บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ก. อะลูมิเนียม แผ่นกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร ความหนา 11.5 , 46.5, 61.5, 89.5, 137.0, 240.0, 297.0, 394.3, 434.1, 551.4 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ข. แผ่นคาร์บอน อะลูมิเนียม ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว ความหนาประมาณ 250 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป

ค. โลหะผสมตะกั่ว -ดีบุก 29 ตัวอย่าง ทองแดง-สังกะสี 4 ตัวอย่าง ความหนาประมาณ 250 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป

ง. ต้นกำเนิดรังสีเบตา สตรอนเชียม-90/อิตเทรียม-90,3.29ไมโครคูรี(121.8 MBq) แบบวงแหวนและหน้ากาก(MASK)

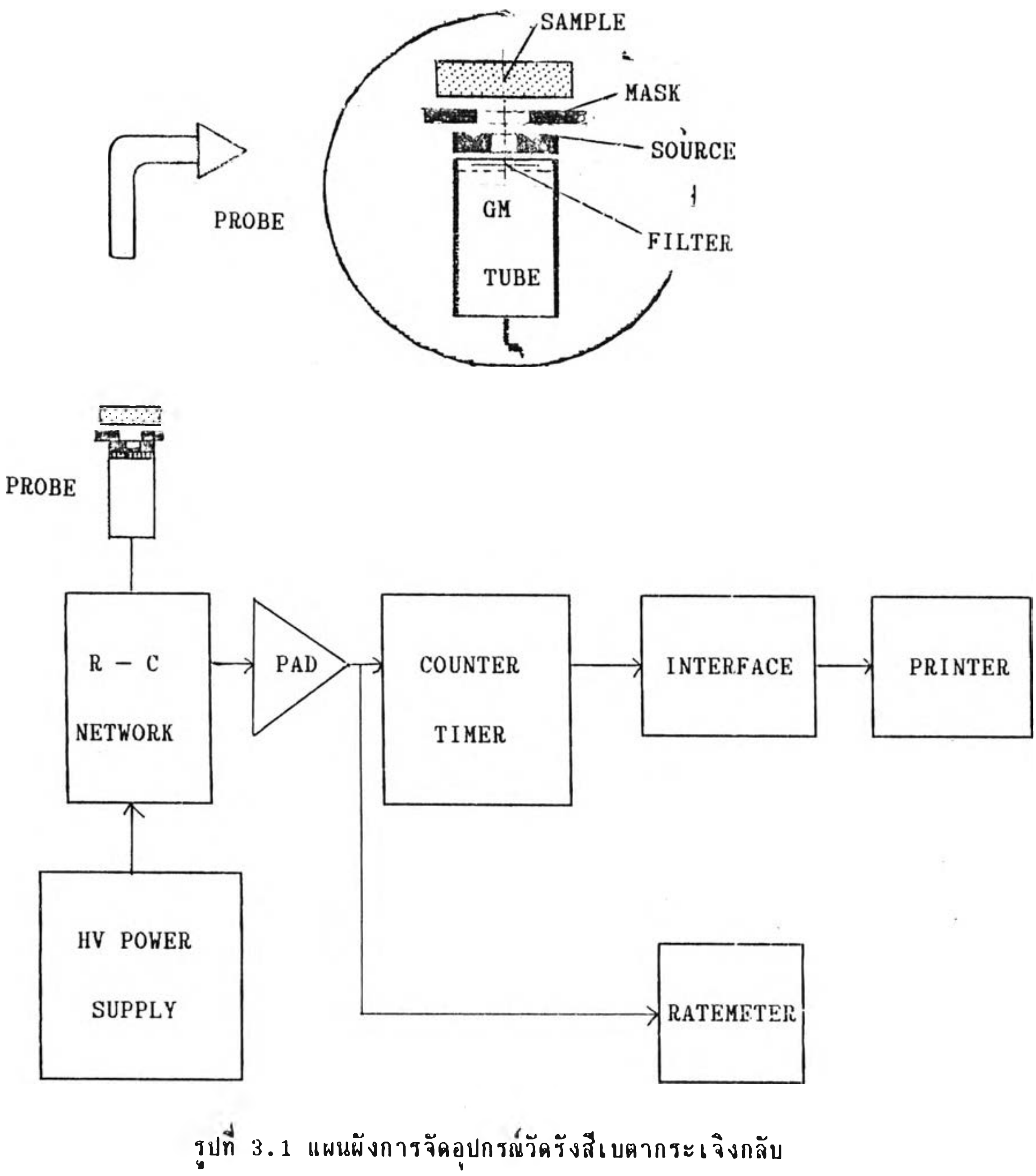
จ. หัววัดไกเกอร์-มูลเลอร์ (Geiger Muller Tube) Philips ZP 1431 เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร แบบหน้าต่างอยู่ด้านปลายหัววัด (end-window tube)

