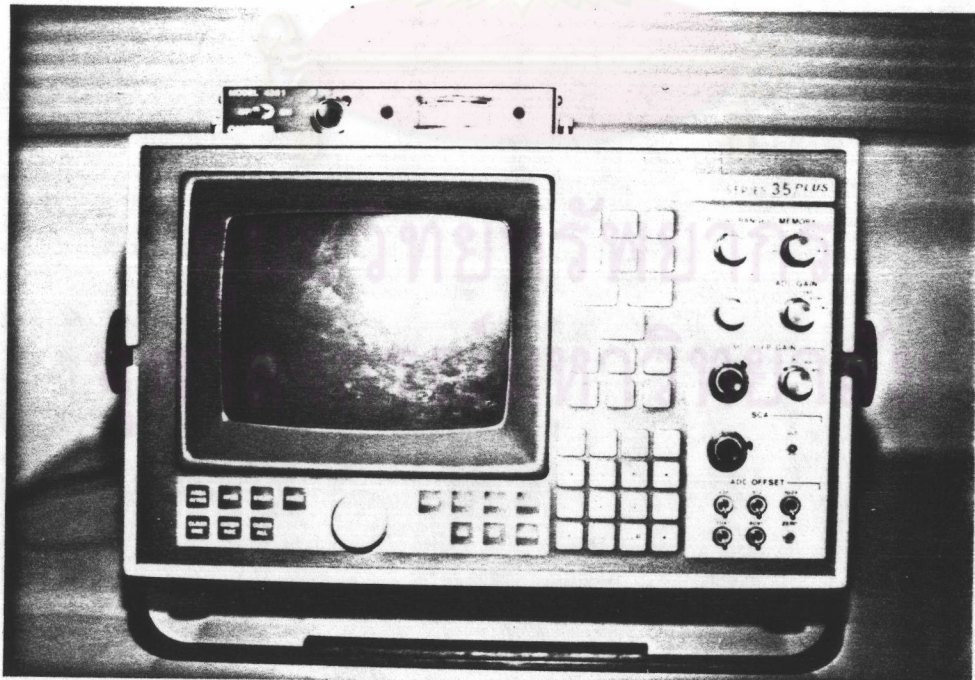
รูปที่ 3.2 หัววัดรังสี NaI(Tl)



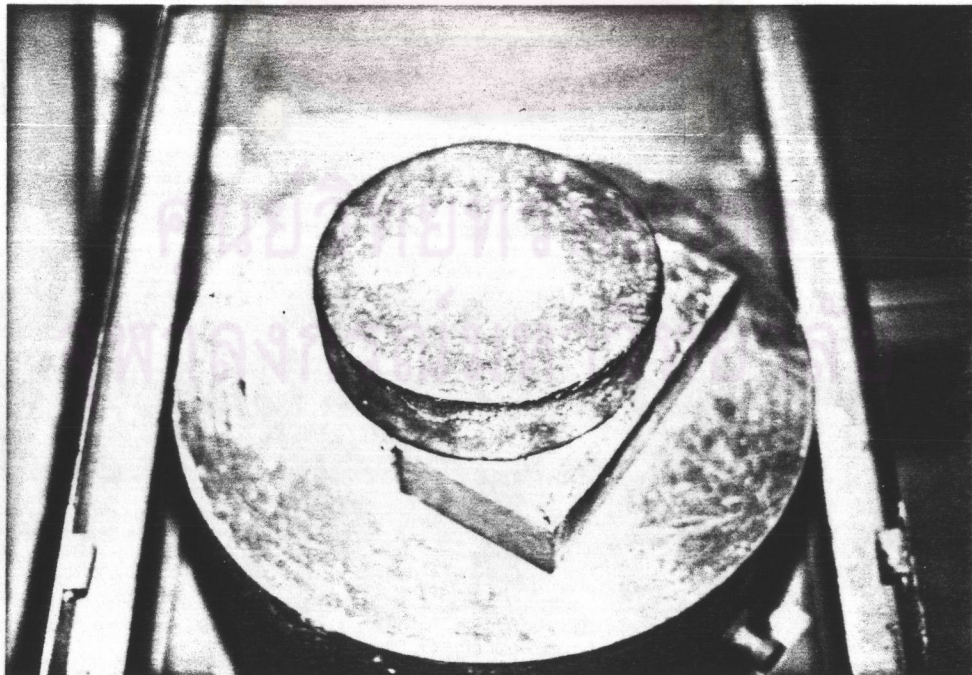
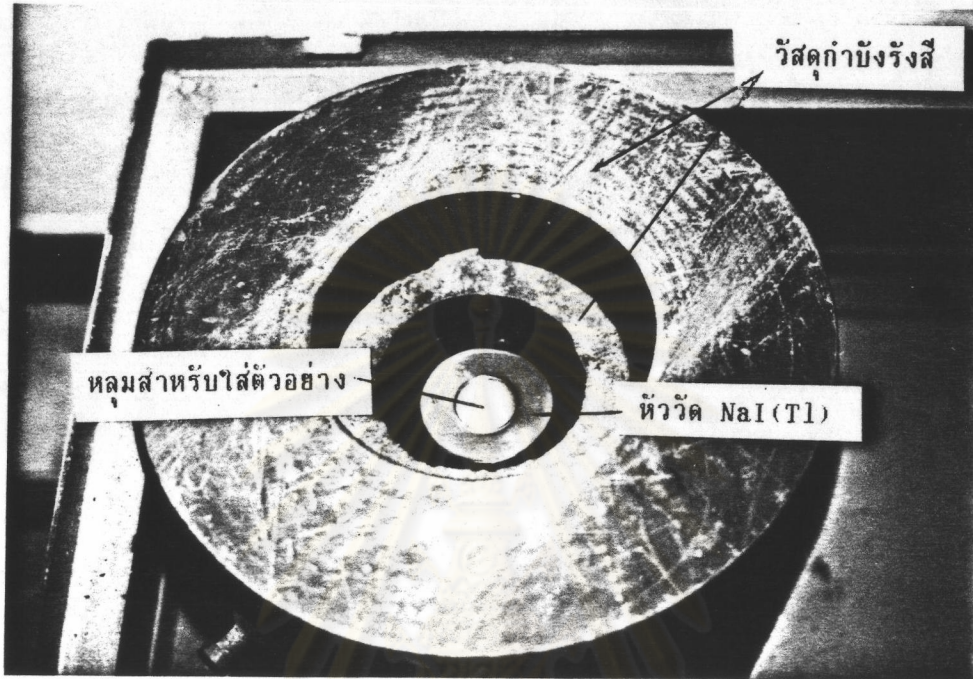
รูปที่ 3.3 หัวเบส (tube base) พร้อมแอมป์รีไฟเออร์



รูปที่ 3.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง (High Voltage Power Supply)



รูปที่ 3.5 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณหลายช่อง (Multichannel analyzer)
ของ CANBERRA SERIES 35 plus

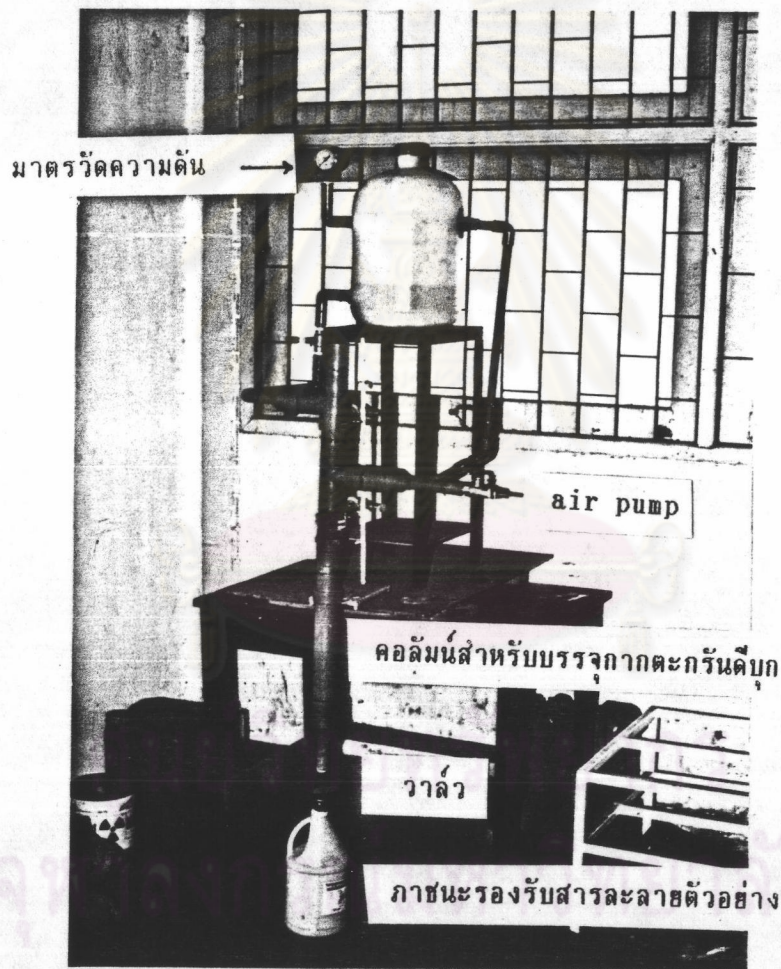


รูปที่ 3.6 วัสดุกำบังรังสี

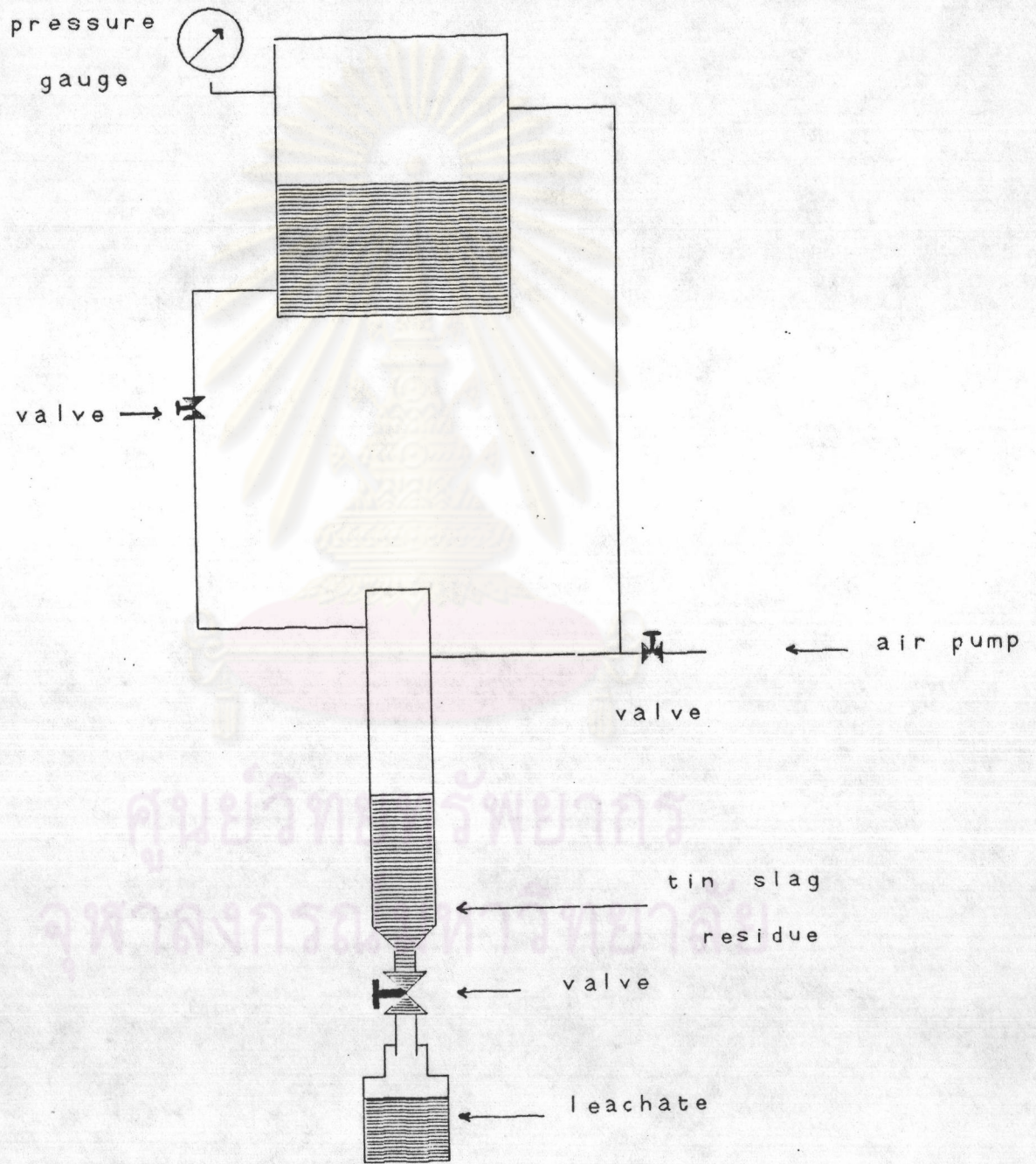


ศูนย์วิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

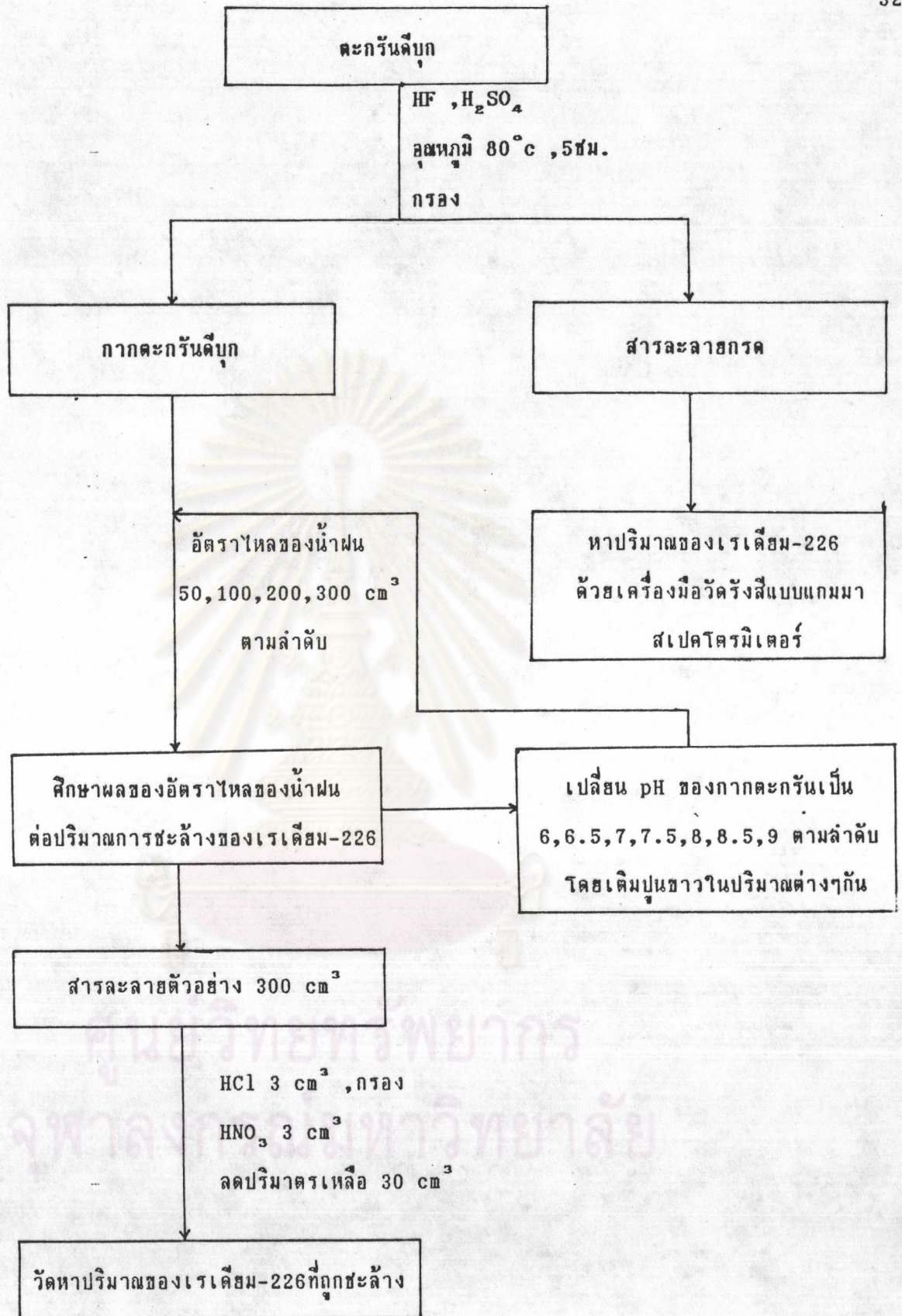
รูปที่ 3.7 ภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่าง



รูปที่ 3.8 ชุดคอลัมน์สำหรับการชั่งน้ำหนักภายใต้ความดัน



รูปที่ 3.9 แผนภาพชุดคอลัมน์สำหรับการชะล้างภายใต้ความดัน



รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย

3.2 การเตรียมสารมาตรฐานและสารละลายมาตรฐาน

3.2.1 การเตรียมสารมาตรฐาน

3.2.1.1 ชั่งสารมาตรฐาน U_3O_8 0.14 เปอร์เซ็นต์มา 10 กรัม
บรรจุลงในภาชนะ ทำการปิดผนึกให้มิดชิด บันทึก วัน
เดือน ปี ที่บรรจุ

3.2.1.2 ทิ้งไว้ประมาณ 30 วัน เพื่อให้เกิดสมดุลแบบเสถียร
(secular equilibrium) ระหว่าง เรเดียม-226 กับ
daughter products

3.2.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

สารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 มีความแรงรังสีจำเพาะ 86.47
ฟิโควรี ต่อ ลบ.ซม. ปริมาณ 10 ลบ.ซม. นำมาแยกเป็นความ
แรงรังสีต่างๆ กัน โดยใช้น้ำกลั่น 300 ลบ.ซม. ทำการลดปริมาตร
ให้เหลือ 30 ลบ.ซม. ดังนี้

259.4 ฟิโควรีต่อ 30 ลบ.ซม.

216.2 ฟิโควรีต่อ 30 ลบ.ซม.

138.4 ฟิโควรีต่อ 30 ลบ.ซม.

108.1 ฟิโควรีต่อ 30 ลบ.ซม.

86.5 ฟิโควรีต่อ 30 ลบ.ซม.

34.6 ฟิโควรีต่อ 30 ลบ.ซม.

8.7 ฟิโควรีต่อ 30 ลบ.ซม.

วิธีเตรียมสารละลายมาตรฐาน

3.2.2.1 นำน้ำกลั่นปริมาตร 300 ลบ.ซม. เติมด้วยสารละลาย
มาตรฐานเรเดียม-226 เพื่อให้ได้รับความแรงรังสีตามที่
ต้องการ

- 3.2.2.2 เติมด้วยสารละลายกรด HCl จำนวน 3 ลบ.ซม. แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน จากนั้นเติมสารละลายกรด HNO_3 จำนวน 3 ลบ.ซม. ลดปริมาตรให้เหลือ 30 ลบ.ซม.
- 3.2.2.3 บรรจุสารมาตรฐานที่ได้ลงในภาชนะแล้วทำการปิดผนึกบันทึกวันเดือนปี ที่บรรจุ ตั้งไว้ประมาณ 30 วัน เพื่อให้เกิดสมดุลภาวะระหว่างเรเดียม-226 กับ daughter products
- 3.2.2.4 ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.2.2.1 ถึงข้อ 3.2.2.3 แต่เปลี่ยนความแรงรังสีต่าง ๆ กัน

3.3 การเตรียมแปลงค์

- 3.3.1 เตรียมเหมือนสารมาตรฐานข้อ 3.2.1.1 ถึงข้อ 3.2.1.2 แต่ใช้กรดบอริกแทน
- 3.3.2 เตรียมเหมือนสารละลายมาตรฐาน ข้อ 3.2.2.1 ถึงข้อ 3.2.2.4 เว้นแต่ไม่มีการเติมสารละลายมาตรฐาน

3.4 การปรับตั้งเครื่องวัดแกมมาสเปกโตรมิเตอร์

- 3.4.1 ใช้ไฟฟ้าศักดาสูง (High Voltage Power Supply) 730 และ 930 โวลต์ สำหรับหัววัดแบบตันและแบบหลุมตามลำดับ
- 3.4.2 แอมพลิฟายเออร์ (Amplifier) มี Coarse gain 10, Fine gain 0.3 และ Coarse gain 30, Fine gain 0.34
- 3.4.3 ดิสคริเมเนเตอร์มี LLD 0.25 โวลต์ ADC gain 2048
- 3.4.4 เวลาที่ใช้ (preset time) 6,000 และ 30,000 วินาที
- 3.4.5 หัววัด NaI(Tl) แบบแท่งตัน และแบบหลุม ขนาด 3 x 3 นิ้ว



3.5 สร้างชุดคอลัมน์สำหรับการชะล้าง

ใช้ท่อ pvc ในการสร้างชุดคอลัมน์สำหรับการชะล้าง ท่อ pvc ที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้วและ 1.5 นิ้ว (ดังรูปที่ 3.8 และ 3.9)

3.6 การหาปริมาณของเรเดียม-226 โดยใช้เครื่องวัดแกมมาสเปกโตรมิเตอร์

เนื่องจาก เรเดียม-226 สลายตัวให้รังสีแกมมาพลังงาน 186 keV เพียง 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นพลังงานที่ต่ำและมีพลังงานของรังสีแกมมาที่ได้จากการสลายตัวของ U-235 เท่านั้น อีกทั้งแบคคราเวต์ในช่วงนี้มีค่าสูง จึงเป็นปัญหาต่อการวัดหาปริมาณของ เรเดียม-226 เมื่อใช้หัววัดแบบโซเดียมไอโอไดด์ ซึ่งแยกพลังงานไม่ดี ดังนั้นจึงใช้วิธีวัด daughter ของเรเดียม-226 แทน โดยทิ้งไว้ให้เกิดสมดุลเชควิลาร์ขึ้นคือประมาณ 30 วัน ซึ่งในการวิจัยนี้จะวัดรังสีจาก Bi-214 พลังงานของรังสีแกมมา 1.76 Mev มีครึ่งชีวิต 27 นาที ซึ่งในภาวะสมดุลนี้ กัมมันตภาพรังสีของเรเดียม-226 จะเท่ากับ กัมมันตภาพรังสีของ Bi-214 ตลอดเวลา[7]

3.7 วิธีการดำเนินการวิจัย(แสดงไว้ในแผนภาพที่ 3.10)[8,9]

3.7.1 ทำการสกัดกากตะกอนดีบุกจากการย่อยตะกอนดีบุก

3.7.1.1 บดตะกอนดีบุกให้ได้ขนาด -200 mesh 100%

3.7.1.2 ชั่งตะกอนดีบุกมาปริมาณ 1 กิโลกรัม

3.7.1.3 นำตะกอนดีบุกไปย่อยด้วยสารละลาย HF และ H₂SO₄

โดยใช้ HF 1200 ลบ.ซม. และ H₂SO₄ 650 ลบ.ซม.

เป็นเวลา 5 ชม. อุณหภูมิที่ใช้ในการย่อย 80 องศา

เซลเซียส

3.7.1.3 กรองส่วนที่เป็นสารละลายออก แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น แล้วเก็บตะกอนไว้

3.7.2 เตรียมกากตะกอนดีบุก

3.7.2.1 ชั่งกากตะกอนดีบุกมา 10 กรัม จากนั้นนำมาบรรจุใน

ภาชนะปิดผนึก บันทึกวัน เดือน ปี ทิ้งไว้ประมาณ 30 วัน

3.7.3 วิเคราะห์ปริมาณของเรเดียม-226 ในกากตะกอนดิบๆ โดยใช้เครื่องวัดแกมมาสเปคโตรมิเตอร์

หาปริมาณของเรเดียม-226 ในตะกอนดิบๆ โดยวัดเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน U_3O_8 0.14 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการวัด 6,000 วินาที ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

3.7.4 สร้างกราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226

3.7.4.1 นำสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่เตรียมไว้นับรังสีที่พลังงาน 1.76 MeV ของ Bi-214 ใช้เวลา 30,000 วินาที

3.7.4.2 นำผลการวัดมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความแรงรังสี กับจำนวนนับรังสี โดยให้แกน X แทนความแรงรังสี แกน Y แทนจำนวนนับรังสีต่อเวลา 30,000 วินาที ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.1

3.7.5 หาปริมาณของเรเดียม-226 ใน ตะกอนดิบๆ กากตะกอนดิบๆ และ สารละลายกรดหลังการย่อยตะกอนดิบๆ

3.7.5.1 ชั่งตะกอนดิบๆ มา 10 กรัม จากนั้นนำตะกอนบรรจุในภาชนะปิดผนึก บันทึกวัน เดือน ปี ทิ้งไว้ 30 วัน

