

การดำเนินการวิเคราะห์

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ใช้เครื่องมือและสารต่าง ๆ ดังนี้ คือ

- ก. เครื่องวัดรังสี ซินทิลเลชัน เคาน์เตอร์
- ข. สารตัวอย่าง
- ค. สารมาตรฐานที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์

4.1.1 เครื่องวัดรังสี ซินทิลเลชัน เคาน์เตอร์

เครื่องวัดรังสีที่ใช้คือ The Isotope Developments Scintillation Counting Unit Type 1653 Serial number 012 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Isotope Development Laboratory ประเทศอังกฤษ หัววัดรังสีเป็นแบบมีหลุม (Well-Type Sodium Iodide Detector) ขนาด 2 x 2 นิ้ว

4.1.2 สารตัวอย่าง

สารตัวอย่างที่ใช้มี 2 ชนิด คือ กิน กับไบยาสูบ ก่อนเตรียมสารตัวอย่าง นำกินและไบยาสูบไปอบในตูบ (Oven) อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อไลความชื้น และให้สารตัวอย่างอยู่ในสถานะเริ่มแรกเหมือนกัน สำหรับไบยาสูบนั้น นำไปทำให้เป็นเถ้าเสียก่อน โดยนำไปเผาเถ้าเผา (Muffle) อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ภาชนะที่ใช้ใส่ไบยาสูบเผาเถ้าเผา คือ ถ้วยกระเบื้องทนไฟสีขาว (Porcelain Crucible) ในช่วงนี้ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์เถ้าไวคาย เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณโคบอลต์ในไบยาสูบแห่งตอนหลัง

จากนั้นบรรจุตัวอย่างดิน และเอาตัวอย่างใบยาสูบเกือบเต็มชวคโพลีเอทธีลีน (Polyethylene) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรสูง 3 เซนติเมตร นำหนักดินจะหนักประมาณ 2.5000-4.6000 กรัม และนำหนักเอาใบยาสูบจะหนักประมาณ 1.0000-3.0000 กรัม หนักผ่าชวคให้สนิทควยความร้อนเพื่อป้องกันการรั่วไหลของตัวอย่างดินและเอาตัวอย่างใบยาสูบระหว่างอบรังสีนิวตรอนและการวิเคราะห์

ในการเตรียมสารตัวอย่างเตรียมไว้ 2 ชุด เพื่ออบรังสีนิวตรอนในท่ออบรังสี Trough Tube ของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูทั้งทอบนและทอล่าง จะได้มีผลการทดลองไว้เปรียบเทียบกัน

4.1.3 สารมาตรฐานที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์

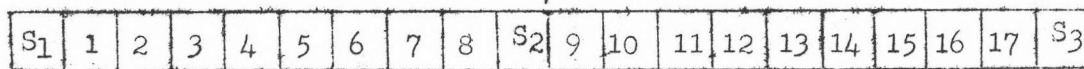
ในการวิเคราะห์โคบอลต์ในดินและใบยาสูบนี้ สารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ โคบอลต์บริสุทธิ์ 99% ลักษณะเป็นเกร็ดแข็ง เป็นผลิตภัณฑ์ของ บริษัท Koch-Light Laboratories Ltd. บรรจุโคบอลต์บริสุทธิ์ลงในชวคโพลีเอทธีลีน ขนาดเดียวกับที่บรรจุตัวอย่างดินและตัวอย่างเอาใบยาสูบชวคละ 5 มิลลิกรัม รวม 18 ชวค หนักผ่าให้สนิทเช่นเดียวกับชวคของตัวอย่างดิน และเอาตัวอย่างใบยาสูบ

4.2 วิธีดำเนินการวิเคราะห์

4.2.1 การอบรังสีนิวตรอนแก่สารตัวอย่างและสารมาตรฐาน

นำชวคที่บรรจุตัวอย่างดิน ตัวอย่างเอาใบยาสูบและสารมาตรฐานไปหอคยแวนอลูมิเนียม เพื่อว่าถ้ามีชวคใดชวคหนึ่งเกิดรั่วไหลในขณะอบรังสีนิวตรอนแล้ว จะไม่ไปเประเบื้อนชวคอื่น ๆ นำชวคที่หอคยแวนอลูมิเนียมแล้วนำมามัดรวมกัน มัดละ 3 ชวค สารตัวอย่างและสารมาตรฐานเตรียมเป็น

2 ชุด แต่ละชุดจะประกอบด้วยสารตัวอย่าง 17 มัด และสารมาตรฐาน 3 มัด นำสารตัวอย่างและสารมาตรฐานแต่ละชุดมาบีบรวมกันเป็นมัดยาว โดยมีหลอดมึนนิยมนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ยาว 75 เซนติเมตรเป็นแกนและมีแผ่นอลูมิเนียมเคลือบกันที่ละมัด ให้สารมาตรฐานอยู่ที่ริมทั้ง 2 ข้าง และประมาณกึ่งกลางมัดยาว ดังรูปที่ 4-1



แนวกึ่งกลางมัดยาว

รูปที่ 4-1 แสดงตำแหน่งมัดของสารตัวอย่างและสารมาตรฐาน S_1 , S_2 , S_3 คือ มัดของสารมาตรฐาน ตัวเลข 1-17 คือ มัดแต่ละมัดของสารตัวอย่าง

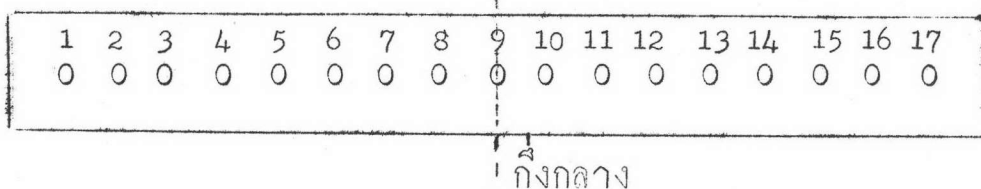
จากนั้นนำมัดยาวแต่ละชุดหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมอีกครึ่งหนึ่งแล้วนำมัดยาวแต่ละชุดใส่เข้าไปในท่ออาบรังสีนิวตรอนของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูที่เรียกว่า Trough Tube ทอบนและวางตามลำคัม เอาทาง S_1 เข้าท่อทอน โดยให้กึ่งกลางของแต่ละมัดยาวอยู่ห่างปากท่อ 3.25 เมตร ทั้ง 2 ท่อ อาบรังสีนิวตรอนเป็นเวลา 63 วัน แล้วปล่อยให้ไว้อย่างน้อย 3 สัปดาห์ จึงนำไปวัดรังสี เพื่อตัดการรบกวนซึ่งเกิดจากราคูที่มีครึ่งชีวิตสั้น ๆ

4.2.2 การหากราฟคอนทัวร์ (Contour Graph)

นิวตรอนฟลักซ์ในท่ออาบรังสี Trough Tube มีค่าไม่เท่ากันตลอดทั้ง 2 ท่อ ท่อกลางมีค่านิวตรอนฟลักซ์ในบริเวณใกล้เคียงประมาณ 5.5×10^8 ตัว/ซม.²-วินาที - กิโลวัตต์⁴ ส่วนท่อนบนมีค่า 3×10^8 ตัว/ซม.²

⁴THAI. AEC-2, Progress Report on Reactor Physics and Health Physics.

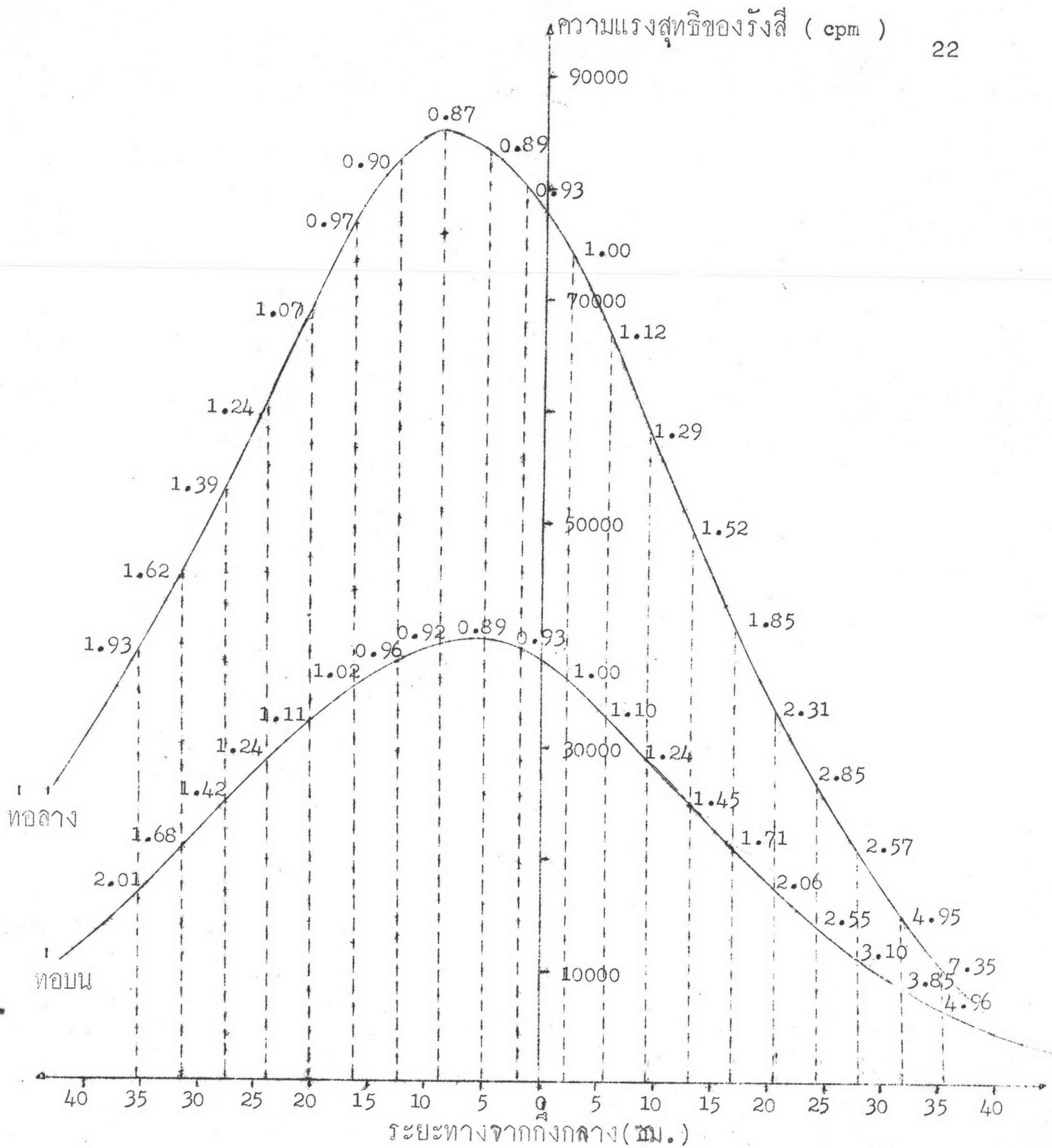
วินาที - กิโลวัตต์⁵ ดังนั้นจึงต้องหา กราฟคอนทัวร์ ของทั้ง 2 ท่อไว้เพื่อแก้คานิวตรอนฟลักซ์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบให้สารตัวอย่างและสารมาตรฐานรับนิวตรอนฟลักซ์ปริมาณเท่ากันทุกตัวอย่าง โดยเอาแผ่นทองแดงบาง ๆ มีลักษณะกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร จำนวน 17 แผ่น ติดบนแผ่นไม้ขนาด 2x90x0.5 เซนติเมตร ตามยาวควยเทปกระดาษ ให้แต่ละแผ่นอยู่ห่างกันแผ่นละ 5 เซนติเมตร ตำแหน่งกึ่งกลางของแผ่นทองแดงที่เรียงกันตามลำดับ จะอยู่ที่ตำแหน่งแผ่นทองแดงอันที่ 9 ดังรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 แสดงตำแหน่งของแผ่นทองแดงที่ติดลงบนแผ่นไม้เพื่อหากราฟคอนทัวร์

หลังจากนั้นนำแผ่นไม้นี้ใส่เข้าไปในท่ออาบรังสีทอกลาง โดยให้ตำแหน่งกึ่งกลางอยู่ห่างจากปากท่อ 3.25 เมตร เหมือนกับที่นำสารตัวอย่างและสารมาตรฐานไปอาบรังสีนิวตรอน แต่ในตอนนี้เป็นตอนที่นำสารตัวอย่างและสารมาตรฐานออกจากท่อแล้ว ปล่อยให้แผ่นทองแดงอาบรังสีนิวตรอนเป็นเวลา 7 ชั่วโมง แล้วนำแผ่นทองแดงออกจากท่อไปวัดรังสีนิวตรอนฟลักซ์ที่พุ่งเข้าอาบแผ่นทองแดงที่ระยะทางต่าง ๆ จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความแรงสุทธิของรังสีที่วัดได้จากทองแดง เขียนกราฟระหว่างความแรงสุทธิของรังสีกับระยะทางจากกึ่งกลางจะได้ กราฟคอนทัวร์ ดังรูปที่ 4-3 (โค้งอันบน) สำหรับท่ออาบรังสีทอบนปฏิบัติ เช่นเดียวกับทอกลางจะได้ กราฟคอนทัวร์ ดังรูปที่ 4-3 เช่นกัน (โค้งอันล่าง)

⁵ THAI, AEC-2, *op.cit.*, p. 6.



รูปที่ 4-3 แสดงกราฟคอนทัวร์ ของท่อขารังสี Trough Tube ทั้งทอบนและทอล่าง

ในรูปที่ 4-3 เส้นประแสดงถึงตำแหน่งกึ่งกลางของแต่ละมัดของมัดสารตัวอย่างและสารมาตรฐาน จากขวาไปซ้ายคือ ตำแหน่งกึ่งกลางของมัดสารมาตรฐาน สารตัวอย่าง 1, 2, 3, ... เรียงลำดับตามรูปที่ 4-1 ตัวเลขที่ปรากฏบนเส้นโค้ง คือ ค่าแฟคเตอร์ สำหรับแก๊วโตรอนฟลักซ์ ตรงที่แฟคเตอร์ มีค่าเป็น 1.00 คือ ตำแหน่งของสารมาตรฐานที่วางอยู่ประมาณกึ่งกลางมัดยาว (s_2 ในรูปที่ 4-1)

4.3 การเตรียมสารมาตรฐานเพื่อการวิเคราะห์

เนื่องจากปริมาณโคบอลต์ในดินและใบยาสูบมีค่าน้อยมากเป็น ppm (Part Per Million) และปริมาณโคบอลต์มาตรฐานที่อาบรังสีนิวตรอนหนัก 5 มิลลิกรัม เมื่อนำไปวัดรังสีจะโคจนวนนับสูงมาก เมื่อเทียบกับสารตัวอย่างและทำให้เครื่องวัดรังสีนับไม่ทัน จึงต้องนำสารโคบอลต์มาตรฐานนั้นมาละลายให้เจือจางโดยใช้กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้นเป็นตัวทำละลาย

การวิเคราะห์ครั้งนี้เลือกสารมาตรฐานที่อยู่ประมาณกึ่งกลางมัดยาวไปละลายทั้ง 2 ชุด คือ ชุดที่อาบรังสีนิวตรอนในท่ออบรังสีทอบนและล่าง โดยนำไปอย่างละอัน

นำสารมาตรฐานที่อาบรังสีนิวตรอนในท่อล่างไปละลายโดยเติมกรดไนตริกลงไปเล็กน้อย ให้ความร้อนเล็กน้อย โคบอลต์จะละลายหมด แล้วเติมน้ำจนครบ 10 ซี.ซี. แยกเอาสารละลายมา 1 ซี.ซี. (เจือจาง 10 เท่า) เติมน้ำลงไปจนครบ 10 ซี.ซี. แล้วตวงสารละลายนี้ 1 ซี.ซี. (เจือจาง 100 เท่า) บรรจุลงในขวดโพลีเอทิลีน เติมน้ำลงไปให้อยู่ในระดับสูงประมาณเท่ากับสารตัวอย่างที่บรรจุลงในขวด เพื่อให้ Geometry เหมือนกัน ฉีกฝาขวดให้สนิทด้วยความร้อน เพื่อป้องกันการรั่วไหล สารละลายที่อยู่ในขวดนี้ถูกทำให้เจือจางลง 100 เท่า จะมีปริมาณโคบอลต์อยู่ 50 ไมโครกรัม

สำหรับสารมาตรฐานที่อาบรังสีนิวตรอนในทอบน ปฏิบัติเช่นเดียวกัน กับสารมาตรฐานที่อาบรังสีนิวตรอนในท่อล่าง แต่มีความแรงของรังสีต่ำกว่า ที่อาบ

รังสีนิวตรอนในท่อล่างมาก จึงทำให้เจือจางลงเพียง 10 เท่า ซึ่งจะมีปริมาณ โคบอลต์อยู่ 500 ไมโครกรัม

4.4 การวัดรังสี

การวัดรังสีใช้เครื่อง ซินทิลเลชัน เคาน์เตอร์ ซึ่งมีหัววัดรังสี เป็นแบบ มีหลุม ก่อนจะวัดสารตัวอย่างและสารมาตรฐานต้องตั้งเครื่องวัดรังสีให้เหมาะสม เพื่อวัดรังสีเฉพาะของ Co-60 ที่ peak energy 2.50 MeV เพียงอย่างเดียว คือ ต้องตั้งค่า Discriminator Bias ที่เหมาะสม การที่จะเลือกค่า Discriminator Bias เท่าไร จึงเหมาะสมต้องทำการทดลอง โดยวัดค่า ความแรงของ สารมาตรฐานกับสารตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่งเปรียบเทียบกับที่ค่า Discriminator Bias ต่าง ๆ เริ่มจาก 30 โวลต์ แล้วเพิ่มทีละ 1 ไปเรื่อย ๆ เป็น 31, 32, 33, 34, 35, 36, ตามลำดับ จนกระทั่งอัตราส่วนความแรงสุทธิของ สารมาตรฐานต่อสารตัวอย่างนั้นมีค่าคงที่ ก็หยุดได้ แสดงว่าที่ Discriminator Bias ค่านั้น เครื่องวัดรังสีวัดเฉพาะ Co-60 ที่ peak energy 2.50 MeV อย่าง เดียว ใช้ค่า Discriminator Bias นั้น ตลอดการทดลอง สำหรับการวิเคราะห์ครั้งนี้ ตั้งเครื่องวัดรังสีดังนี้

High Voltage Supply = 960 โวลต์

Discriminator Bias = 35.0 โวลต์ สำหรับวัดตัวอย่างดิน

= 36.0 โวลต์ สำหรับวัดแก้ว -
อย่างใบยาสูบ

และใช้เวลาในการนับตัวอย่างละ 5 นาที โดยนับสารมาตรฐาน 1 ครั้ง ต่อสาร ตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง