



วัสดุ อุปกรณ์ และการดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

1. เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบ(9) High Volume Air Sampler ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศ โดยมีอัตราการดูดอากาศได้ประมาณ 40-45 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที และสามารถทำงานติดต่อกันได้นาน 24 ชั่วโมง เครื่องที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลิตโดย General Metal Works. Inc. รุ่น B/M 2000 HX ลักษณะของเครื่องเป็นดังรูป 4.1 และ 4.2 ฝุ่นละอองขนาด 0.1 ถึง 100 ไมครอน จะเกาะติดอยู่บนกระดาษกรอง
2. เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบ(5) High Volume Air Sampler ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศ โดยมีอัตราการดูดอากาศได้ประมาณ 40 ถึง 60 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที และสามารถทำงานติดต่อกันได้นาน 24 ชั่วโมง เครื่องที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณโรงพยาบาลแม่เมาะ และสถานีสาธารณสุขอำเภอสบป่าด จังหวัดลำปาง ผลิตโดย General Metal Works. Inc. รุ่น GMW 2000 M. ลักษณะของเครื่องเป็นดังรูป 4.3 และ 4.4 ฝุ่นละออง 0.1 ถึง 100 ไมครอน จะเกาะติดอยู่บนกระดาษกรอง
3. PM₁₀ High Volume Air Sampler ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศ โดยมีอัตราการดูดอากาศโดยเฉลี่ย 60 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที สามารถทำงานได้ติดต่อกันนาน 24 ชั่วโมง เครื่องที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณโรงพยาบาลแม่เมาะ และสถานีสาธารณสุข อำเภอสบป่าด จังหวัดลำปาง ผลิตโดย General Metal Works. Inc. รุ่น GMW-IP-10 ลักษณะของเครื่องเป็นดังรูป 4.5 และ 4.6 ฝุ่นละอองที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมาจะติดบนกระดาษกรอง
4. กระดาษกรองที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศ ได้แก่
 - 4.1 กระดาษกรองเซลลูโลส (Whatman เบอร์ 41) ขนาด 8 นิ้ว x 10 นิ้ว เพื่อใช้ประกอบกับเครื่องเก็บตัวอย่างจะมีขนาด 23.0 x 17.9 ตารางเซนติเมตร

4.2 กระจกกรองใยแก้ว glass microfibre filter (Whatman No.ETM 2000) ขนาด 8 นิ้ว x 10 นิ้ว เมื่อใช้ประกอบกับเครื่องเก็บตัวอย่างพื้นที่ของกระจกกรองที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นจะมีขนาด 23.0 x 17.9 ตารางเซนติเมตร

4.3 กระจกกรองใยแก้ว glass microfibre filter (P/N-G810) ขนาด 8 นิ้วx10 นิ้ว เมื่อใช้ประกอบกับเครื่องเก็บตัวอย่างพื้นที่ของกระจกกรองที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นจะมีขนาด 23.0x17.9 ตารางเซนติเมตร

อุปกรณ์ในการวัดรังสี

1. หัววัดรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ (γ-ray and X-ray detectors) ในปัจจุบันหัววัดรังสีชนิดสารกึ่งตัวนำ (semiconductor detector)(10) ได้มีการพัฒนาอย่างมาก และมีแนวโน้มว่าการใช้หัววัดรังสีชนิดนี้ในการวัดรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์จะทำจากธาตุเจอร์เมเนียมที่มีความบริสุทธิ์สูง (high purity germanium) คือมีสิ่งเจือปน (impurity) อยู่ประมาณ 10^{10} อะตอมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรหรือประมาณ 1 ใน 10^{12} อะตอมของธาตุเจอร์เมเนียม โดยหัววัดที่ใช้คือ ORTEC GMX model GMX-18200 n-type และมีรูปทรงเป็น coaxial ใช้วัดรังสีในช่วงพลังงานตั้งแต่ 3 Kev ถึง 10 Mev (GMX) หน้าต่างของหัววัดทำด้วยเบริลเลียมหนาประมาณ 0.3 ไมครอน ผลึกของเจอร์เมเนียม และ low noise cryogenic preamplifier บรรจุอยู่ในส่วนบนของ cryostat ขนาด 30 ลิตร ที่บรรจุไนโตรเจนเหลว

2. High voltage power supply

เป็นแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงที่เป็นกระแสตรงให้กับหัววัดรังสี เพื่อใช้สร้างสนามไฟฟ้าแก่หัววัดรังสี และค่าศักดาไฟฟ้าให้แก่หัววัดรังสีจะต้องมีค่าหนึ่งที่เป็นแรงดันไฟฟ้าขณะใช้งาน (operating voltage) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท ORTEC MODEL 459 ให้แรงดันไฟฟ้า 0-5 kV

3. amplifier จะรับสัญญาณที่ออกจาก preamplifier มาขยายให้ใหญ่ขึ้นและแต่งสัญญาณ (pulse shaping) เพื่อป้องกันการเหลื่อม (overlap) ของสัญญาณ เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท ORTEC model 472

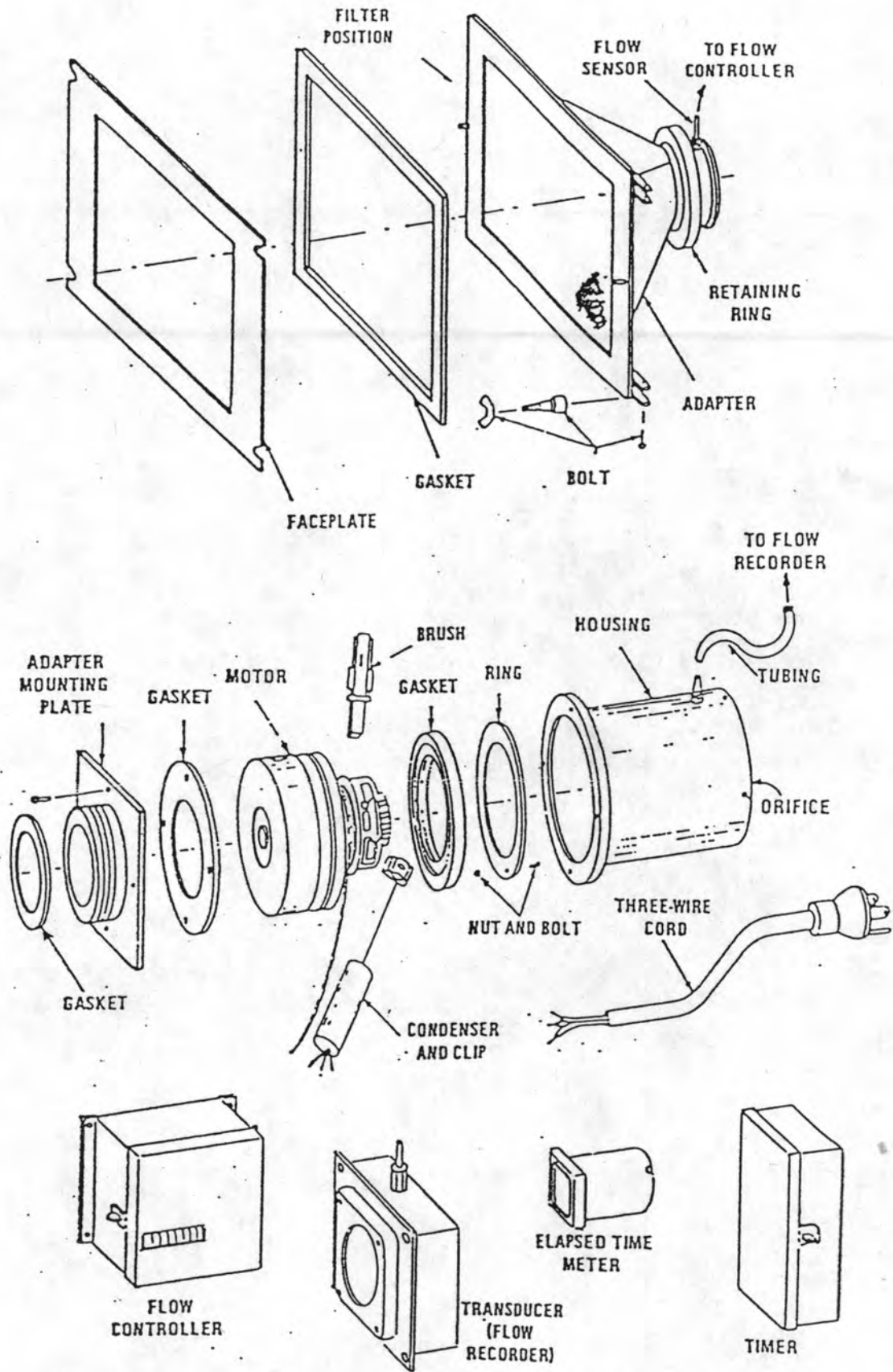
4. เครื่องวิเคราะห์ความสูงพัลส์แบบหลายช่อง (multichannel pulse height analyzer) สัญญาณที่ออกจาก amplifier เป็นสัญญาณอนาล็อก

(analog) จะถูกส่งเข้าส่วน ADC (analog to digital converter) เพื่อเปลี่ยนขนาดความสูงของสัญญาณอนาล็อกให้กลายเป็นสัญญาณลอจิก (logic) เพื่อระบุตำแหน่งในระบบความจำ เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Nuclear Data Model ND 62

5. ส่วนของการรายงานผล ในขณะที่ทำการวัดรังสีจะมีการแสดงผลเป็นสเปกตรัม (spectrum) ออกทาง ออสซิลโลสโคป (oscilloscope) ภายหลังการวัดรังสีเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีการเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม ASAP ของบริษัท Nuclear Data

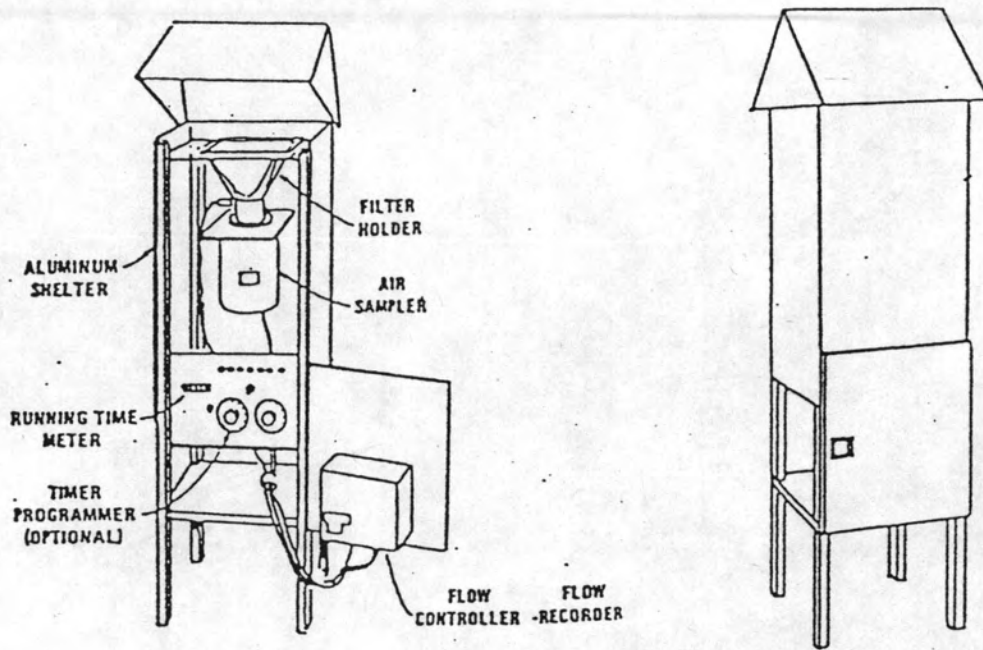
ต้นกำเนิดนิวตรอน

ต้นกำเนิดนิวตรอนที่ใช้ในการทดลองนี้ได้จากการเกิดปฏิกิริยาฟิชชันของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเพื่อการวิจัย -1/ปรับปรุง -1 (ปพว-1/1) ของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ขณะเดินเครื่องที่กำลัง 1 เมกะวัตต์ (ความร้อน)



High-volume sampler (exploded view) used for gravimetric comparison method.

รูปที่ 4.1 รายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ของ High-Volume air sample แบบ B/M 2000 Hx

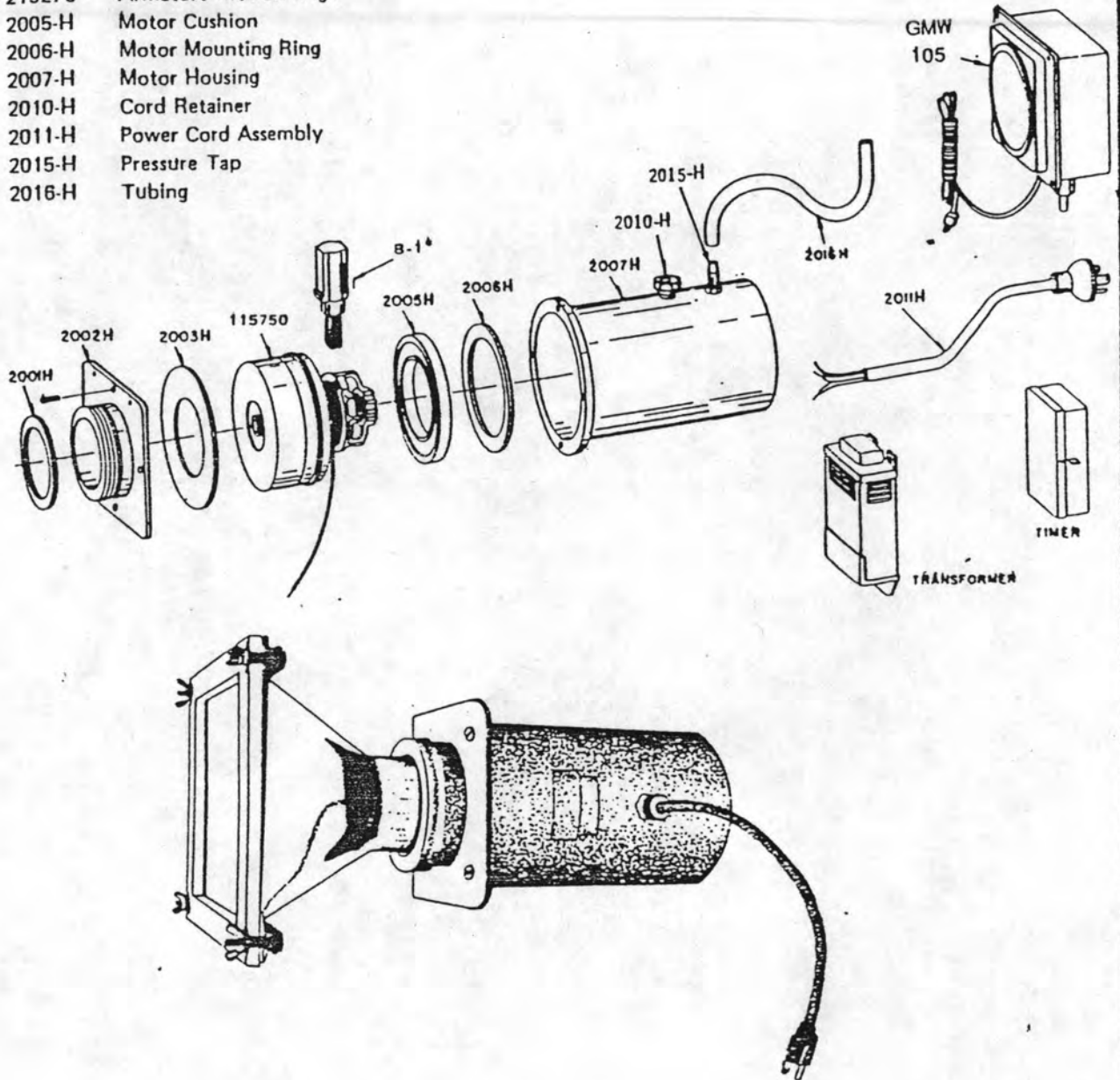


Internal configuration of high-volume sampler.

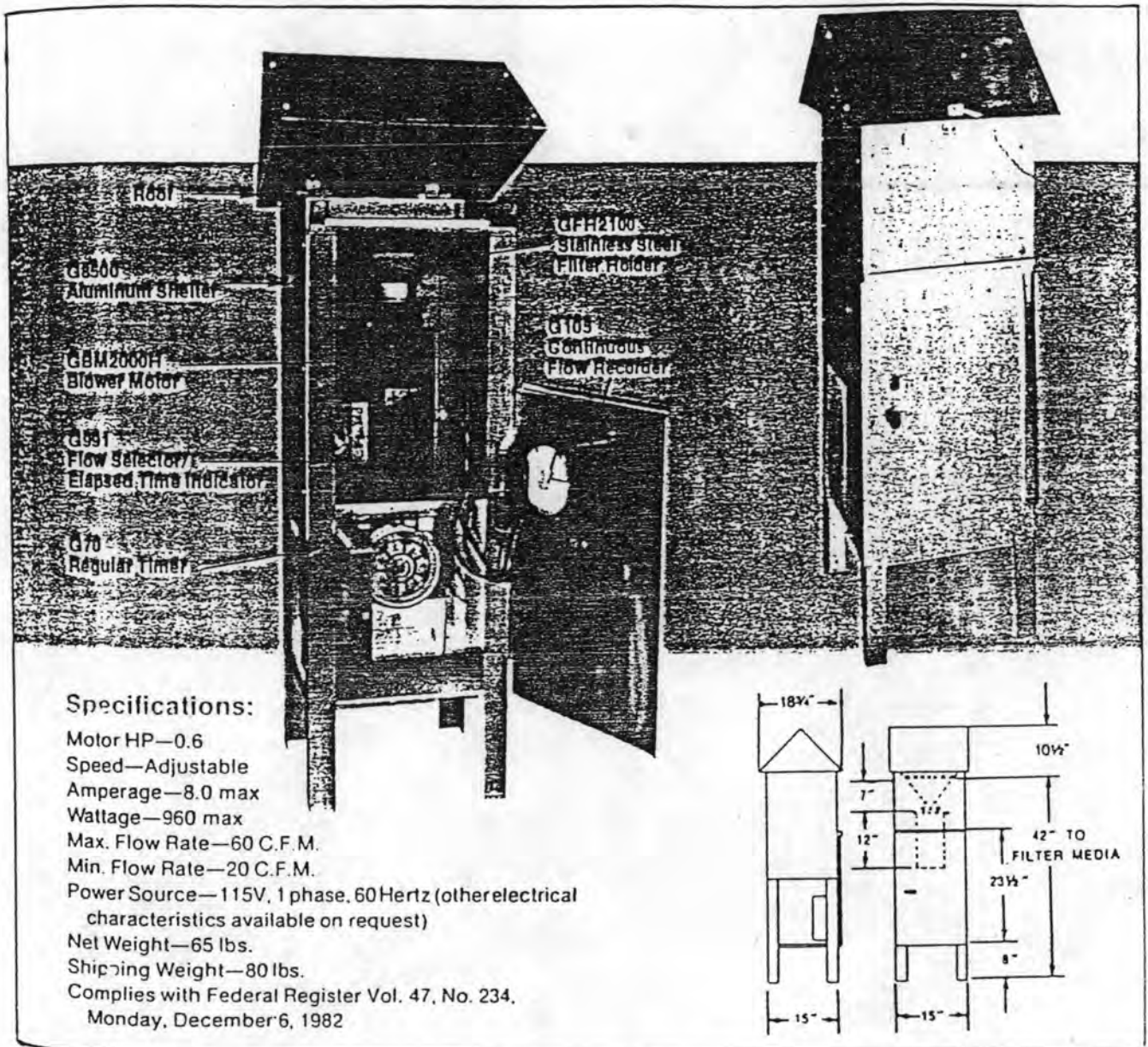
External configuration of high-volume sampler.

รูปที่ 4.2 ลักษณะภายในและภายนอกของเครื่อง High-Volume air sampler
แบบ B/M 2000 Hx

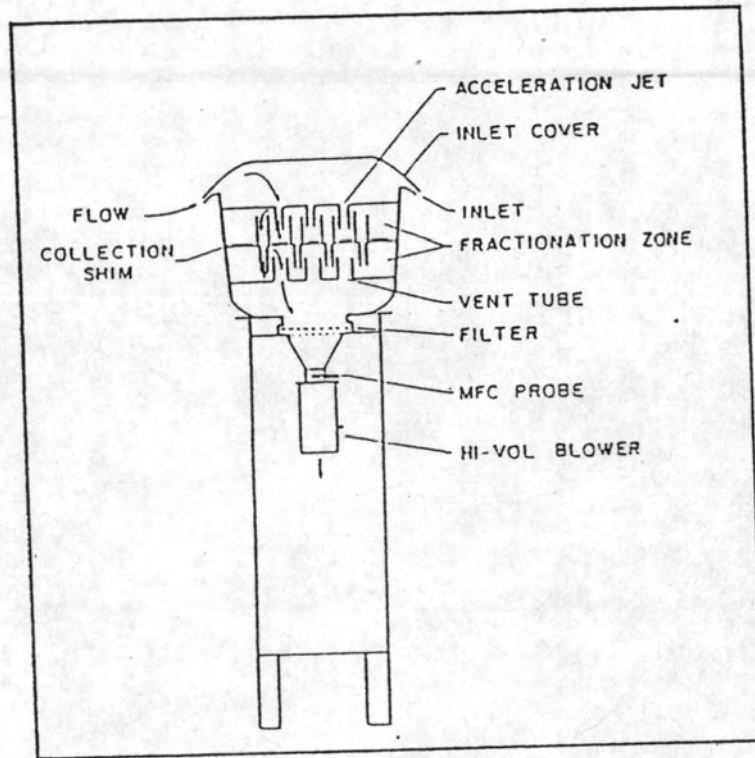
Part No.	Description
2000H	Blower/Motor Assembly Complete less filter holder
2001-H	Neoprene Gasket
2002-H	Mounting Plate Motor Cover
2003-H	Neoprene Gasket
115750	0.6 H.P. Motor
*B-1	Motor Brushes – Two Per Set
215276	Armature with bearings
2005-H	Motor Cushion
2006-H	Motor Mounting Ring
2007-H	Motor Housing
2010-H	Cord Retainer
2011-H	Power Cord Assembly
2015-H	Pressure Tap
2016-H	Tubing



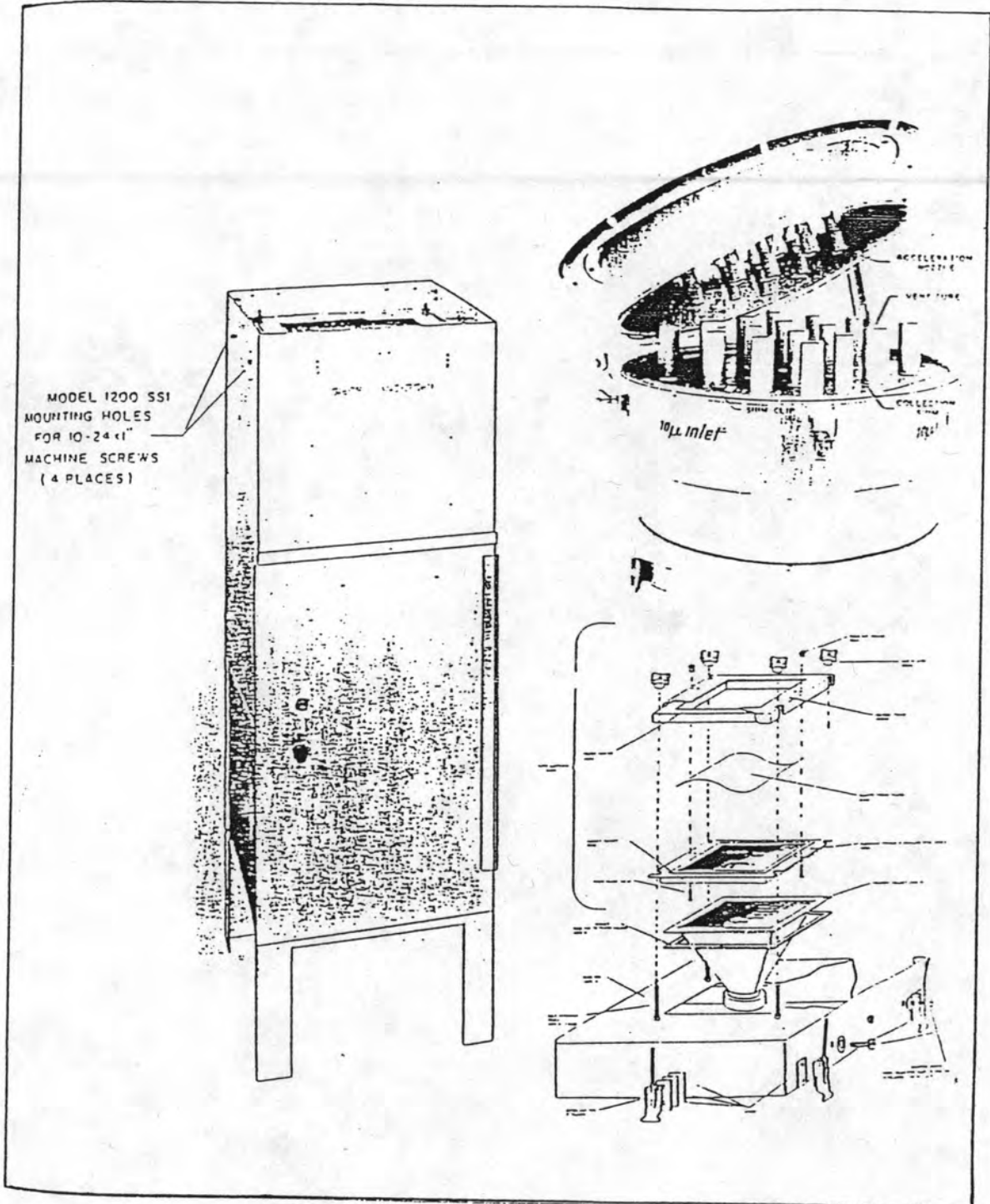
รูปที่ 4.3 แสดงส่วนเก็บตัวอย่าง Filter adapter และ Motor ของเครื่อง High Volume air sampler แบบ 2000 H



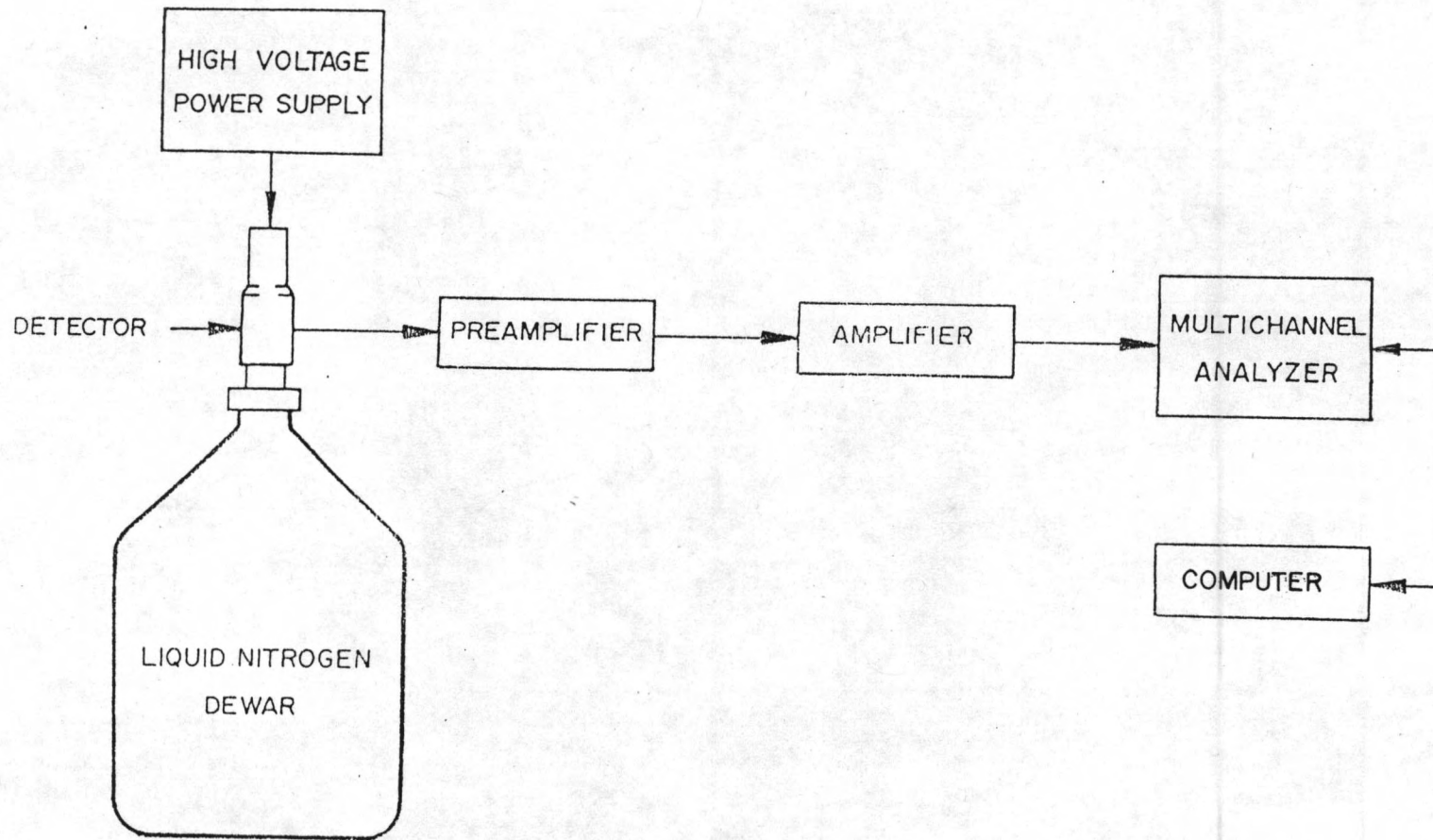
รูปที่ 4.4 แสดงส่วนลักษณะ โครงสร้างของเครื่อง High-Volume air sampler แบบ 2000 H



รูปที่ 4.5 ลักษณะของเครื่องมือและการไหลของอากาศของเครื่อง PM_{10}
High-Volume air sampler



รูปที่ 4.6 ส่วนประกอบของเครื่อง PM₁₀ High-Volume air sampler



รูปที่ 4.7 แผนผังการต่ออุปกรณ์ระบบวัดรังสีแกมมา

สารเคมีที่ใช้

1. Soil-5 สารมาตรฐานอ้างอิงของ International Atomic Energy Agency (IAEA) กรุงเทพมหานคร ประเทศออสเตรเลีย
2. Standard SL-1 Lake Sediment ของ IAEA ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของธาตุต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.1
3. Standard for AA ของ BDH จาก Stock 1000 ppm เช่น ทองแดง และแคลเซียม
4. กรดไนตริก และกรดไฮโดรคลอริก

การดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมกระดาษกรอง เพื่อใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศ
 - 1.1 กำหนดหมายเลขของกระดาษกรองที่ใช้เก็บตัวอย่าง
 - 1.2 นำกระดาษกรองที่เตรียมไว้ใส่ไว้ในภาชนะบรรจุสารดูดความชื้น (Desiccator) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำกระดาษกรองออกมาซึ่งน้ำหนัก โดยใช้เครื่องชั่งที่อ่านค่าได้ละเอียด 0.01 มิลลิกรัม บันทึกน้ำหนักของกระดาษกรองไว้เก็บกระดาษกรองที่ชั่งน้ำหนักแล้วไว้ในถุงพลาสติก
 - 1.3 นำกระดาษกรองที่รู้ค่าน้ำหนักแล้วไปประกอบเข้ากับเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศ แบบ Hi-Vol และแบบ PM₁₀ เดินเครื่องและเก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศติดต่อกันาน 24 ชั่วโมง จดบันทึกข้อมูลของสถานที่เก็บตัวอย่างวัน เวลา และอัตราการไหลของอากาศผ่านกระดาษกรอง
 - 1.4 นำกระดาษกรองที่เก็บตัวอย่างแล้วไปเก็บไว้ในภาชนะที่บรรจุสารดูดความชื้นนาน 24 ชั่วโมง นำกระดาษกรองตัวอย่างออกมาชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักไว้แล้วเก็บกระดาษกรองตัวอย่างไว้ในถุงพลาสติก เพื่อรอนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป
 - 1.5 นำกระดาษกรองที่ดูดฝุ่นแล้วมาตัดเป็นวงกลมขนาดพื้นที่ 1.35 ตารางนิ้ว โดยทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้งก่อนบรรจุลงใน vial polyethylene

2. การเตรียมสารมาตรฐาน

นำ Standard SL-1 Lake Sediment มาชั่งน้ำหนักโดยใส่ในภาชนะ Vial polyethylene ขนาดน้ำหนักประมาณ 50 มิลลิกรัม

นำ Standard for AA ของ BDH มาทำให้เจือจางให้ได้ความเข้มข้น 50 ppm หยดลงบนกระดาษกรองนำมาอบที่อุณหภูมิ 600° c ให้แห้ง บรรจุลงใน Vial Polyethylene

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นในอากาศ ด้วยวิธีอะตอมมิกแอบсорปชันสเปกโตรโฟโตเมตรี (AAS) และเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (x-ray fluorescence) แบบ WDX มีขั้นตอนดังนี้

3.1 การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิธีอะตอมมิกแอบсорปชันสเปกโตรโฟโตเมตรี

ก. นำกระดาษกรองที่ยังไม่ได้นำไปดูดฝุ่น มาตัดให้มีขนาด 1.35 ตารางนิ้ว และนำกระดาษกรองตัวอย่างมาตัดให้มีขนาดเท่ากัน

ข. นำกระดาษกรองที่ตัดแล้ว ไปไว้ในภาชนะบรรจุสารดูดความชื้น (Desiccator) นาน 24 ชั่วโมง นำมาบันทึกน้ำหนัก

ค. นำกระดาษที่บันทึกน้ำหนักแล้วไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง สำหรับกระดาษกรองชนิดใยแก้วไม่ได้ทำการเผา นำตัวอย่างที่ได้ไปละลายด้วยกรดไนตริกและกรดไฮโดรคลอริกอย่างละ 3 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้ม เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร

ง. นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบсорปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (AAS) คำนวณผลและบันทึกไว้

3.2 การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิธีเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (x-ray fluorescence)

ก. นำกระดาษกรองที่ยังไม่ได้นำไปดูดฝุ่น มาตัดให้มีขนาด 1.5 ตารางนิ้ว และนำกระดาษกรองตัวอย่างมาตัดให้มีขนาดเท่ากัน

ข. นำกระดาษกรองที่ตัดแล้ว ไปไว้ในภาชนะบรรจุสารดูดความชื้น (Desiccator) นาน 24 ชั่วโมง นำมาบันทึกน้ำหนัก

ค. การเตรียมสารมาตรฐานได้นำ Lake sediment SL-1 ของ IAEA มาละลายน้ำแล้วหยดลงบนกระดาษกรองเซลลูโลส และกระดาษกรองชนิดใยแก้ว

ง. นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องระบบ

WDX

4. บริเวณที่เก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศที่ใช้เพื่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้
ได้แก่

ก. บริเวณหน้าศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ

ข. บริเวณโรงพยาบาลแม่เมาะ และบริเวณสาธารณสุขอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

5. การอบรังสีนิวตรอน

การอบรังสีนิวตรอนของสารตัวอย่าง จะกระทำในเครื่องปฏิกรณ์
ปรมาณูวิจัย -1/ปรับปรุง-1 ของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

ลักษณะการนำสารตัวอย่างเข้าอบรังสี จะแบ่งตามครึ่งชีวิตของ
ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้น ดังรายละเอียดที่แสดงไว้

5.1 ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้น

การอบรังสีจะอบในท่อ A-1, A-4 ซึ่งมีความเข้ม
นิวตรอน 10^{11} นิวตรอน ต่อ ตร.ซม. ต่อวินาที เป็นเวลา 1 นาที โดยนำสารตัวอย่าง
ที่รื้อนำหนักแล้วพร้อมกับสารมาตรฐานที่รื้อนำหนักบรรจุลงในขวดโพลีเอทิลีน ขนาดเล็กและ
ใส่ไว้ในหลอดโพลีเอทิลีนสำหรับอบรังสี (rabbit) เพื่อวิเคราะห์ธาตุต่อไปนี้ คือ
V, Mn, Cu

5.2 ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตปานกลาง

การอบรังสีนิวตรอนจะอบในท่อ A-1, A-4 เป็น
เวลา 6 ชั่วโมง สารตัวอย่างจะใส่ในขวดโพลีเอทิลีน พร้อมกับสารมาตรฐานบรรจุลงใน
rabbit เพื่อวิเคราะห์ธาตุต่อไปนี้ คือ As, Br, K, La, Na

5.3 ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตยาว

การอบรังสีนิวตรอนจะอบในท่อซึ่งหมุนรอบแกน
เชื้อเพลิง (rotary specimen rack หรือ Lazy Susan) ในตำแหน่งที่มีความเข้ม
นิวตรอน 10^{12} นิวตรอน ต่อ ตร.ซม. ต่อวินาที เป็นเวลา สารตัวอย่างจะถูกบรรจุไว้ใน
ในขวดโพลีเอทิลีน แล้วใส่ในกระบอกอลูมิเนียมฝาเกลียว สำหรับนำสารเข้าอบรังสี
(aluminium container) พร้อมกับสารมาตรฐานเปรียบเทียบ เพื่อที่จะวิเคราะห์ธาตุ
ต่อไปนี้ คือ Fe, Sc, Zn

ภาษาสำหรับบรรจุสารตัวอย่าง และภาษาสำหรับนำสารเข้าอาบรังสีแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการอาบรังสีนิวตรอนจะมีลักษณะดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.9

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

6. การวิเคราะห์สารตัวอย่างเชิงคุณภาพนี้ ได้อาศัยคุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของไอโซโทปกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นจากการอาบรังสี คือ ครึ่งชีวิต และพลังงานรังสีแกมมา ที่ปลดปล่อยซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของไอโซโทปกัมมันตรังสีแต่ละชนิด เมื่อนำสารตัวอย่างที่อาบรังสีแล้วเข้าเครื่องนับรังสี พลังงานที่ปลดปล่อยของไอโซโทปกัมมันตรังสีจะถูกแยกออกเป็นสเปกตรัมของไอโซโทปกัมมันตรังสีได้บ้าง โดยการตรวจสอบกับตารางที่แสดงคุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดต่าง ๆ

การตรวจสอบเพื่อยืนยันชนิดของไอโซโทปกัมมันตรังสี(11) จะกระทำโดยการตรวจสอบครึ่งชีวิต คือ เวลาที่สารกัมมันตรังสีใช้ในการสลายตัวจนเหลือปริมาณเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น การตรวจสอบครึ่งชีวิตนี้จะกระทำได้โดยติดตามการลดลงของปริมาณรังสีของสเปกตรัมเมื่อปล่อยให้สลายตัวในช่วงเวลาอันหนึ่ง ถ้าการลดลงของปริมาณรังสีของสเปกตรัมนั้นสอดคล้องกับครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีที่คาดคะเนไว้จะเป็นการยืนยันว่าสเปกตรัมที่พลังงานนั้นเป็นสเปกตรัมของไอโซโทปกัมมันตรังสีนั้นจริง

โดยวิธีการนี้ ทำให้สามารถวิเคราะห์ชนิดของธาตุที่มีอยู่ในฝุ่นละอองสำหรับคุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของธาตุที่ทำการวิเคราะห์จะแสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของธาตุต่าง ๆ ที่มีในสารมาตรฐานอ้างอิง

ชนิด ของ ธาตุ	ปริมาณของธาตุในสารมาตรฐานอ้างอิง	
	Soil - 5 IAEA	Sediment SL - 1 IAEA
Al	8.19 ± 0.28 ppm	8.9 %
As	93.9 ± 7.5 ppm	27.5 ± 2.9 ppm
Ba	562 ± 53 ppm	639 ± 53 ppm
Br	5.4 ± 1.0 ppm	6.82 ± 1.73 ppm
Ca	-	0.25 %
Ce	57.9 ± 3.0 ppm	117 ± 17 ppm
Cl	-	10 µg/g
Co	14.8 ± 0.76 ppm	19.8 ± 1.5 ppm
Cr	28.9 ± 2.8 ppm	104 ± 9 ppm
Cs	56.7 ± 3.3 ppm	7.01 ± 0.88 ppm
Cu	77.1 ± 4.7 ppm	30.0 ± 5.6 ppm
Eu	1.18 ± 0.08 ppm	1.6 g/g
Fe	4.45 ± 0.19 %	6.42 ± 0.17 %
Ga	18.4 ± 1.6 ppm	24 µg/g
Hf	6.30 ± 0.30 ppm	4.16 ± 0.58 ppm
K	1.86 ± 0.15 %	1.5 %
La	28.1 ± 1.5 ppm	52.6 ± 3.1 ppm
Lu	0.336 ± 0.044 ppm	0.54 µg/g
Mg	-	-
Mn	852 ± 37 ppm	0.346 ± 0.016 %

ชนิด ของ ธาตุ	ปริมาณของธาตุในสารมาตรฐานอ้างอิง	
	Soil - 5 IAEA	Sediment SL - 1 IAEA
Na	1.92 ± 0.11 %	0.172 ± 0.012 %
Rb	138 ± 7.4 ppm	113 ± 11 ppm
Sb	14.3 ± 2.2 ppm	1.31 ± 0.12 ppm
Sc	14.8 ± 0.66 ppm	17.3 ± 1.1 ppm
Sm	5.42 ± 0.39 ppm	9.25 ± 0.51 ppm
Ta	0.76 ± 0.056 ppm	1.6 ug/g
Tb	0.665 ± 0.075 ppm	-
Th	11.3 ± 0.73 ppm	14 ± 1 ppm
Ti	-	0.517 ± 0.037 %
V	-	170 ± 15 ppm
Yb	2.24 ± 0.20 ppm	3.42 ± 0.64 ppm
Zn	368 ± 8.2 ppm	223 ± 10 ppm

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของไอโซโทปกัมมันตรังสีบางชนิด ที่ใช้ในการวิเคราะห์สารตัวอย่าง

Stable Isotope	Radio Isotope	% abundance of percent	cross section (barn)	half-life of daughter	Photon energy Kev
^{51}V	^{52}V	99.76	4.9	3.75 m	1434.20
^{55}Mn	^{56}Mn	100	13.3	2.582 hr	1811.20
^{41}K	^{42}K	6.8	1.2	12.36 hr	1524.70
^{65}Cu	^{66}Cu	30.83	2.17	5.10 m	1039.00
^{23}Na	^{24}Na	100	0.53	15.00 hr	1368.55
^{75}As	^{76}As	100	4.5	26.30 hr	559.10
^{81}Br	^{82}Br	49.31	3.1	35.40 hr	776.50
^{139}La	^{140}La	99.91	8.9	40.27 hr	1596.20
^{121}Sb	^{122}Sb	57.25	6.0	2.70 d	564.04
^{58}Fe	^{59}Fe	0.33	1.2	44.60 d	1099.27
^{45}Sc	^{46}Sc	100	15.0	83.90 d	889.30
^{64}Zn	^{65}Zn	48.90	0.46	243.80 d	1115.52



ตารางที่ 4.3 การอบรังสีนิวตรอนและการนับรังสีแกมมาของสารตัวอย่าง

facility ที่ใช้อบ รังสี	เวลาที่ใช้ อบรังสี	เวลาที่ปล่อย ให้สลายตัว	ธาตุที่วิเคราะห์	เวลาที่ใช้ การวัด รังสี	ระยะจาก หัววัดกับ ตัวอย่าง
A-1,A-4	1 นาที	3 นาที	V	300 วินาที	5 ซม.
A-1,A-4	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	K,Na,As,Br,Cu	600 วินาที	5 ซม.
Lazy Susan	30 ชั่วโมง	10 วัน	Fe,La,Zn,Sc	900 วินาที	ติดหัววัด

7. วิเคราะห์เชิงปริมาณ

เมื่อนำสารตัวอย่างและสารมาตรฐานเปรียบเทียบเข้านับปริมาณรังสี โดยใช้ เวลาในการนับเท่ากันแล้ว การวิเคราะห์เชิงปริมาณจะกระทำโดยคำนวณค่าความแรงรังสี ภายใต้ Photopeak โดยหาพื้นที่ใต้พีค (peak area) ตามรูปที่ 4.8 จำนวนนับที่ได้จากการวัดรังสีจะมีค่าดังสมการ

$$\text{จำนวนนับที่ได้} = \text{จำนวนนับสุทธิ} + \text{จำนวนนับจาก background}$$

$$\text{หรือ integral area} = \text{net area} + \text{background area}$$

$$\text{หรือ net area} = \text{integral} - \text{background area}$$

$$\text{โดยที่ integral area} = \sum_{a=u}^V X_a$$

$$\text{background area} = [(N) \cdot (B_1 + B_2)]$$

$$\text{ดังนั้น net area} = \sum_{a=u}^V X_a - [(N/2) \cdot (B_1 + B_2)]$$

เมื่อ $N = V - U + 1$ = จำนวนช่องที่เลือกใช้ในการคำนวณ

U = หมายเลขช่องทางด้านซ้ายมือ (จุดเริ่มต้น) ของบริเวณที่เลือก

V = หมายเลขช่องทางด้านขวามือ (จุดสุดท้าย) ของบริเวณที่เลือก

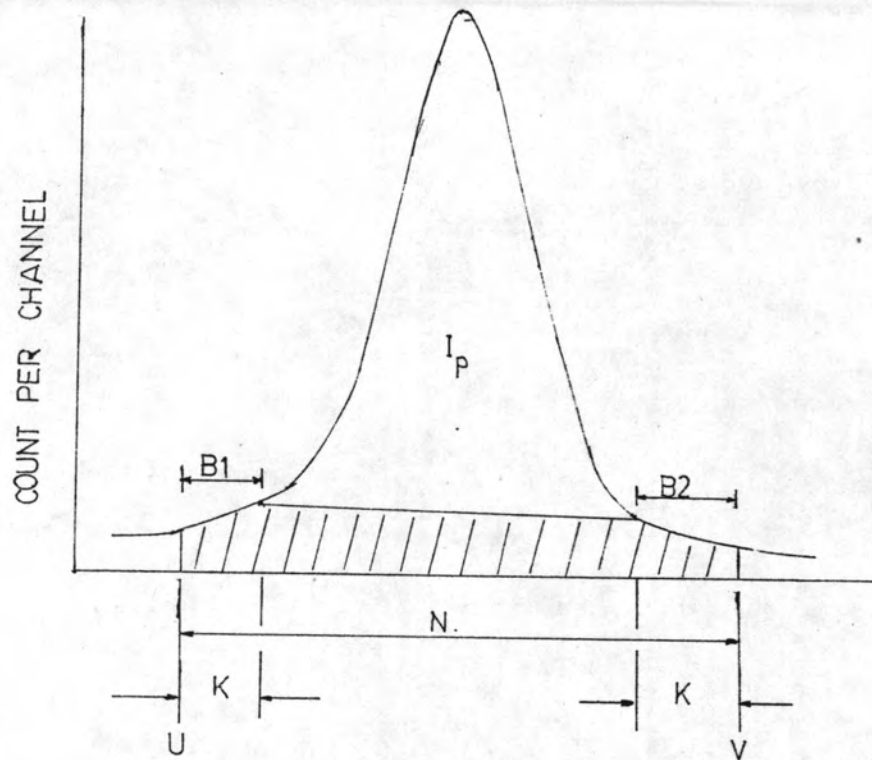
$$B_1 = \left(\sum_{a=u}^{u+k-1} X_a \right) / K = \text{ค่าเฉลี่ยของ background ทางซ้ายมือ}$$

$$B_2 = \left(\sum_{a=v-k+1}^V X_a \right) / K = \text{ค่าเฉลี่ยของ background ทางขวามือ}$$

K = จำนวนช่องที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยของ background

X_u = จำนวนนับในหมายเลขช่อง U

X_v = จำนวนนับในหมายเลขช่อง V



รูปที่ 4.8 การคำนวณหาจำนวนนับสุทธิ

แสดงให้เห็นถึงการคำนวณหาจำนวนนับสุทธิ (net area) เราสามารถคำนวณหาปริมาณของธาตุในสารตัวอย่างได้จากความสัมพันธ์

$$\frac{\text{น้ำหนักของธาตุในสารตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักของธาตุในสารมาตรฐาน}} = \frac{\text{ความแรงรังสีของไอโซโทปกัมมันตรังสีในสารตัวอย่าง}}{\text{ความแรงรังสีของไอโซโทปกัมมันตรังสีในสารมาตรฐาน}}$$

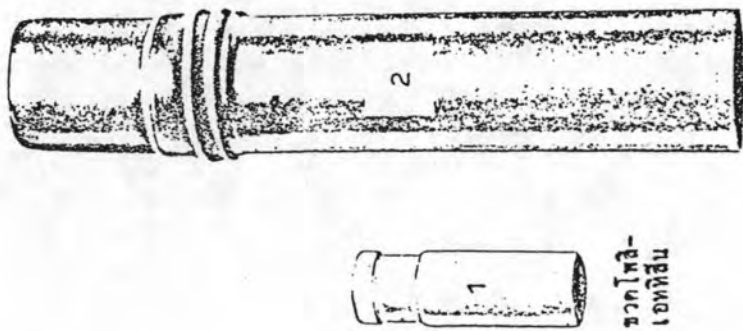
8. การทดสอบความเชื่อถือได้ของวิธีวิเคราะห์ (reliability test)
การวิเคราะห์นี้ ได้ตรวจสอบความเชื่อถือได้ (reliability) คือ
ความถูกต้อง (accuracy) และความแม่นยำ (precision) โดยใช้สารมาตรฐาน
เปรียบเทียบเป็นตัวตรวจสอบ

9. ความแม่นยำ

ความแม่นยำของการวิเคราะห์สามารถหาได้จากการทดลองซ้ำกัน
หลาย ๆ ครั้งของตัวอย่างและวิธีการเดียวกัน แล้วตรวจดูว่าผลการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียง
กันเพียงใด

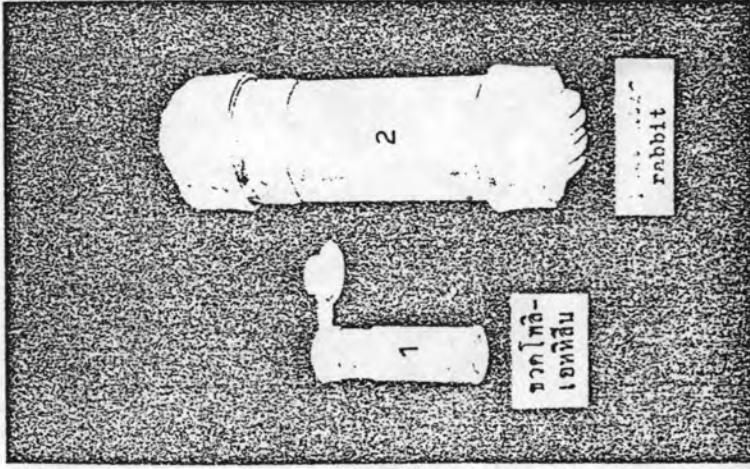
10. ความถูกต้อง

ความถูกต้องวิธีการ จะกระทำโดยการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุใน
สารมาตรฐานเปรียบเทียบ ซึ่งได้มีการรับรองค่าความถูกต้อง (certified value)
ของธาตุที่จะวิเคราะห์ไว้แล้ว เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ธาตุ จะทราบถึงความ
ถูกต้องในวิธีวิเคราะห์ที่ใช้



กระบอกละอูนเป็นนม

รูป 4.9ก



รูป 4.9ข

รูปที่ 4.9 ภาพขณะบรรจุสารตัวอย่าง (1) และ ภาพขณะนำสารเข้าอบรังสีนิวตรอน (2)

รูป 4.9ก ภาพขณะบรรจุและนำสารเข้าอบรังสีใน Lazy Susan

รูป 4.9ข ภาพขณะบรรจุและนำสารเข้าอบรังสีใน A-1, A-4