สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ส่วนของหัววัด ZnS(Ag) จะมีวัสดุอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

3.1.1.1 แผ่นอะครีลิกที่ความหนาต่างๆ

3.1.1.2 ท่ออะครีลิกทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 5.4 เซนติเมตร

3.1.1.3 ผง ZnS(Ag) ของบริษัท KASEI OPTONIX ประเทศญี่ปุ่น TYPE P22-B1, COLOR BLUE

3.1.1.4 เลื่อยฉลุ

3.1.1.5 กาวติดอะครีลิก

3.1.1.6 Fluid coupling

3.1.1.7 กรีส(grease)

3.1.1.8 ผ้ากำมะหยี่

3.1.1.9 กระดาษทราย

3.1.1.10 กระดาษสติ๊กเกอร์สีดำ

3.1.1.11 เครื่องขัดแก้ว

3.1.1.12 ผงขัดแก้ว CeO_2

3.1.1.13 วาล์ว 2 ตัว

เตรียมอุปกรณ์โดยใช้อะครีลิกเป็นวัสดุหลักในการทำหัววัด เนื่องจากอะครีลิกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการส่งผ่านแสงได้ดี ทำการตัดท่ออะครีลิกให้มีความยาว 7 เซนติเมตร ซึ่งระยะดังกล่าวนี้เป็นระยะที่หัววัดสามารถวัดอนุภาคแอลฟาที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเรดอนได้ดี เนื่องจากอนุภาคแอลฟาที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเรดอนมีระยะการเคลื่อนที่ในอากาศเท่ากับ 4.19 เซนติเมตร จากนั้นตัดแผ่นอะครีลิกที่มีความหนา 0.1, 0.4 และ 1.4 เซนติเมตรให้มีขนาด 10×10 ตร.ซม. แล้วเจาะรูแผ่นอะครีลิกที่มีความหนา 1.4 เซนติเมตรให้มีขนาดเท่ากับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์(Photomultiplier tube) ส่วนแผ่นอะครีลิกที่หนา 0.4 เซนติเมตรเจาะรู 2 รูเพื่อติดวาล์ว ขัดขอบอะครีลิกด้วยกระดาษทรายให้เรียบ จากนั้นนำท่ออะครีลิกที่ตัดไว้แล้วมาขัดขอบให้ใสโดยใช้เครื่องขัดแก้ว ซึ่งในการขัดอะครีลิกให้ใสจะต้องขัดด้วยผ้ากำมะหยี่โดยนำเอาผ้ากำมะหยี่มาวางบนแท่นขัด จากนั้นโรยผงขัดแก้ว(CeO_2) ลงบนผ้าเพื่อช่วยให้ผิวของอะครีลิกเรียบ

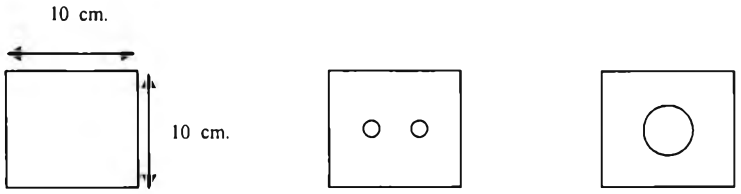
และใสขึ้น แล้วจึงนำอะครีลิกลงขัดจนกระทั่งขอบใสทั้งสองด้าน สำหรับการขัดหัววัดโดยใช้เครื่องขัดแก้วนั้นจะทำการจัดวางอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.1

เมื่อขัดอะครีลิกเสร็จก็นำไปทำความสะอาดแล้วทิ้งไว้ให้แห้งก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นหัววัด

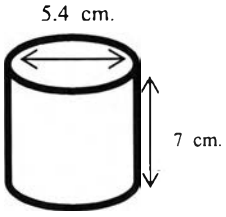
รูปที่ 3.1 เครื่องขัดแก้ว

ต่อมาจะเป็นขั้นตอนการประกอบหัววัด โดยนำอะครีลิกที่ขัดไว้ต่อด้านหนึ่งเข้ากับแผ่นอะคลีลิกที่บางที่สุดด้วยกาวติดอะครีลิก บริเวณนี้จะเป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการส่งผ่านแสงเข้าสู่หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ แล้วจึงติดแผ่นอะครีลิกที่เจาะรูตรงกลางไว้เข้ากับแผ่นอะครีลิกที่ประกอบไว้แล้ว จากนั้นจึงทำการเคลือบผงสังกะสีซัลไฟด์ การเคลือบผงสังกะสีซัลไฟด์นั้นจะต้องเคลือบผิวภายในหัววัดด้วยกรีซให้ทั่วก่อน จากนั้นทาผงสังกะสีซัลไฟด์[ZnS(Ag)]ให้ทั่ว แล้วก็ปิดหัววัดด้วยแผ่นอะครีลิกที่ติดวาล์ว ขั้นตอนต่อมาจะต้องนำแผ่นสติ๊กเกอร์สีดำมาติดหัววัดให้ทั่วเพื่อป้องกันแสงเข้าสู่หัววัด สำหรับไดอะแกรมหัววัดจะแสดงดังรูปที่ 3.2

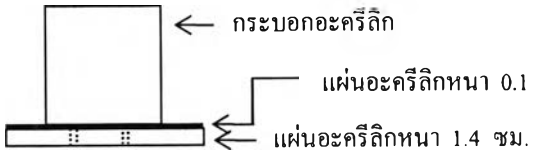
หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



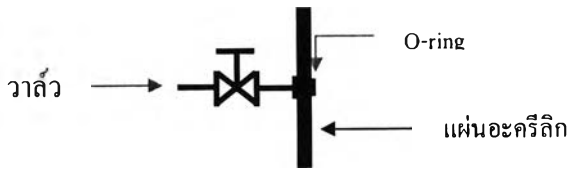
ตัดแผ่นอะคริลิกที่ความหนา 0.1, 0.4 และ 1.4 ซม. ให้มีลักษณะดังรูป แผ่นแรกเป็นที่ใช้เชื่อมติดกับ PMT แผ่นที่สองเจาะ 2 รูให้มีขนาดเท่ากับวาล์ว แผ่นที่ 3 เจาะรูตรงกลางให้มีขนาดเท่ากับ PMT



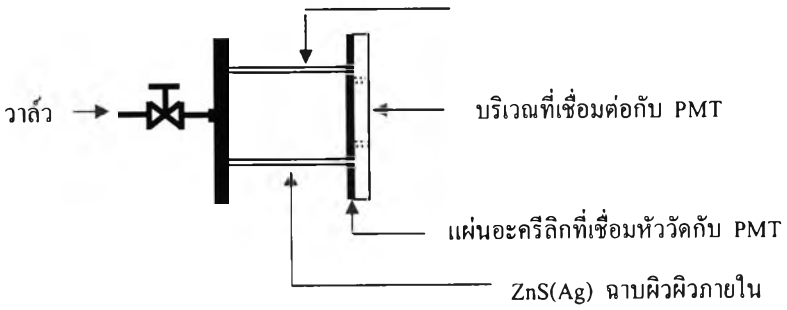
กระบอกอะคริลิกยาว 7 ซม.



ประกอบหัววัดดังภาพก่อนนำไปเคลือบผง ZnS(Ag)



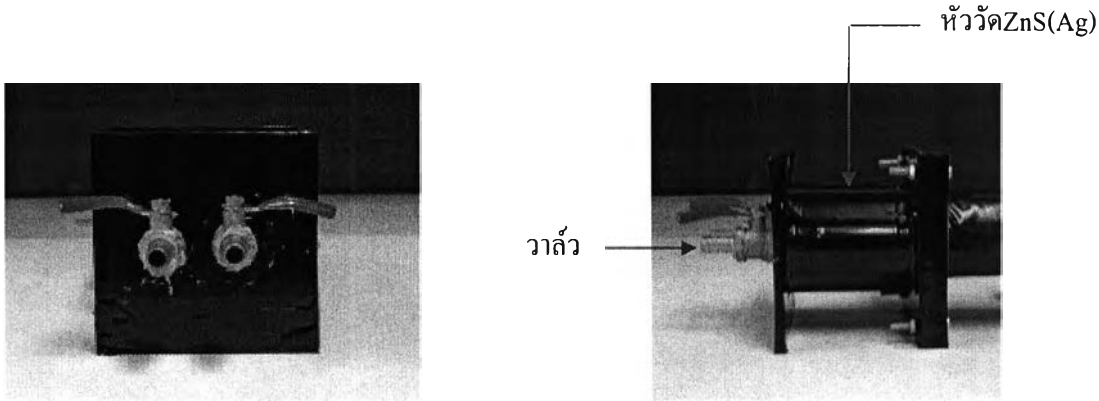
ติดวาล์วที่แผ่นอะคริลิกที่เจาะรูไว้ 2 รู



เมื่อเคลือบผง ZnS(Ag) เสร็จ จึงนำแผ่นอะคริลิกที่ติดวาล์วไว้มาติด

รูปที่ 3.2 แผนผังของหัววัด ZnS(Ag) ที่ประกอบขึ้น

เมื่อประกอบเสร็จจะได้หัววัดสังกะสีซัลไฟด์[ZnS(Ag)] ที่มีลักษณะดังรูปที่ 3.3



(ก) (ข)

รูปที่ 3.3 หัววัดสังกะสีซัลไฟด์[ZnS(Ag)] (ก) แสดงภาพด้านหน้าของหัววัด (ข) แสดงรูปด้านข้าง

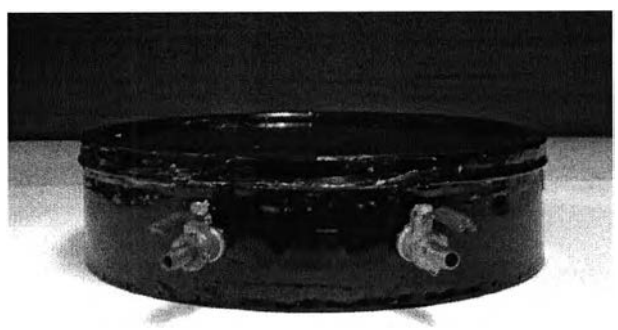
3.1.2 ส่วนของภาชนะบรรจุตัวอย่าง ซึ่งจะมีวัสดุดังนี้

3.1.2.1 กล่องอะลูมิเนียมทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร

3.1.2.2 วาล์ว 2 ตัว

3.1.2.3 ซิลิโคนใส

นำภาชนะอลูมิเนียมทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 30 ซม. สูง 7 ซม. มาเจาะรูเพื่อติดวาล์ว 2 รู จากนั้นทำการตกแต่งให้สวยงาม เมื่อจะทำการวัดตัวอย่างจะต้องปิดผนึกภาชนะบรรจุตัวอย่างด้วยซิลิโคนใสทุกครั้งเพื่อป้องกันการอากาศหลุดออกมา เมื่อประกอบเสร็จแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ภาชนะบรรจุใส่ตัวอย่าง

3.1.3 เครื่องนับรังสี จะประกอบด้วย

3.1.3.1 หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์(Photomultiplier tube) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว

3.1.3.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง(High voltage power supply) ของ ORTEC MODEL 556

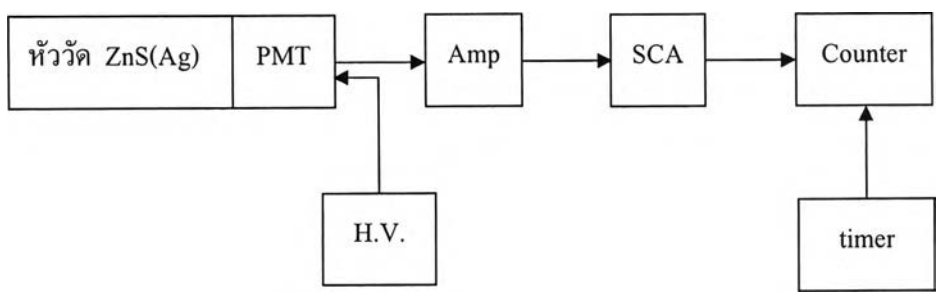
3.1.3.3 ภาคขยายสัญญาณ(Amplifier) ของ CANBERRA MODEL 2022

3.1.3.4 เครื่องวิเคราะห์แบบช่องพลังงานเดียว(SCA) ของ CANBERRA MODEL 2030

3.1.3.5 อุปกรณ์ตั้งนับ(Counter) ของ ORTEC MODEL 775

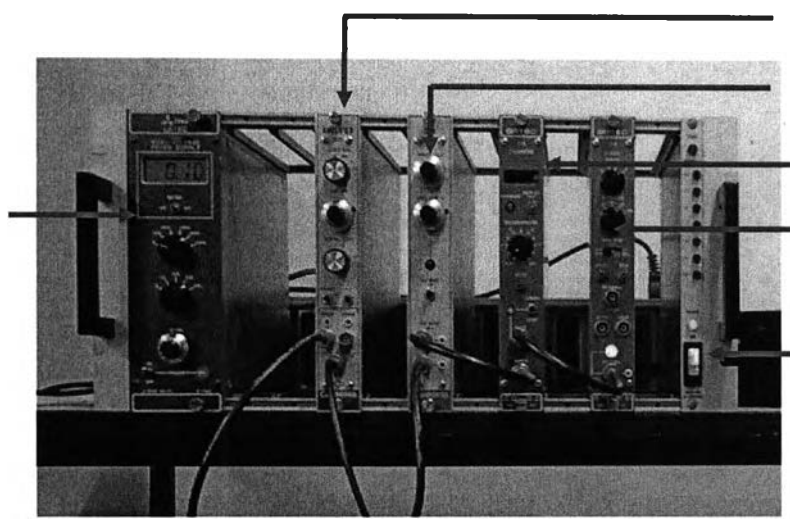
3.1.13.6 อุปกรณ์ตั้งเวลา(Timer) ของ ORTEC MODEL 719

เมื่อเตรียมอุปกรณ์พร้อมแล้วจึงทำการต่อวงจรเครื่องนับรังสีเป็นไปในลักษณะดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนผังวงจรของระบบนับรังสีแบบช่องเดี่ยว

เมื่อต่อวงจรเสร็จจะได้เครื่องนับรังสีเป็นดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงระบบนับรังสีแบบช่องเดี่ยว

นอกจากอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ แล้วยังมีอุปกรณ์ที่ใช้นการต่อระบบเข้าด้วยกันอีก

3.1.4 ปั๊ม MODEL AP-10 ซึ่งจะมีอัตราไหล 30 ลิตรต่อนาที

3.1.5 ท่อ

3.1.6 ตัวอย่างวัสดุภัณฑ์ก่อสร้าง 5 ประเภท ได้แก่ หินแกรนิต, หินอ่อน, อิฐมอญ, อิฐบล็อก, กระเบื้องปูผนัง ประเภทละ 5 ตัวอย่าง

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.1 หาประสิทธิภาพหัววัด

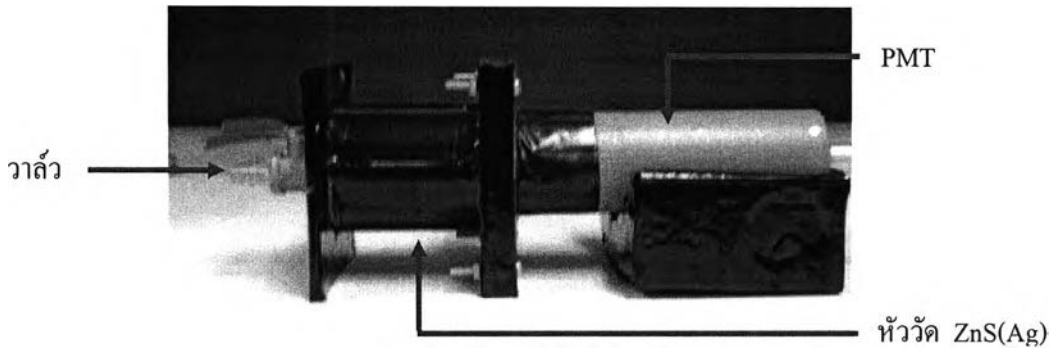
3.2.1.1 นำหัววัดไปวัดต้นกำเนิดรังสีแอลฟา

3.2.1.2 ปรับ coarse gain, fine gain, SCA และ window ให้เหมาะสม

3.2.1.3 หา plateau curve เพื่อหาค่าไฟฟ้าศักดาสูงที่เหมาะสำหรับหัววัดที่จะใช้ในระบบวัด ซึ่งสำหรับระบบวัดนี้ค่าที่เหมาะสมคือ 500 โวลต์

3.2.2 การต่อระบบวัดรังสี

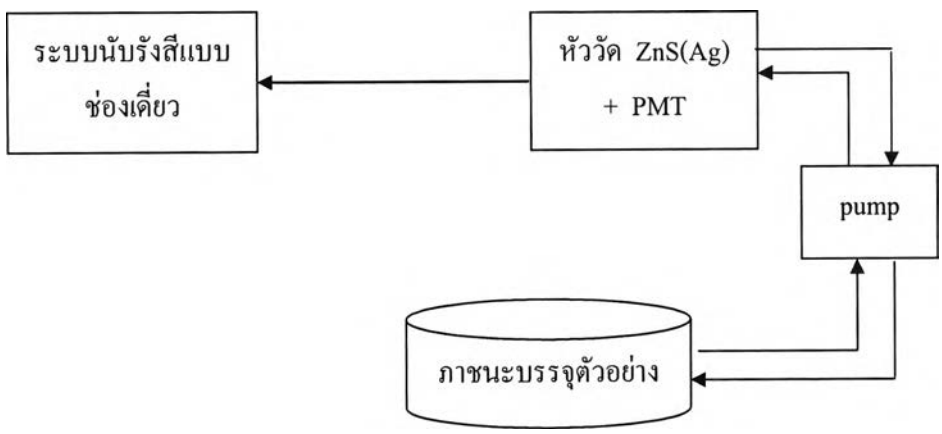
3.2.2.1 นำหลอดมัลติพลายเออร์มาเชื่อมต่อเข้ากับหัววัดโดยใช้ Fluid coupling ในการเชื่อมต่อกับแผ่นอะครีลิก โดย Fluid coupling จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสงที่เกิดขึ้นภายในหัววัดเข้าสู่หลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ ซึ่งจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.7



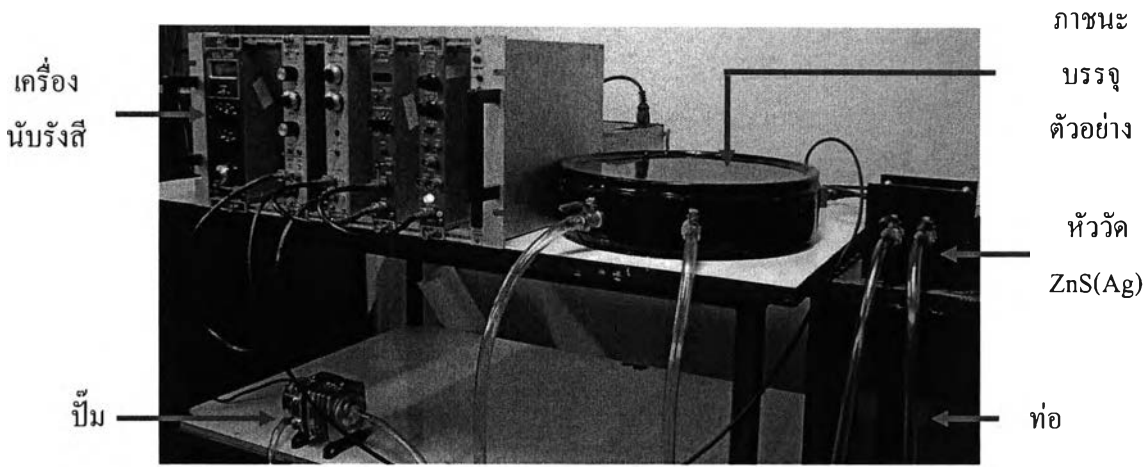
รูปที่ 3.7 แสดงการเชื่อมต่อหัววัดสังกะสีซัลไฟด์เข้ากับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์

3.2.2.2 จากนั้นทำการต่อหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์เข้ากับเครื่องนับรังสี เพื่อทำการนับสัญญาณที่ออกจากหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์

3.2.2.3 ขั้นตอนสุดท้ายคือการต่อภาชนะบรรจุตัวอย่างกับหัววัดโดยผ่านปั๊มดูดอากาศ ซึ่งจะทำการต่อระบบให้เป็นระบบปิด เพื่อดูดอากาศจากภาชนะบรรจุตัวอย่างเข้าสู่หัววัด เมื่อทำการวัดรังสีแล้วปล่อยอากาศกลับสู่ภาชนะบรรจุตัวอย่าง ระบบวัดรังสีจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 แผนผังการจัดระบบวัดรังสี



รูปที่ 3.9 ลักษณะการจัดระบบวัดรังสี

3.2.3 หาประสิทธิภาพของระบบวัดรังสี

3.2.3.1 ทำการวัดค่ารังสีภูมิหลัง(background) ของระบบเป็นเวลา 80 นาที

3.2.3.2 เตรียมสารมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ทราบค่าความแรงรังสีที่แน่นอน ใส่แชมเบอร์ ปิดผนึกด้วยซิลิโคนทิ้งให้เข้าสู่สมดุลแบบเซคูลาร์(secular equilibrium) ประมาณ 500 ชั่วโมง

3.2.3.3 เมื่อสารมาตรฐานเข้าสู่สมดุลแล้วจึงทำการวัดรังสีเป็นเวลา 80 นาที เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบวัด

3.2.4 ทำการวัดตัวอย่างวัสดุภัณฑ์ก่อสร้าง ซึ่งได้แก่ หินแกรนิต, หินอ่อน, อิฐมอญ, อิฐบล็อก และกระเบื้องปูผนัง โดยทำการวัดตัวอย่างวัสดุภัณฑ์ชนิดละ 5 ตัวอย่าง

3.2.4.1 ทำการวัด background ก่อนทำการวัดตัวอย่างเป็นเวลา 80 นาที

3.2.4.2 นำตัวอย่างใส่ลงไปในภาชนะบรรจุตัวอย่างปิดผนึกภาชนะบรรจุตัวอย่างด้วยซิลิโคน ทำการวัดรังสีเป็นเวลา 80 นาที

3.2.4.3 เมื่อวัดเสร็จนำตัวอย่างออกจากภาชนะบรรจุตัวอย่าง แล้วทำการวัดค่า background อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าหัววัดเกิดการปนเปื้อนขึ้นหรือไม่ ก่อนทำการวัดตัวอย่างอื่นต่อไป

3.2.4.4 คำนวณค่าที่วัดได้ให้อยู่ในรูปอัตราการปลดปล่อยเรดอนจากวัสดุภัณฑ์ก่อสร้างตัวอย่างที่ทำการวัด

3.2.5 การปรับเทียบค่ากับเครื่องวัดเรดอน RAD 7

เนื่องจากเครื่องวัดเรดอน RAD 7 เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานภาคสนาม จึงไม่เหมาะที่จะนำมาปรับเทียบค่า แต่เครื่องวัดเรดอน RAD 7 ที่นำมาใช้ปรับเทียบค่านี้ได้ทำการปรับเทียบค่ามาแล้วกับ Ionization Chamber ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ได้มาตรฐานเหมาะสำหรับการใช้เป็นตัวปรับเทียบ ดังนั้นจึงสามารถใช้เครื่องวัดเรดอน RAD 7 นี้มาปรับเทียบได้[11]

หลักการทำงานของเครื่องวัดเรดอน RAD 7

เมื่อทำการวัดเรดอนเครื่องวัดเรดอนจะทำการดูดอากาศตัวอย่างจากภาชนะบรรจุตัวอย่างที่ต้องการวัดเรดอนเข้าสู่หัววัด อากาศที่ถูกดูดเข้าไปก็จะแพร่เข้าไปในบริเวณที่ว่างรอบหัววัด ซึ่งหัววัดจะเป็นหัววัดแอลฟาแบบสารกึ่งตัวนำซิลิคอน ดังนั้นเมื่อมีการสลายตัวของเรดอนหรือทอรอนภายในหัววัดก็จะมีการแปลงสัญญาณที่เกิดขึ้นไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าก่อนที่จะรายงานผลเป็นความเข้มข้นของเรดอนและความเข้มข้นของทอรอน

รูปที่ 3.10 เครื่องวัดเรดอน RAD 7

3.2.5.1 ต่อภาชนะบรรจุเข้ากับเครื่องวัดเรดอน RAD 7

3.2.5.2 นำตัวอย่างใส่ภาชนะ ทำการวัดเรดอนด้วย RAD 7 โดยที่ RAD 7 จะดูดอากาศจากภาชนะบรรจุตัวอย่างมาวัด

3.2.5.3 คำนวณความเข้มข้นของเรดอนที่ปลดปล่อยออกมาจากวัสดุภัณฑ์ตัวอย่าง เพื่อนำค่าที่ได้ไปปรับเทียบกับค่าที่วัดได้จากระบบวัดที่สร้างขึ้น

รูปที่ 3.11 แสดงการวัดตัวอย่างโดยการใช้เครื่องวัดเรดอน RAD 7

3.2.6 การวัดเรเดียมด้วยวิธีแกมมาสเปคโตรเมตรีโดยใช้หัววัดรังสีกึ่งตัวนำชนิดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์

3.2.6.1 นำตัวอย่างไปวัดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สำหรับบางตัวอย่างที่มีปริมาณเรเดียมน้อยจะต้องวัดตัวอย่างให้นานขึ้นอีก

3.2.6.2 จากนั้นนำต้นกำเนิดรังสีแกมมาเรเดียม-226 เข้าไปวัดพร้อมกับตัวอย่างเป็นเวลา 600 วินาที เพื่อหาค่าการดูดกลืนในตัวเอง(self-absorption)ของตัวอย่าง ทำการวัดแบบนี้กับทุกตัวอย่าง

3.2.6.3 ทำการคำนวณหาความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม เพื่อจะได้ทราบถึงปริมาณเรเดียมของตัวอย่างแต่ละแผ่น ก่อนทำการเปรียบเทียบดูว่าตัวอย่างมีการปลดปล่อยเรดอนที่สอดคล้องกับปริมาณเรเดียมหรือไม่