ฉ. ชุดวัดรังสีเบตา แผนผังการจัดอุปกรณ์รูปที่ 3.1 และภาพการจัดอุปกรณ์รูปที่ 3.2

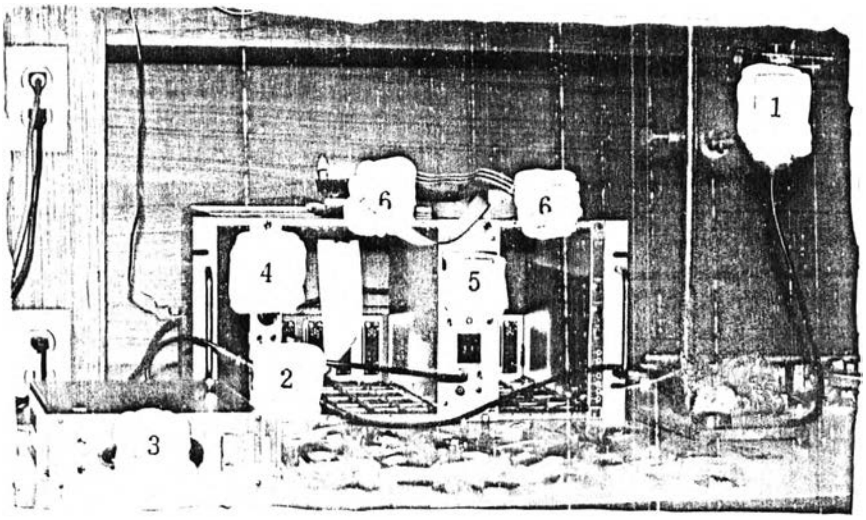
- ORTEC 546 HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY
- CANBERRA 814 FAD & POMONA ELECTRONICS 2417 R-C NETWORK
- CANBERRA 1772 COUNTER/TIMER
- NUCLEAR TECHNOLOGY NT.2602 PRINTER INTERFACE WITH CASIO HR-8 PRINTER

- ORTEC 541 RATEMETER

ช. เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรือง (XRF Spectrometer) ที่ใช้หัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (high purity germanium detector, HPGe)



รูปที่ 3.1 แผนผังการจัดอุปกรณ์วัดรังสีเบตากระเจิงกลับ



รูปที่ 3.2 ภาพการจัดอุปกรณ์วัดรังสีเบตากระเจิงกลับ

1 = โพรบ (PROBE) ประกอบด้วยโลหะตัวอย่างหน้ากาก (MASK) ต้นกำเนิดรังสีสตรอนเชียม-90/อิตเทรียม -90 แบบวงแหวน แผ่นกรองรังสี หัววัดไกเกอร์-มูลเลอร์ (GM TUBE)

2 = R-C NETWORK

3 = HV POWER SUPPLY

4 = PAD

5 = COUNTER/TIMER

6 = INTERFACE with PRINTER

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับความหนาของอะลูมิเนียมมีขั้นตอนดังนี้

- จัดอุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.1
- ใช้อะลูมิเนียมแผ่นกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร ความหนา 0, 61.5, 89.5, 137.0, 240.0, 394.3, 434.1, 551.4, 985.5 และ 1379.8 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นตัวอย่างสำหรับศึกษาความเข้มรังสีกับความหนา และใช้เวลานับรังสีตัวอย่างละ 120 วินาที
- ผลการวิจัยแสดงในตารางที่ 4.1 และกราฟรูปที่ 4.1

3.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับเลขอะตอมของธาตุต่าง ๆ

มีขั้นตอนดังนี้

- จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.1
- ใช้ธาตุ 6 ชนิด ความหนาประมาณ 250 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป ได้แก่ คาร์บอน (Z = 6), อะลูมิเนียม (Z = 13), ทองแดง (Z = 29), สังกะสี (Z = 30), แคดเมียม (Z = 48) และตะกั่ว (Z = 82) เป็นตัวอย่างในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีกับเลขอะตอม และใช้เวลานับตัวอย่างละ 120 วินาที
- ผลการวิจัยแสดงในตารางที่ 4.2 และกราฟรูปที่ 4.2

3.2.3 การหาพิสัยสูงสุดและพลังงานสูงสุดของรังสีเบตากระเจิงกลับจากตะกั่วและดีบุก

เนื่องจากการกระเจิงกลับของรังสีเบตา มีผลทำให้เกิดการเลื่อนสเปกตรัม-พลังงานของรังสีเบตา ดังรูปที่ 2.8 การเลื่อนของสเปกตรัมพลังงานเช่นนี้มีประโยชน์ในการเพิ่มความไวในการใช้เทคนิคนี้ จึงได้ทำการหาพลังงานสูงสุดของรังสีเบตา เพื่อศึกษาความแตกต่างของพลังงานของรังสีเบตากระเจิงกลับจากตะกั่วและดีบุก โดยใช้แผ่นอะลูมิเนียมกรองรังสีเบตากระเจิงกลับ และเปรียบเทียบความเข้มรังสีของแต่ละพลังงาน สำหรับเป็นแนวทางการใช้เทคนิคนี้ต่อไป

ขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้

- จัดอุปกรณ์วิจัยเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.1
- นับรังสีเบตากระเจิงกลับจากตะกั่ว(99.99%Pb)โดยใช้แผ่นอลูมิเนียมกรองรังสี ความหนาดังนี้ 0, 46.5, 61.5, 89.5, 137.0, 151.0 183.5, 240.0, 394.3, 434.1, 551.4, 985.5, 1047.0, 1123.0, 1126.0, 1256.0, 1380.0 และ 1619.8 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรวางไว้หน้าหัววัดรังสี ใช้เวลานับรังสีตัวอย่างละ 120 วินาที
- เปลี่ยนจากตะกั่วเป็นดีบุก (99.9%Sn) และทำเหมือนหัวข้อที่ผ่านมา
- สร้างกราฟระหว่างจำนวนนับรังสีกับความหนาของอะลูมิเนียมในกราฟ Semi-log
- หาพิสัยของรังสีเบตากระเจิงกลับจากตะกั่ว และดีบุก
- คำนวณหาพลังงานสูงสุดของรังสีเบตากระเจิงกลับจากตะกั่ว และดีบุก
- หาอัตราส่วนจำนวนนับรังสีของตะกั่วต่อดีบุก

ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และกราฟในรูปที่ 4.3

3.2.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับส่วนผสมของโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก เมื่อใช้แผ่นกรองรังสีความหนาต่าง ๆ กัน

การวิจัยขั้นนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับส่วนผสมของโลหะผสมตะกั่วบัดกรี โดยไม่ใช้แผ่นกรองรังสี เปรียบ เทียบกับการใช้แผ่นกรองรังสีความหนาต่าง ๆ กัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจำนวนนับรังสี และความไวในการวัดเพื่อนำเทคนิคนี้ไปใช้ประโยชน์ให้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำต่อไป

ขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้

- จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับหัวข้อที่ผ่าน มา
- ใช้โลหะตะกั่ว(99.99%)ดีบุก(99.9%Sn)และโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุกส่วนผสมต่างๆ กันคือ 63% Sn/37% Pb,60% Sn/40% Pb, 49%Sn/51% Pb, 40% Sn/60% Pb เป็นตัวอย่าง
- นับรังสีเบตากระเจิงกลับจากแต่ละตัวอย่าง โดยไม่มีแผ่นกรองรังสี เป็นเวลา 60 วินาที
- ทำซ้ำขั้นตอนที่ผ่านมา โดยใช้แผ่นอะลูมิเนียมหนา 11.15, 89. 5, 297.0, 386.51, 540.0, 652.4 และ 730.51 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร กรองรังสีกระเจิงกลับ สำหรับการใช้แผ่นกรองรังสีที่มีความหนาตั้งแต่ 89.51 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป ได้เพิ่มเวลานับรังสีให้นานขึ้น เนื่องจากอัตรานับรังสี (count rate) มีค่าลดลง เพื่อให้ได้จำนวนนับรังสีไม่น้อยกว่าประมาณ 15000
- หาอัตราส่วนจำนวนนับรังสีของโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก ต่อจำนวนนับรังสีของดีบุก

ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.4 และกราฟในรูปที่ 4.4

3.2.5 สร้างกราฟปรับเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มของรังสีเบตากระเจิงกลับกับปริมาณตะกั่วในโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก

จากผลการวิจัยในหัวข้อ 3.2.4 ได้เลือกใช้แผ่นอะลูมิเนียมหนาประมาณ540มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตรสำหรับกรองรังสี เพื่อนำไปใช้หาปริมาณตะกั่ว และดีบุก ในโลหะผสมตะกั่ว-ดีบุกต่อไป เหตุที่เลือกใช้แผ่นกรองรังสีความหนานี้ เพราะให้อัตราส่วนจำนวนนับรังสีของตะกั่วต่อดีบุกสูงพอ คือ 2 : 1 และสามารถแยกความแตกต่างของจำนวนรังสีได้ อย่างไรก็ตามเพื่อให้ผลการนับรังสีมีความเที่ยงตรงสูงอยู่ในช่วงแปรปรวนไม่เกิน $\pm$ 0.5 % จึงใช้เวลานับรังสีเพิ่มขึ้นจาก 3000 วินาที เป็น 12000 วินาที ซึ่งจะได้อัตรานับรังสีไม่น้อยกว่า 10^5 ต่อเวลา 12000 วินาที

ขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้

- จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.4 โดยวางแผ่นอะลูมิเนียมหนา 540 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ไว้หน้าหัววัดรังสีไกเกอร์-มูลเลอร์ เพื่อเป็นตัวกรองรังสีเบตากระเจิงกลับ
- ใช้ตัวอย่างมาตรฐาน 6 ตัวอย่าง คือ โลหะตะกั่ว (99.99%), ดีบุก (99.9% Sn) และ โลหะผสมตะกั่ว-ดีบุก ส่วนผสมต่าง ๆ กัน 63% Sn/37% Pb, 60% Sn/40% Pb, 49% Sn/51% Pb และ 40% Sn/60% Pb
- ใช้เวลานับตัวอย่างละ 12000 วินาที
- หาอัตราส่วนจำนวนนับรังสีของโลหะผสมตะกั่ว - ดีบุกต่อจำนวนนับรังสีของดีบุก

ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และกราฟในรูปที่ 4.5

3.2.6 การทดสอบหาปริมาณตะกั่ว-ดีบุก ในตัวอย่างตะกั่วบัดกรีชุด A จำนวน6 ตัวอย่าง

การวิจัยขั้นนี้เป็นการทดลองใช้เทคนิคการกระเจิงกลับของรับสีเบตาตามเงื่อนไขที่ได้จากการวิจัยที่ผ่านมาในการหาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างตะกั่วบัดกรี ที่ได้จาก โรงงานผลิตแห่งหนึ่งเพื่อเปรียบเทียบผลวิเคราะห์โดยการกระเจิงกลับของรังสีเบตา กับผลวิเคราะห์โดยวิธีอะตอมมิก แอบซอร์บชัน (Atomic Aborption, AA) ของโรงงาน และผลวิเคราะห์โดยที่ได้จากวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray fluorescence, XRF) ที่ใช้หัวข้อรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง(High Purity Germanium, HPGe) ของภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

ขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้

- จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.5 โดยใช้แผ่นกรองรังสีที่มีความหนาประมาณ 540 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร และตะกั่วบัดกรี 6 ตัวอย่างแลรังสีเบตากระเจิงกลับตัวอย่างละ 12000 วินาที
- นำผลการนับรังสีของแต่ละตัวอย่างไปอ่านจากกราฟปรับเทียบในรูปที่ 4.5เพื่อหาปริมาณตะกั่ว เปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์และวิธีอะตอมมิคแอมซอร์บชัน

ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.6

3.2.7 การทดสอบหาปริมาณตะกั่ว-ดีบุก ในตัวอย่างตะกั่วบัดกรีชุด B จำนวน16 ตัวอย่าง

การวิจัยขั้นนี้เป็นการทดลองใช้เทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตา ในการหาปริมาณตะกั่วในตะกั่วบัดกรี จากโรงงานผลิตแห่งหนึ่ง เพื่อเปรียบเทียบผลวิเคราะห์โดยวิธีการกระเจิงกลับของรังสีเบตา กับผลวิเคราะห์โดยวิธีหาความถ่วงจำเพาะของโรงงาน และวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ที่ใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง ของภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

ขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้

- จัดอุปกรณ์วิจัยเช่นเดียวกับในข้อ 3.2.5 และ 3.2.6
- ใช้แผ่นกรองรังสีมีความหนาประมาณ 540 มิลลิกรัม ต่อตารางเซนติเมตร และตะกั่วบัดกรี 16 ตัวอย่าง
- นับรังสีเบตากระเจิงกลับตัวอย่างละ 12000 วินาที
- นำผลการนับรังสีของแต่ละตัวอย่างไปอ่านจากกราฟปรับเทียบในรูปที่ 4.5เพื่อหาปริมาณตะกั่ว เปรียบเทียบผลโดยวิธีการกระเจิงกลับของรังสีเบตาผลวิเคราะห์โดย วิธีการเรืองรังสีเอกซ์ และ วิธีหาความถ่วงจำเพาะ

ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

3.2.8 การหาปริมาณทองแดงและสังกะสีในทองเหลือง

การวิจัยนี้เป็นการทดลองวัดความเข้มรังสีเบตากระเจิงกลับจากโลหะผสมทองแดงกับสังกะสีที่มีส่วนผสมต่างกัน 4 ตัวอย่าง คือ95.06% Cu/4.94% Zn,70.06% Cu/30.0% Zn,60.56 % Cu/39.5% Zn และ 2.75% Cu/97.25% Zn เพื่อตรวจสอบความไวของเทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีเบตาสำหรับหาส่วนผสมโลหะในโลหะผสมสองธาตุที่มีเลขอะตอมใกล้กัน

ขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้

- จัดอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.1
- ทำการนับรังสีเบตากระเจิงกลับจากโลหะผสมทองแดง-สังกะสี 4 ตัวอย่าง ใช้เวลานับตัวอย่างละ 240 วินาที
- หาอัตราส่วนจำนวนนับรังสีของสังกะสีต่อทองแดง

ผลการวิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 4.8