3.7.5.2 ชั่งกากตะกอนดิบๆ มา 10 กรัม จากนั้นนำกากตะกอนดิบๆ บรรจุในภาชนะปิดผนึก บันทึกวัน เดือน ปี ทิ้งไว้ 30 วัน

3.7.5.3 นำสารละลายกรดมา 30 ลบ.ซม. เติมด้วยกรด HCl 3 ลบ.ซม. แล้วกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน เติมด้วยกรด HNO_3 3 ลบ.ซม. ลดปริมาตรเหลือ 30 ลบ.ซม. มาบรรจุในภาชนะปิดผนึก บันทึกวัน เดือน ปี ทิ้งไว้ 30 วัน

- 3.7.5.4 หาปริมาณของเรเดียม-226 โดยใช้เครื่องวัดแกมมาสเปกโตรมิเตอร์ ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.4
- 3.7.6 ศึกษาผลของอัตราไหลของน้ำต่อปริมาณการชะล้างของเรเดียม-226
- 3.7.6.1 วัดค่า pH ของกากตะกอนดีบุกและบรรจุตะกอนลงในคอลัมน์ ทำการชะล้างโดยใช้ความดัน 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ณ อุณหภูมิห้อง ใช้น้ำฝนซึ่งมี pH 6.3 อัตราไหลของน้ำฝน 50 ลบ.ซม.ต่อวัน เก็บตัวอย่าง 300 ลบ.ซม.
- 3.7.6.2 นำมาเติมด้วยกรด HCl 3 ลบ.ซม. แล้วกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน เติมด้วยกรด HNO_3 3 ลบ.ซม. ลดปริมาตรเหลือ 30 ลบ.ซม. มาบรรจุในภาชนะปิดผนึก บันทึกวัน เดือน ปี ทั้งไว้ 30 วัน
- 3.7.6.3 ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.7.6.1 และ 3.7.5.2 โดยเปลี่ยนอัตราไหลของน้ำเป็น 100 ลบ.ซม.ต่อวัน 200 ลบ.ซม.ต่อวัน และ 300 ลบ.ซม.ต่อวัน
- 3.7.6.4 เปลี่ยน pH ของกากตะกอนดีบุกเป็น 6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5, 9 โดยการเติมปูนขาวในปริมาณต่าง ๆ กัน
- 3.7.6.5 จากนั้นทำตามข้อ 3.7.6.1 ถึง 3.7.6.2
- 3.7.6.6 วัดหาปริมาณและความแรงรังสีของเรเดียม-226 โดยเปรียบเทียบกับกราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ผลการวิจัยแสดงดังตารางที่ 4.5 และ รูปที่ 4.2 และ 4.3
- 3.7.7 ศึกษาผลของการชะล้างเรเดียม-226 เมื่อทำการชะล้างด้วยน้ำฝนในปริมาณที่ต่างกัน
- 3.7.7.1 วัดค่า pH ของกากตะกอนดีบุกและบรรจุกากตะกอนดีบุกลงในคอลัมน์ ทำการชะล้างโดยใช้ความดัน 0.5 กิโลกรัมต่อ

ตารางเช่นเดิมตร ฌ.อณภูมิห้อง ใช้อัตราไหลของน้ำ
50 ลบ.ซม.ต่อวัน เก็บตัวอย่าง 600 ลบ.ซม.

3.7.7.2 นำน้ำตัวอย่างที่ได้มา 300 ลบ.ซม.เติมด้วยกรด HCl
3 ลบ.ซม. แล้วกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45
ไมครอน เติมด้วยกรด HNO_3 3 ลบ.ซม. ลดปริมาตร
เหลือ 30 ลบ.ซม. มาบรรจุในภาชนะปิดสนิท บันทึกวัน
เดือน ปี ตั้งไว้ 30 วัน

3.7.7.3 ทำเช่นเดียวกับข้อ 3.7.7.1 และ 3.7.7.2 โดยเปลี่ยน
อัตราไหลของน้ำเป็น 100 ลบ.ซม.ต่อวัน ,200 ลบ.ซม.
ต่อวัน และ 300 ลบ.ซม.ต่อวัน

3.7.7.4 วัดหาปริมาณของเรเดียม-226 โดยเปรียบเทียบกับกราฟ
ปรับเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ผลการ
วิจัยแสดงดังตารางที่ 4.6 และ รูปที่ 4.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย