หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 4
วิธีการดำเนินงาน

4.1 อุปกรณ์และเครื่องใช้ในการดำเนินงาน

การวิจัยครั้งนี้ต้องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบการดำเนินงานมากมายและได้มีการจัดเตรียมดังนี้

4.1.1 การอาบรังสีและเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องทั่วไปของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย-1 /ดัดแปลงครั้งที่ 1 (ปปว-1 /1) ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ โดยเรียนรู้หัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

ก. ระเบียบปฏิบัติในการอาบรังสี

ข. อุปกรณ์สำหรับอาบรังสี

ค. ปริมาณนิวตรอนในหอต่าง ๆ ที่ใช้อาบรังสี

ง. ช่วงเวลาของการเดินเครื่องปฏิกรณ์

4.1.2 อุปกรณ์สำหรับการอาบรังสี

การนำสารตั้งต้นเข้าอาบรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ต้องใช้อุปกรณ์ซึ่งเตรียมไว้เป็นพิเศษ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ กล่าวคือขณะอาบรังสี ต้องป้องกันไม่ให้มีการเปรอะเปื้อน หรือเกิดอุบัติเหตุทางรังสี

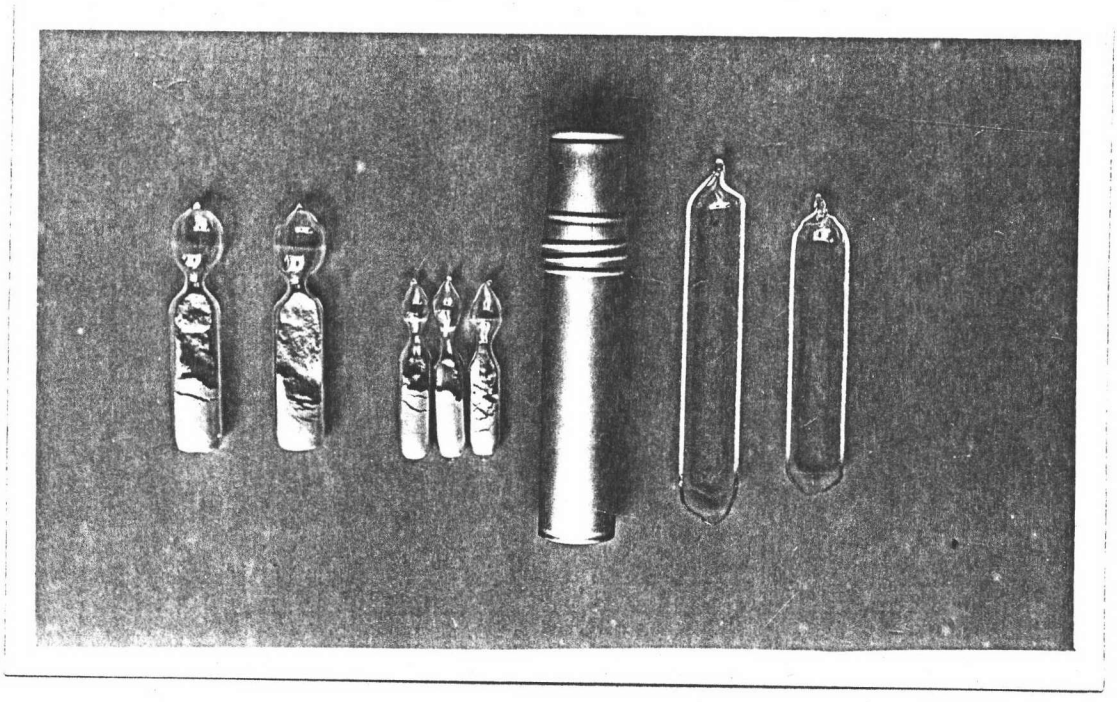
การวิจัยครั้งนี้ได้จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการอาบรังสี โดยแสดงในรูปที่ 4–1

4.1.3 การเตรียมและการเลือกสารตั้งต้น

สารตั้งต้นในที่นี้หมายถึงสารประกอบทางเคมีใด ๆ ที่จะนำมาอาบรังสีแล้วเกิดปฏิกริยานิวเคลียร์ ได้ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่ต้องการ การเลือกสารตั้งต้นต้อง

คำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ต้องเป็นสารประกอบที่ไม่สลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน และไม่เกิดปฏิกริยาได้ไอโซโทปอื่น ซึ่งจะเป็นปัญหาในการแยกไอโซโทปที่ต้องการ

การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้เทลลูเรียมไดออกไซด์เป็นสารตั้งต้น เพราะเป็นสารประกอบที่คงตัวมาก และเป็นออกไซด์ที่ไม่มีปฏิกริยาอื่นมารบกวนการแยกเอาไอโอดีน-131 ที่บริสุทธิ์ออกมาใช้ประโยชน์ สำหรับการจัดเตรียมสารตั้งต้นเพื่อนำเข้าอาบรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ต้องบรรจุลงในหลอดแก้วกวอตซ์ (Quartz Ampule) ดังแสดงในรูป 4-1



รูปที่ 4-1 แสดงอุปกรณ์และหลอดบรรจุสารตั้งต้นสำหรับการอาบรังสี

4.1.4 <u>เทลลูเรียมไดออกไซด์</u> (Tellurium dioxide)

เป็นออกไซด์ของธาตุเทลลูเรียมมีสูตรทางเคมี คือ TeO_2 และมีจุดหลอมเหลว 750 องศาเซลเซียส แหล่งผลิต TeO_2 ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. บริษัท B.D.H.
2. บริษัท E. merck
3. บริษัท Johnson & Matthey

4.1.5 เครื่องใช้เกี่ยวกับการวัดรังสี

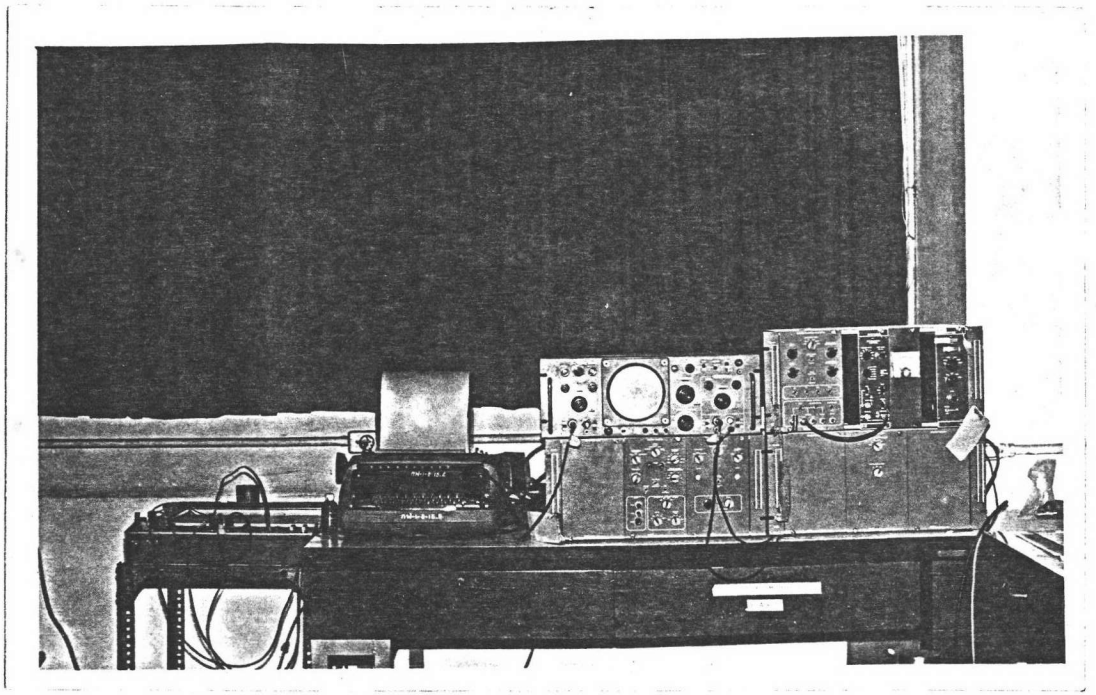
ก. Ge (Li) Detector

การวิจัยครั้งนี้ใช้หัววัด Ge (Li) ของ ORTEC ขนาด 26 ซม.^{3} แบบ Cylinder Coaxial เป็น detector สำหรับตรวจสอบชนิดของไอโซโทปกัมมันตรังสี โดยการวัดพลังงานของรังสีแกมม่า แล้วตรวจสอบกับหนังสือคู่มือ (5) หัววัดนี้มีท่อนำความเย็นต่อลงในถังบรรจุไนโตรเจนเหลว และประกอบอยู่ในเครื่องกำบังรังสี เพื่อลดปริมาณรังสีที่อาจรบกวนจากภายนอกรอบ ๆ หัววัดดังแสดงในรูป 4–3

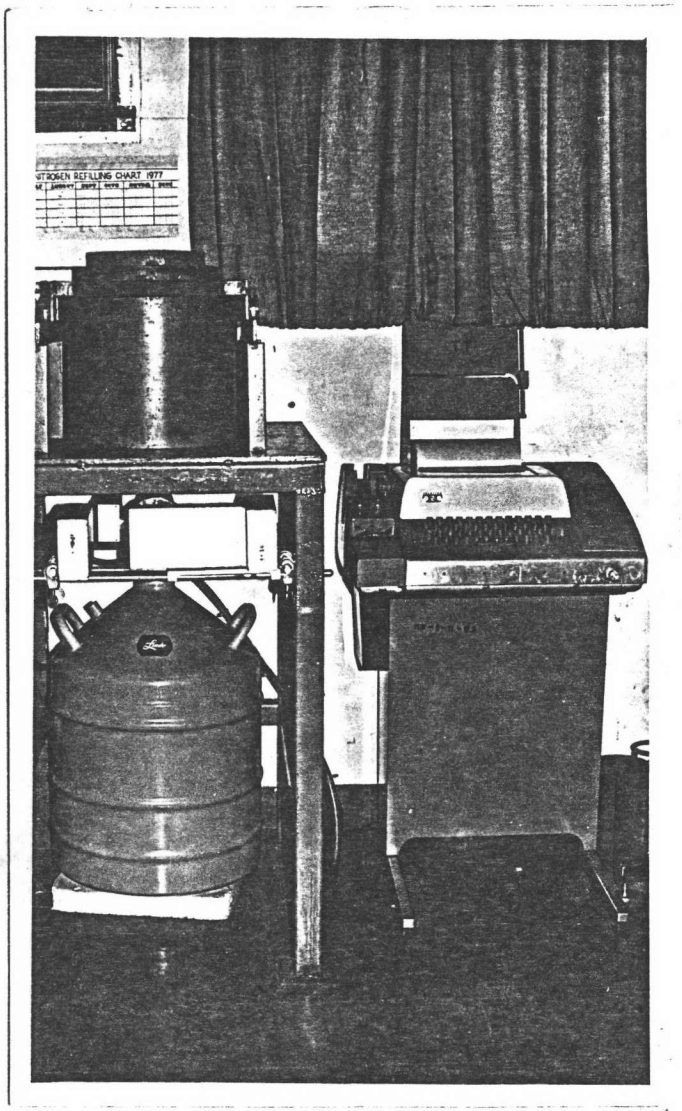
หัววัด Ge (Li) ต่อวงจรเข้ากับเครื่อง Multichannel Analyzer ของ Nuclear Data Model 2200 ขนาด 1024 ช่อง ซึ่งให้ผลการวัดรังสีแกมม่าปรากฏให้เห็นเป็นสเปคตรัมบนจอภาพ (Oscilloscope) และบันทึกจำนวนนับต่อหน่วยเวลาจากเครื่องพิมพ์ เครื่อง Multichannel Analyzer และเครื่องพิมพ์แสดงโดยรูป 4–2

ข. เครื่องวัดแบบ G.M. Counter

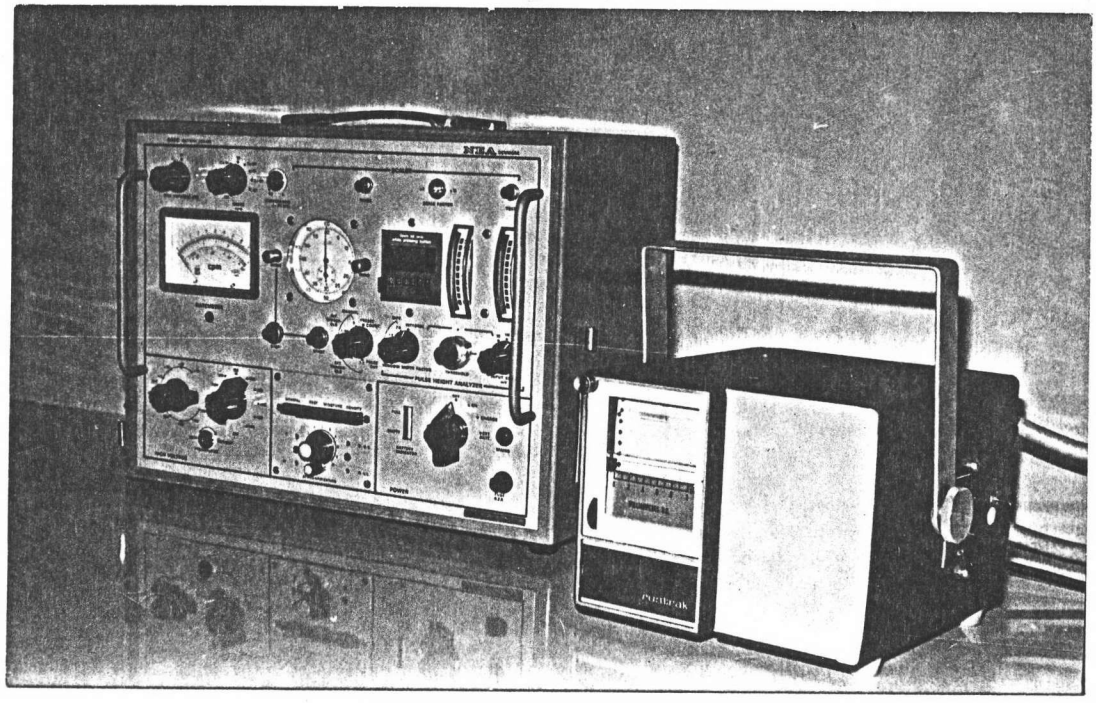
ใช้สำหรับวัดความแรงของไอโอดีน–131 โดยการนับรังสีที่ระยะต่าง ๆ ของการทดสอบความบริสุทธิ์ทางเคมีรังสีด้วยวิธี Paper Electrophoresis เครื่องวัดแบบ G.M. ที่ใช้เป็น Model 151 A ของ Nuclear Chicago



รูปที่ 4-2 แสดงเครื่องวัดแบบ Multichannel Analyzer



รูปที่ 4-3 แสดงหัววัด Ge (Li) ในเครื่องกำบังรังสี



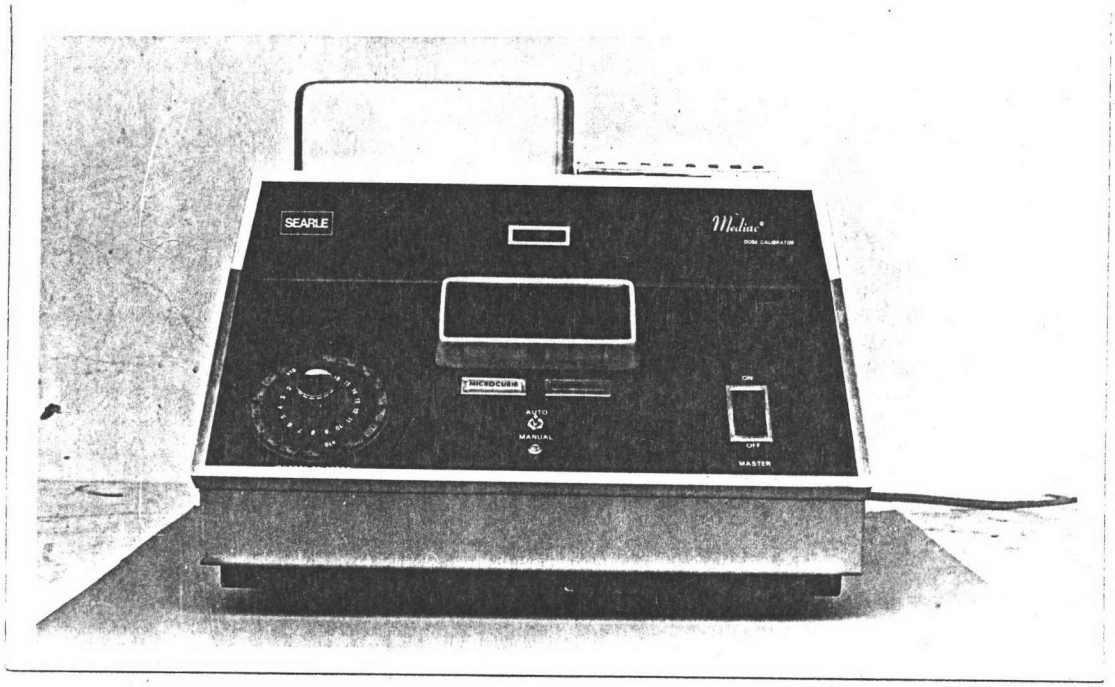
รูปที่ 4-4 เครื่องวัดรังสีที่ใช้บันทึกการกลั่นออกของไอโอดีน-131

ค. Gamma Scintillation Detector

หัววัด Scintillation ต่อกับ BASC Portable Battery Scaler ใช้เป็น Rate meter สำหรับบันทึกความแรงของไอโอดีน-131 ที่เพิ่มขึ้นในสารละลายด่าง เปรียบเทียบกับเวลาและอุณหภูมิขณะทำการกลั่นและสามารถบันทึกจำนวนนับของรังสีด้วยเครื่องเขียนกราฟ (Recorder) ของ Rustrak Instrument ดังแสดงในรูป 4-4

ง. เครื่องวัดแบบ Ionization

ใช้เครื่อง Isotope Calibrator ของ Nuclear Chicago เป็นเครื่องวัดที่สามารถอ่านค่าปริมาณสารกัมมันตรังสีเป็นหน่วยมิลลิกูรี หัววัดเป็นแบบ Ionization ใช้วัดปริมาณรังสีของไอโอดีน-131 ที่แยกได้ เครื่อง Isotope Calibrator แสดงโดยรูปที่ 4-5

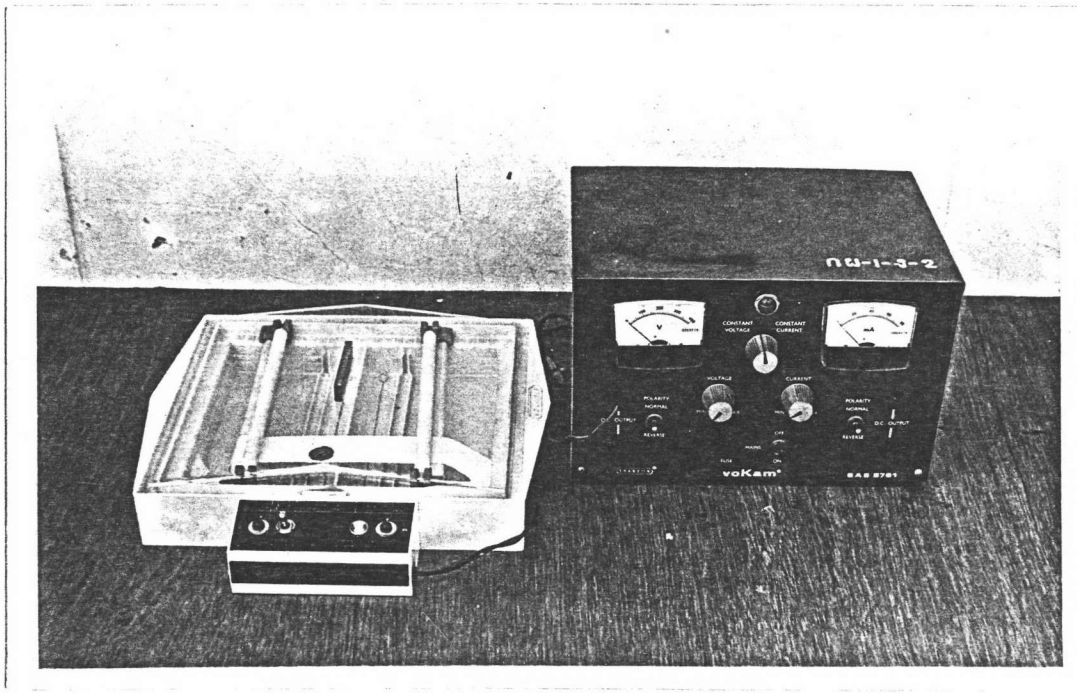


รูปที่ 4-5 เครื่องวัดรังสีที่ใช้วัดปริมาณไอโอดีน-131

4.1.6 เครื่อง Paper Electrophoresis

เป็นเครื่องมือสำหรับใช้แยกสารประกอบทางเคมี การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่อง Paper Electrophoresis แยกสารละลายไอโอดีน-131 ที่ผลิตได้ เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีรังสี ว่าสารละลายที่แยกได้นั้น ประกอบด้วยสารประกอบไอโอดีน-131 กี่ชนิด เช่น หาว่ามีสารประกอบไอโอไดด์ หรือไอโอเดต อย่างละกี่เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

การวิจัยนี้ใช้เครื่อง Paper Electrophoresis ของ Shandon Model U77 ดังแสดงโดยรูปที่ 4-6



รูปที่ 4-6 เครื่องมือ Paper Electrophoresis ที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพทางเคมีรังสีของไอโอดีน-131

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

4.2 ขั้นตอนการแยกไอโอดีน-131 โดยใช้วิธีกลั่นแบบแห้ง

4.2.1 การเตรียมสารตั้งต้นสำหรับอาบรังสี

ก. เตรียมหลอดแก้วสำหรับบรรจุตามรูป 4-1

ข. บรรจุเทลลูเรียมไดออกไซด์ที่อบแห้งตามน้ำหนักที่ต้องการ แล้วใช้ไฟหลอมปิดหลอดแก้ว ไม่ให้มีอากาศรั่วเข้าออก

ค. บรรจุหลอดสารตั้งต้นลงในกระบอกอลูมิเนียมเพื่อเตรียมอาบรังสีต่อไป

4.2.2 การอาบรังสีนิวตรอน

นำสารตั้งต้นที่เตรียมเรียบร้อยแล้ว ลงอาบรังสีนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ในเลซี ซูซาน (Lazy Susan) ซึ่งมีจำนวนนิวตรอนโดยเฉลี่ย 1.2×10^{12} นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาที การอาบรังสีต้องกำหนดเวลาการอาบที่แน่นอนเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณต่อไป

4.2.3 การขนย้ายสารตั้งต้นที่อาบรังสีแล้ว

เนื่องจากสารตั้งต้นที่อาบรังสีแล้ว จะมีสารกัมมันตรังสีเกิดขึ้นมากมาย ดังนั้นการขนย้ายเอาสารตั้งต้นที่อาบรังสีแล้วออกมาทำการทดลองต้องพิจารณาดังนี้

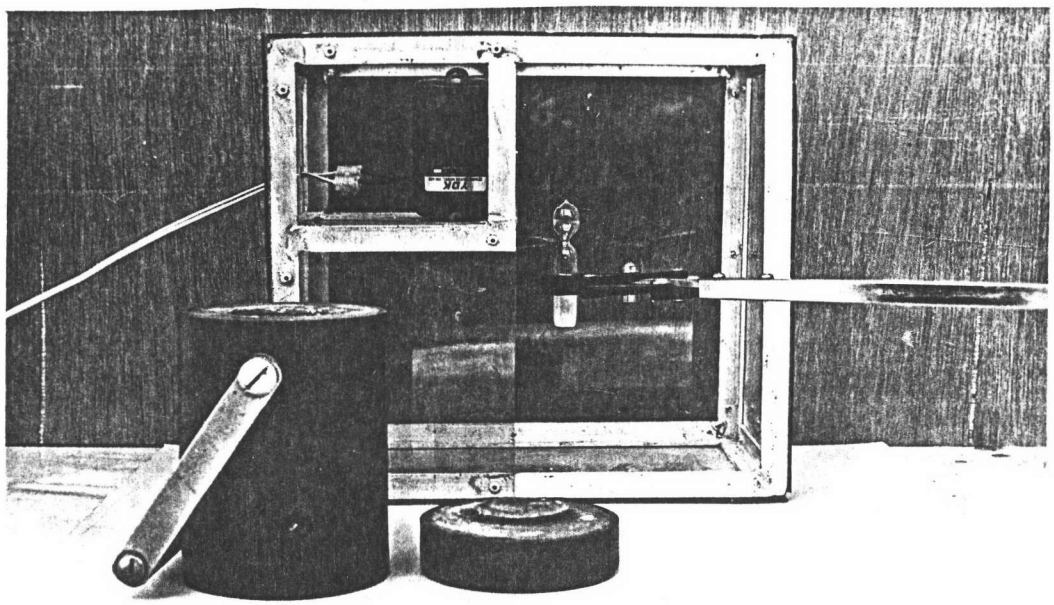
ก. ปล่อยให้สารกัมมันตรังสีที่มีอายุครึ่งชีวิตสั้น ๆ สลายตัวให้หมดเสียก่อน

ข. ใช้กระปุกตะกั่วที่ป้องกันรังสีได้อย่างเพียงพอ

ค. ตรวจสอบความแรงของรังสีก่อนทำการขนย้าย

4.2.4 การบรรจุสารตั้งต้นที่อาบรังสีแล้วลงในเครื่องกลั่น

การเปิดกระบอกอลูมิเนียม เพื่อเอาหลอดแก้วบรรจุสารตั้งต้นออกมาทำการทดลอง ต้องทำภายในตู้ที่มีเครื่องกำบังรังสีทำด้วยตะกั่วหนา 5 เซ็นติเมตร การเปิดหลอดแก้วต้องใช้เครื่องตัดแก้วที่คอกอดของหลอด ดังแสดงโดยรูปที่ 4-7 แล้วเทผงเทลลูเรียมไดออกไซด์ลงในรางแก้ว (Boat) ซึ่งแสดงในรูปที่ 4-1 จากนั้นจึงบรรจุรางแก้วเข้าในเครื่องกลั่น



รูปที่ 4-7 แสดงเครื่องมือตัดหลอดบรรจุสารตั้งต้นที่อาบรังสีนิวตรอน

4.2.5 ชุดเครื่องมือสำหรับการกลั่นแบบแห้ง

ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

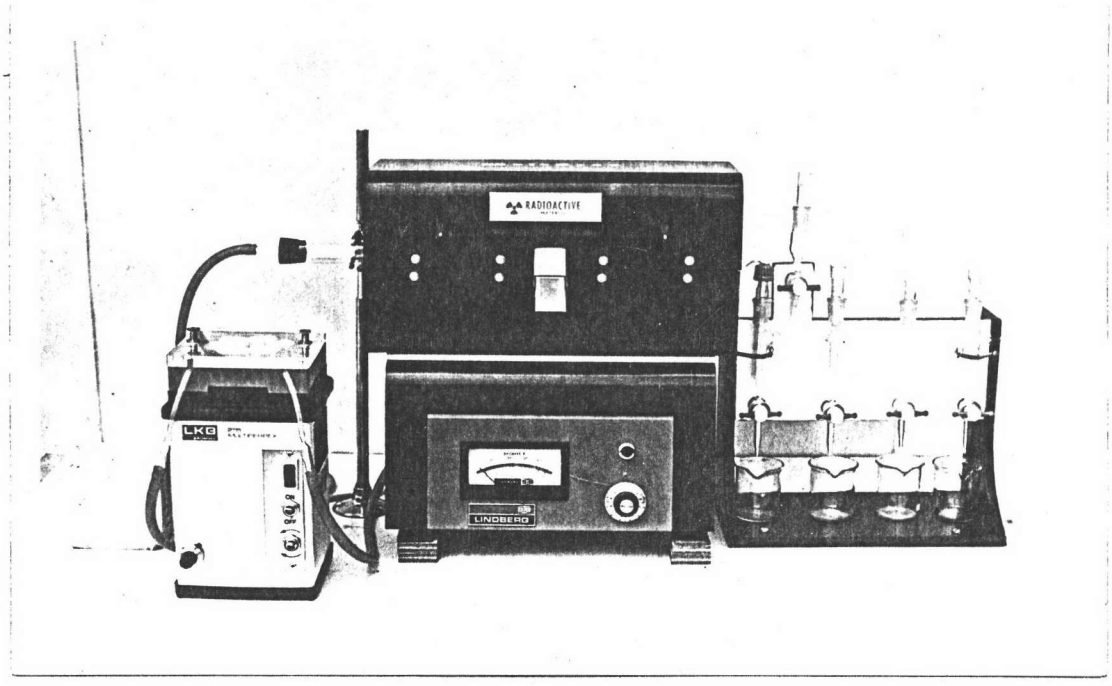
ก. เตาเผาแบบ Tube Furnace ของ LINDBERG

ข. AIR FLOW INDUCER แบบ Tube pump ของ LKB

ค. ชุดเครื่องแก้ว ประกอบด้วยท่อสำหรับเผา และชุดสำหรับบรรจุสารละลายต่างเพื่อจับไอโอดีน-131

ชุดเครื่องมือดังกล่าวนี้ ติดตั้งภายในตู้ตะกั่ว (Hot cell) เพื่อป้องกันอันตรายจากรังสี โดยใช้ตะกั่วหนา 5 เซ็นติเมตร ตู้ปฏิบัติการมีระบบระบายอากาศอย่างดี

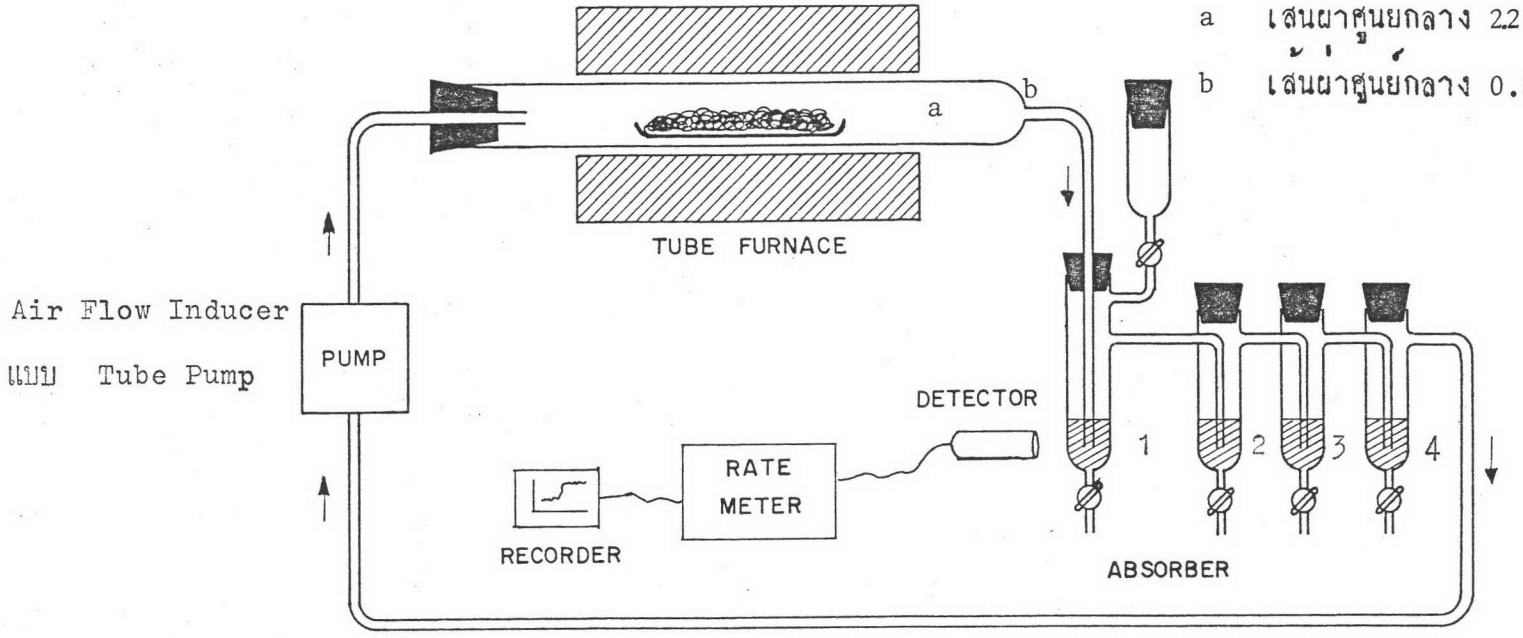
สำหรับรูปเครื่องมือซึ่งใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ แสดงโดยรูปที่ 4–8 และสามารถเขียนเป็นแผนผังดังรูปที่ 4–9



รูปที่ 4–8 แสดงชุดเครื่องมือสำหรับการกลั่นแบบแห้ง

a เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.2 ซม. ยาว 45 ซม.

b เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม.



รูปที่ 4-9 แสดงแผนผังเครื่องมือที่ใช้สำหรับการกลั่นแบบแห้ง

4.3 การทดสอบคุณภาพของไอโอดีน-131 ที่แยกได้โดยวิธีกลั่นแบบแห้ง

การทดสอบคุณภาพ ทำดังนี้

4.3.1 การทดสอบทางรังสี (Radioactive Control)

ทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง Multichannel Analyzer ตรวจสอบพลังงานรังสีแกมม่า และการวัดพลังงานรังสีแกมม่านี้จะเป็นเครื่องชี้ว่ามีสารกัมมันตรังสีชนิดอื่นปะปนมาบ้างหรือไม่ เพราะสเปคตรัมของสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน

4.3.2 การทดสอบคุณภาพทางเคมี (Chemical Control)

ทำโดยการทดสอบว่ามีธาตุอย่างอื่นปะปนมาบ้างหรือไม่ เช่น การทดสอบคุณภาพของสารละลายไอโอดีน-131 จะเน้นหนักว่ามีสารตั้งต้น คือ เทลลูเรียมปะปนออกมาหรือไม่ ปริมาณเท่าใด วิธีที่จะทดสอบได้คือ ใช้การวิเคราะห์ปริมาณเทลลูเรียมโดยวิธี Spot test Analysis

4.3.3 การทดสอบคุณภาพทางเคมีรังสี (Radiochemical Control)

ทำโดยการตรวจสอบว่าสารละลายไอโอดีน-131 ที่แยกออกมาได้นั้น เป็นสารประกอบทางเคมีที่ต้องการหรือไม่ เพราะสารประกอบของไอโอดีน-131 อาจถูกออกซิไดซ์ และเปลี่ยนคุณสมบัติไปได้ โดยปกติการผลิตไอโอดีน-131 ต้องการผลผลิตเป็น โซเดียมเรดิโอไอโอไดด์ ดังนั้นถ้าไอโอไดด์ถูกออกซิไดซ์เป็นไอโอเดต สารละลายนั้นก็จะไม่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่ต้องการ การทดสอบคุณภาพทางเคมีรังสีนี้ ใช้วิธี Paper Electrophoresis แยกอนุมูลไอโอไดด์ และอนุมูลไอโอเดตออกจากกัน และจากเทคนิคการวัดรังสีด้วยเครื่องวัดแบบ G.M. จะสามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์ของอนุมูลทั้งสองได้

4.3.4 การหาอายุครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131

ทำโดยการติดตามการสลายตัวของสารละลายที่ผลิตได้ ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ผลจากการวัดปริมาณไอโอดีน-131 ที่เหลือจะสามารถคำนวณหาอายุครึ่งชีวิต

(Half-life) ได้

4.4 <u>การวัดปริมาณรังสีของไอโอดีน-131 ที่แยกได้</u>

นำสารละลายไอโอดีน-131 ที่แยกได้ไปวัดรังสีด้วยเครื่อง Isotope Calibrator จะทราบปริมาณไอโอดีน-131 ที่ผลิตได้ เครื่อง Isotope Calibrator สามารถอ่านค่าได้ทั้งหน่วยมิลลิคูรีและไมโครคูรี