บทที่ 4
การดำเนินการวิจัย

4.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์ที่สำคัญในการวัดอนุภาคอัลฟา เพื่อแยกตรวจวัดก๊าซเรดอนและทอรอนสำหรับการวิจัยนี้ มีดังนี้

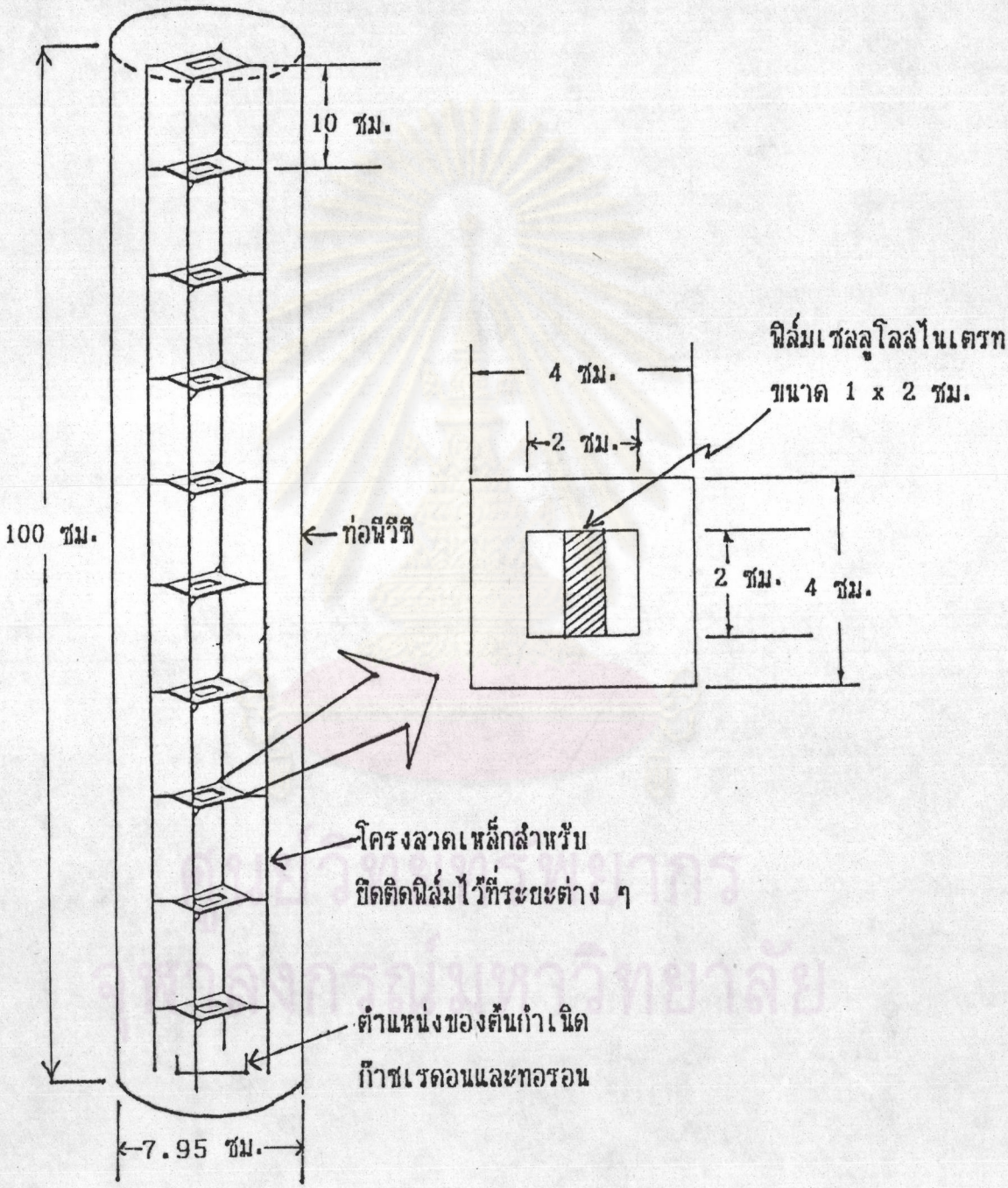
4.1.1 ฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท

เป็นฟิล์ม NTD ที่ออกแบบมาใช้ในงานวัดรังสี ด้วยวิธีแทรค-เอทช์โดยเฉพาะ มีคุณสมบัติในการบันทึกรอยของโปรตอนที่มีพลังงานต่ำกว่า 100 kev อนุภาคอัลฟาที่มีพลังงานต่ำกว่า 4 MeV อนุภาคมีประจุชนิดหนักและฟิชชันแฟรกเมนท์ (fission fragments) ไม่มีความไวโดยตรงต่อรังสีแกมมา รังสีเอกซ์ โปรตรอนพลังงานสูงและนิวตรอน ลักษณะของฟิล์มเป็นแผ่นบางมีเซลลูโลสไนเตรทสีแดงเข้มหนา 10 ไมครอน (micron) เคลือบอยู่บนด้านหนึ่งของแผ่นโพลิเอสเตอร์ (polyester) ใสซึ่งหนา 0.1 มิลลิเมตร ด้านที่เคลือบด้วยแผ่นเซลลูโลสไนเตรทเป็นด้านที่ใช้บันทึกรอยของอนุภาค

4.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการแพร่ของก๊าซในท่อ

ใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.95 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร มีโครงลวดเหล็กสวมอยู่ภายในเพื่อยึดกรอบฟิล์ม โดยห่างกัน 10 เซนติเมตร (ดังแสดงในรูปที่ 4.1) กรอบสำหรับติดแผ่นฟิล์มทำด้วยแผ่นทองแดง ขนาด 4 x 4 เซนติเมตร เจาะสี่เหลี่ยมตรงกลาง ขนาด 2 x 2 เซนติเมตร ปลายทั้งสองของท่อปิดด้วยแผ่นพีวีซี โดยวางต้นกำเนิดรังสีอยู่ที่ฐานด้านล่าง เมื่อทดลองจะปิดรอยต่อทุกส่วนด้วยดินน้ำมันและกระดาษกาว

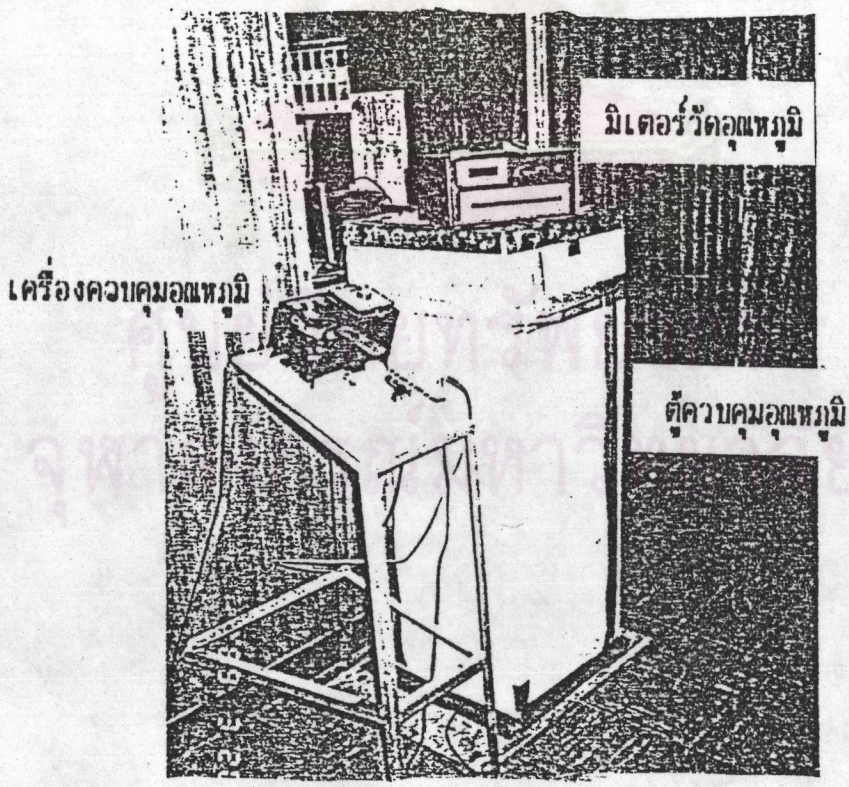
ต้นกำเนิดรังสีที่ใช้มี 2 ชนิดคือ เรเดียม-226 ความแรงรังสี 0.148 MBq (4μCi) สำหรับเป็นต้นกำเนิดก๊าซเรดอน (เรดอน-222) และทอเรียม-232 ในรูปของผงทอเรียมออกไซด์ (Thorium oxide, ThO_2) สำหรับเป็นต้นกำเนิดก๊าซทอรอน (เรดอน-220)



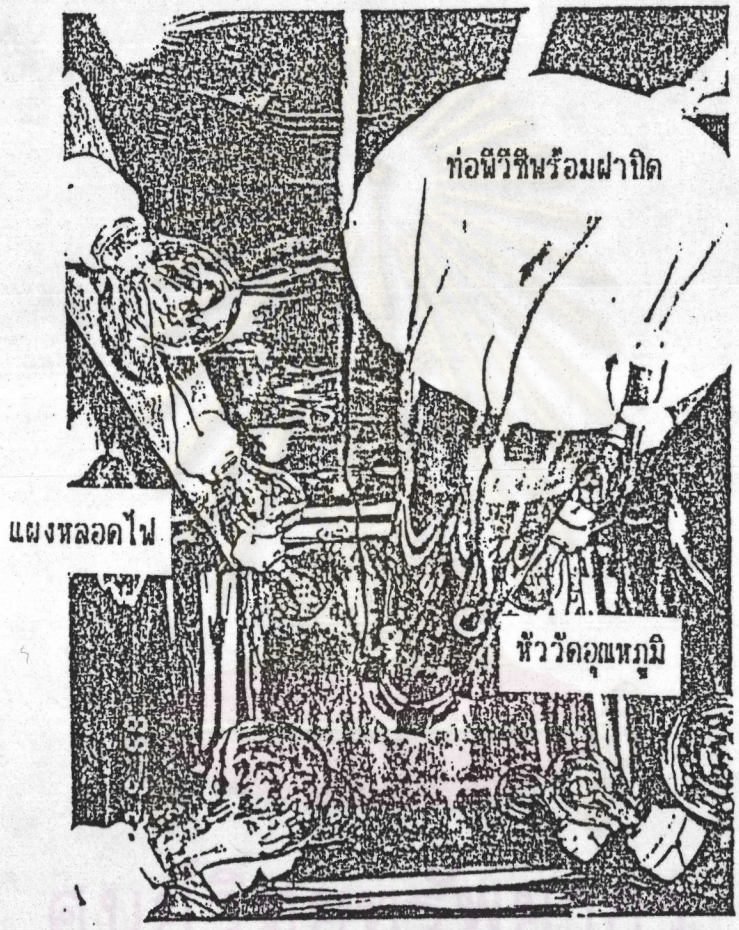
รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาการแพร่ของก๊าซในท่อ

4.1.3 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ

สำหรับใช้ศึกษาถึงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อการแพร่ของก๊าซ ขนาดของตู้ควบคุมอุณหภูมินี้คือ 45 x 45 เซนติเมตร สูง 120 เซนติเมตร โครงของตู้ทำด้วยเหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว บุด้วยแผ่นอลูมิเนียมบางและแผ่นใยแก้วหนา 1 นิ้ว ปิดทับด้วยกระดาษแข็ง ฐานล่างเป็นแผ่นไม้ ส่วนด้านบนเป็นแผ่นเหล็กบุใยแก้ว ที่มุมทั้งสี่ภายในตู้ควบคุมนี้ติดหลอดไฟขนาด 60 วัตต์ ด้านละ 3 หลอด เพื่อให้ความร้อนกระจายอย่างทั่วถึง และจะมีหัววัด (sensor) ของเครื่องควบคุมอุณหภูมิแขวนไว้ตรงกลางเพื่อคุมอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการ มีหัววัดอุณหภูมิเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิที่ด้านล่าง ตรงกลางและด้านบนของภายในตู้ควบคุม เมื่ออุณหภูมิเป็นไปตามต้องการจึงเริ่มทดลอง สำหรับการทดลองที่อุณหภูมิต่ำจะใช้น้ำแข็งแห้ง(dry ice) แขวนไว้ด้านบนภายในตู้ โดยยังมีหัววัดอุณหภูมิทั้ง 3 จุด เมื่อความเย็นกระจายอย่างทั่วถึง อุณหภูมิตรงตามต้องการจึงเริ่มทดลอง



รูปที่ 4.2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิพร้อมเครื่องควบคุมและมิเตอร์วัดอุณหภูมิ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.3 ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิ

4.1.4 อุปกรณ์ในการกัดขยายรอยอนุภาค

4.1.4.1 บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร บรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 10 % หรือ 2.5 นอร์มาล (normal) จำนวน 100 มิลลิลิตร

4.1.4.2 เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของสารละลาย

4.1.4.3 กระจกนาฬิกาสำหรับปิดปากบีกเกอร์

4.1.4.4 บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร บรรจุน้ำ

4.1.4.5 เตาไฟฟ้า (hot plate) ควบคุมอุณหภูมิได้

4.1.5 กล้องจุลทรรศน์สำหรับนับรอยอนุภาค

ใช้กล้องจุลทรรศน์ Olympus PB-2 ซึ่งสามารถปรับกำลังขยายได้สูงสุด 100 เท่า (กำลังขยายของเลนซ์ใกล้ตา = 10 x) และมีกริด (grid) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส อยู่ที่เลนซ์ใกล้ตา กริดรูปสี่เหลี่ยมนี้ยังแบ่งออกเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ อีก 100 ช่อง (10 x 10) เพื่อสะดวกในการนับรอย

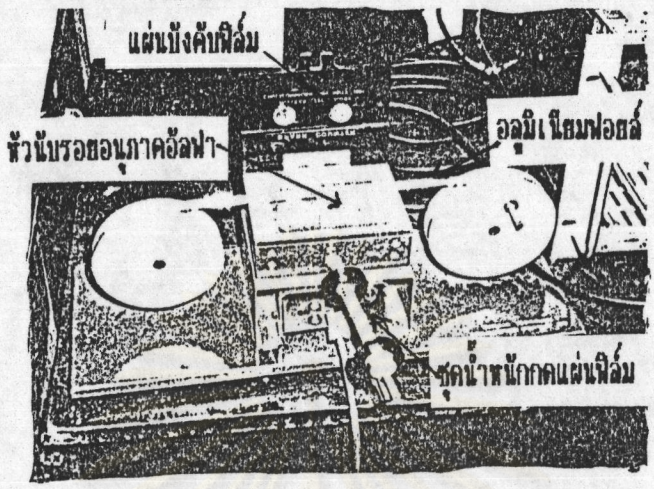
4.1.6 สปาร์ค เคาน์เตอร์

เป็นเครื่องนับรอยอนุภาคอัลฟาบนแผ่นฟิล์มโดยใช้การสปาร์ค มีส่วนประกอบที่สำคัญต่าง ๆ ดังนี้

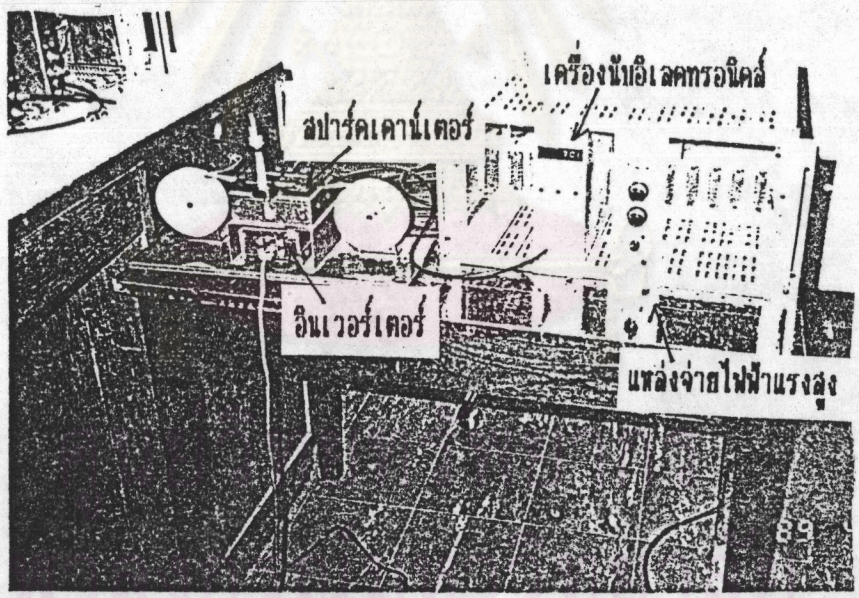
4.1.6.1 หัวนับรอยอนุภาคอัลฟา มีลักษณะเป็นพื้นที่หน้าตัดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ทำด้วยทองเหลืองชุบโครเมียมเพื่อป้องกันการเกิดออกไซด์บนพื้นที่หน้าตัดของหัวนับรอย

4.1.6.2 แท่นรองฟิล์มและแผ่นบังคับฟิล์ม เป็นส่วนที่จะช่วยให้แผ่นฟิล์มที่นำมานับรอยอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยให้หัวนับรอยอนุภาควางบนแผ่นฟิล์มตรงกลางพอดี และแผ่นบังคับฟิล์มซึ่งทำด้วยแผ่นยางกลมจะเป็นตัวทำให้แผ่นฟิล์มสัมผัสแน่นตลอดผิวหน้าของหัวนับรอย

4.1.6.3 ชุดน้ำหนักกดแผ่นฟิล์ม เป็นส่วนเสริมกับแผ่นยางทำให้แผ่นฟิล์มสัมผัสแน่นกับหัวนับรอยได้มากขึ้น ชุดน้ำหนักที่ใช้สามารถปรับขนาดของน้ำหนักหรือแรงกดบนแผ่นฟิล์มได้ตั้งแต่ 0.02 - 2.0 กิโลกรัม



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.4 เครื่องนับรอยอนุภาคด้วยการสปาร์ค

4.2 การกัดขยายรอยอนุภาคบนฟิล์ม

รอยของอนุภาคที่เกิดขึ้นบนแผ่นฟิล์มนั้นมีขนาดเล็กมาก จำเป็นต้องมีการกัดขยายรอยเพื่อให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยใช้สารละลายเคมีที่เหมาะสม และควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย อุณหภูมิของสารละลาย รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการกัดขยายรอยด้วย สำหรับฟิล์ม NTD ชนิดเซลลูโลสไนเตรท สารละลายเคมีที่เหมาะสมคือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10% อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 40 นาที[5,23,24] ขั้นตอนของการกัดขยายรอยมีดังนี้

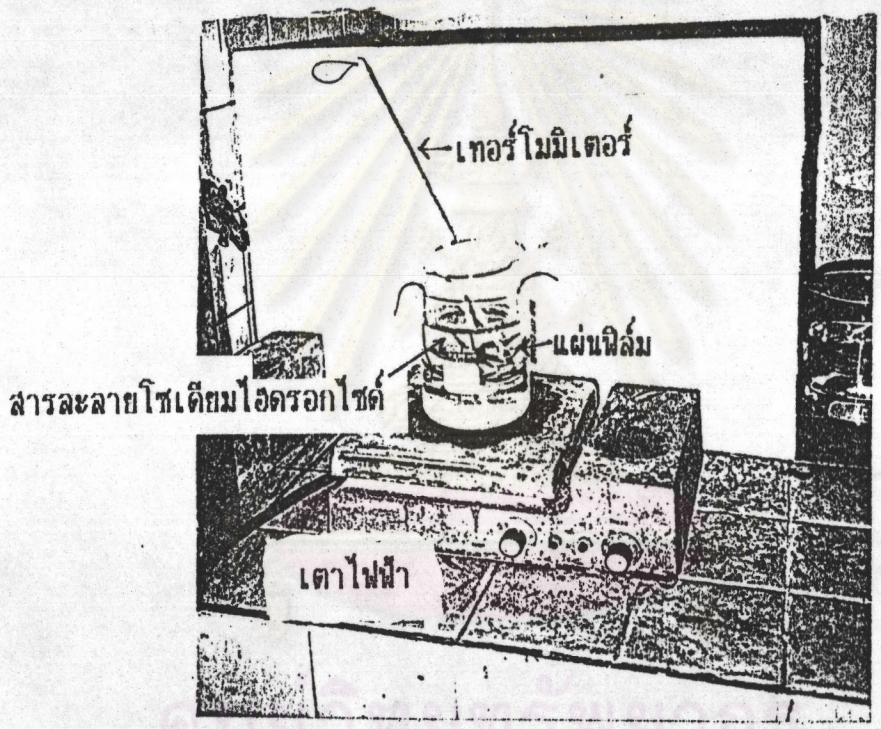
4.2.1 ใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 100 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในสารละลายเพื่อดูอุณหภูมิของสารละลาย ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา แล้วนำไปตั้งในตะแกรงลวดในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำอยู่ในระดับเดียวกับสารละลาย

4.2.2 นำบีกเกอร์ใน 4.2.1 ไปตั้งบนเตาไฟฟ้า ควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงนำแผ่นฟิล์มที่จะกัดขยายรอยใส่ลงในบีกเกอร์พร้อมกับเริ่มจับเวลา โดยระหว่างกัดขยายรอย อุณหภูมิต้องคงที่ที่ 60$\pm$1 องศาเซลเซียสตลอด และควรเขย่าบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายบ้างเป็นครั้งคราว

4.2.3 เมื่อครบ 40 นาที นำแผ่นฟิล์มขึ้นจากสารละลายทันทีแล้วนำไปแช่น้ำ โดยให้น้ำไหลผ่านช้า ๆ เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำแผ่นฟิล์ม ไปผึ่งให้แห้ง

4.2.4 เมื่อแผ่นฟิล์มแห้งแล้ว นำมาใส่กรอบสไลด์เพื่อเตรียมนับความหนาแน่นรอยต่อไป

สำหรับฟิล์มที่จะนำไปนับรอยด้วยสปาร์ค เคาน์เตอร์ จะใช้ระยะเวลาในการกัดรอยเพิ่มขึ้นอีก 20 นาที รวมเป็น 60 นาที เพื่อขยายรอยให้โตขึ้นและเพื่อให้ฟิล์มมีความหนาน้อยลง ภายหลังการล้างกัดรอยและนำฟิล์มไปแช่น้ำไว้แล้ว แผ่นเซลลูโลสไนเตรท (สีแดงเข้ม) จะลอกออกจากฐานที่เป็นโพลีเอสเตอร์ (พลาสติกใส) ได้ง่าย เมื่อลอกแผ่นเซลลูโลสไนเตรทออกมาแล้ว จะนำไปผึ่งให้แห้งในอากาศ และนำไปใส่กรอบสไลด์เพื่อนับรอยต่อไป



รูปที่ 4.5 การจัดอุปกรณ์ในการกัดขยายรอยอนุภาคบนแผ่นฟิล์ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 การนับรอยอนุภาคบนฟิล์ม

4.3.1 การนับรอยด้วยกล้องจุลทรรศน์

เลือกใช้กำลังขยายประมาณ 400 เท่า นับจำนวนรอยที่เกิดขึ้นในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งอยู่ที่เลนส์ใกล้ตา จำนวนรอยที่นับได้ใน 1 ครั้ง จะเป็นจำนวนรอยต่อพื้นที่ 0.0004 ตารางเซนติเมตร การนับจำนวนรอยจะเลื่อนนับไปตามจุดต่าง ๆ บนแผ่นฟิล์ม 100 จุด แล้วนำค่ารวมที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3.2 การนับรอยด้วยสปาร์คเคาน์เตอร์

4.3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

- แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงสูง (high voltage power supply)
- สปาร์ค เคาน์เตอร์ (spark counter)
- อินเวอร์เตอร์ (inverter)
- เครื่องนับอิเลคทรอนิคส์ (scaler)
- แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ (low voltage power supply)
- แผ่นฟิล์ม NTD ชนิดเซลลูโลสไนเตรท (cellulose nitrate)
- อลูมิเนียมฟอยล์ หนา 3/4 มิล. (aluminium foil, 3/4 mil. thick)

4.3.2.2 การหาขนาดแรงดันไฟฟ้าทะลุฟิล์ม

ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ตามข้อ 4.3.2.1 โดยจัดเครื่องมือและอุปกรณ์ตามรูปที่ 4.6

- นำฟิล์ม NTD ชนิด เซลลูโลสไนเตรท ขนาด 2 x 3 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น ไปกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที

- ลอกแผ่นฟิล์มที่กัดแล้วนี้ออกจากแผ่นโพลีเอสเตอร์ ตากให้แห้ง นำไปติดกรอบสไลด์กระดาษ โดยจัดแผ่นฟิล์มให้ติงทุกด้าน

- วางแผ่นฟิล์มและอลูมิเนียมฟอยล์ บนสปาร์คเคาน์เตอร์ จัดเครื่องปรับน้ำหนักกดแผ่นฟิล์ม 500 กรัม ปรับแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงสูง จนแผ่นฟิล์มทะลุ โดยสังเกตจาก เครื่องนับอิเลคทรอนิคส์ ผลการทดลองตามตารางที่ 5.1

4.3.2.3 <u>การหาขนาดแรงดันไฟฟ้าสำหรับเจาะรูรอยรังสี</u>

แรงดันไฟฟ้าสำหรับเจาะรูรอยรังสีต้องมีค่าไม่เกินค่าแรงดันไฟฟ้าทะลุฟิล์ม ดังนั้นถ้ากัดรอยรังสีบนฟิล์ม NTD ชนิดเซลลูโลสไนเตรท ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าเจาะรูน้อยกว่า 1064 โวลต์ (จากตาราง 5.1) ซึ่งในที่นี้ เลือกใช้แรงดันไฟฟ้าสำหรับเจาะรู 1000 โวลต์ โดยเจาะรู 2 ครั้ง และใช้น้ำหนักกดแผ่นฟิล์ม 500 กรัม

4.3.2.4 <u>การหาขนาดแรงดันไฟฟ้าสำหรับนับจำนวนรอยรังสี</u>

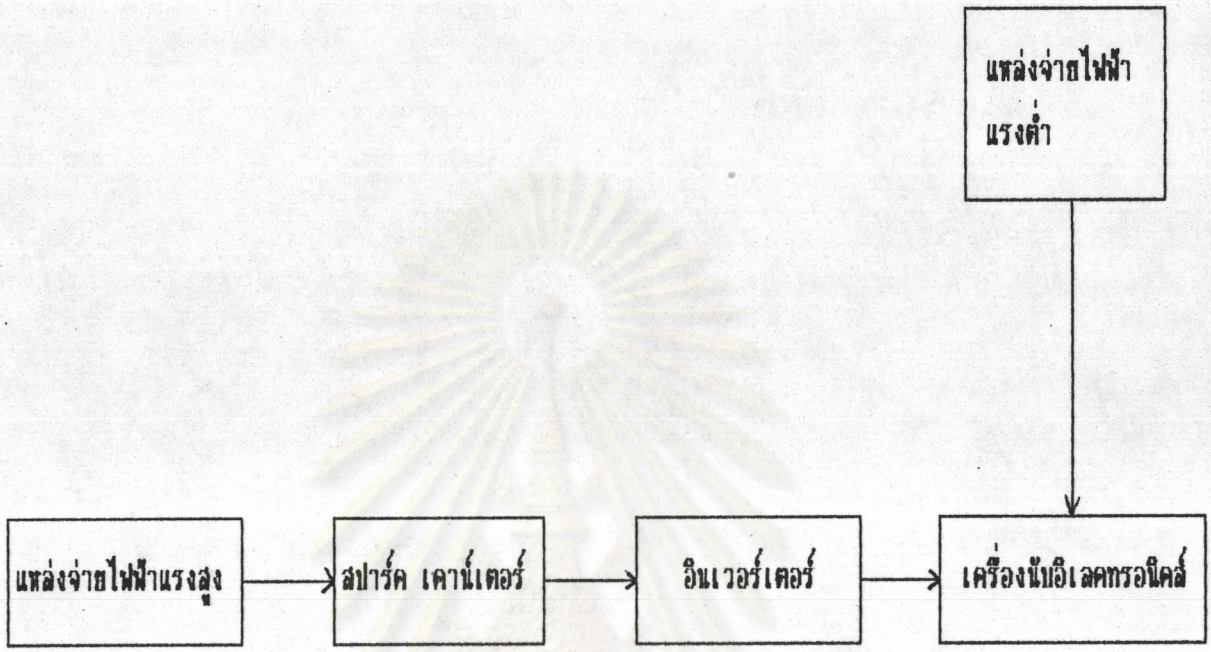
นำฟิล์ม NTD ชนิดเซลลูโลสไนเตรท ขนาด 2 x 3 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่นไปอาบรังสีอัลฟาจากก๊าซเรดอนโดยใช้เรเดียม-226 ความแรงรังสี 3.7 MBq(0.1 mCi) ครอบด้วยถ้วยสำรวจยูเรเนียมที่มีแผ่นฟิล์มติดอยู่ที่ก้นถ้วย นาน 30 และ 40 วินาที จากนั้นนำไปกัดขยายรอยและติดกรอบสไลด์ ตามขั้นตอนใน 4.2 เจาะรูรอยรังสีด้วยแรงดันไฟฟ้า 1000 โวลต์ 2 ครั้ง แล้วเริ่มนับจำนวนรอยด้วยแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 100 โวลต์จนถึง 1000 โวลต์ ได้ผลตามตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.1 จากนั้นจึงหาขนาดแรงดันไฟฟ้าสำหรับนับจำนวนรอยรังสี

จากรูปที่ 5.1

ขนาดของพลาโท (plateau) = 700-500 = 200 โวลต์

แรงดันไฟฟ้าสำหรับนับจำนวนรอย = $500 + \frac{25}{100} \times 200 = 550$ โวลต์

I17409858X



รูปที่ 4.6 แผนผังการจัดเครื่องมือ เพื่อหาขนาดแรงดันไฟฟ้าทะลุฟิล์ม
และการนับรอยด้วยวิธีสปาร์ค

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.2.5 <u>การนับจำนวนรอยรังสี</u>

นำแผ่นฟิล์มที่อาบรังสีและกัดขยายรอยแล้วไปเจาะรูรอยให้ทะลุโดยวางแผ่นฟิล์มและอลูมิเนียมฟอยล์ บนสปาร์ค เคาน์เตอร์ ใช้แรงดันไฟฟ้า 1000 โวลต์ เจาะรู 2 ครั้ง จากนั้นจึงนับจำนวนรอยรังสีโดยใช้แรงดันไฟฟ้า 550 โวลต์ นับจำนวนรอย 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4 <u>การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อระยะการแพร่ของก๊าซเรดอนและทอรอน</u>

เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อระยะการแพร่ของก๊าซเรดอนและทอรอน ในการวิจัยนี้ได้ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 30 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิห้อง) และ 22 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงจะใช้งาน ขั้นตอนการวิจัยมีดังนี้

4.4.1 นำแผ่นฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทขนาด 1 x 2 เซนติเมตร จำนวน 10 แผ่น มาติดลงบนกรอบติดแผ่นฟิล์ม ของอุปกรณ์ตามรูปที่ 4.1 ที่ระยะ 10,20, ...100 เซนติเมตร

4.4.2 นำแผ่นฟิล์มในข้อ 4.4.1 ไปอาบรังสีอัลฟาจากก๊าซทอรอน โดยใช้ทอเรียมออกไซด์ 20 กรัม บรรจุภาชนะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.3 เซนติเมตร วางอยู่บนฐานด้านล่างของท่ออุปกรณ์ ปิดรอยต่อทุกส่วนของอุปกรณ์เพื่อป้องกันการรั่วไหลของก๊าซ

4.4.3 เมื่อเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาการแพร่ของก๊าซในท่อเรียบร้อยแล้ว นำไปตั้งไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่เตรียมอุณหภูมิได้ตามต้องการแล้ว ทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน จึงนำแผ่นฟิล์มออกไปล้างกัดรอย และนับรอยต่อไป ผลการทดลองตามตารางที่ 5.3 และรูปที่ 5.2

4.4.4 ส่วนการหาระยะการแพร่ของก๊าซเรดอนและทอรอนที่อุณหภูมิห้องนั้น มีขั้นตอนเช่นเดียวกับ 4.4.1-4.4.2 แต่ใช้เรเดียม-226 ความแรงรังสี 0.148 MBq(4μCi) เป็นต้นกำเนิดก๊าซเรดอนโดยใช้เวลาอาบรังสี 2,3 และ 5 วัน และใช้ทอเรียมออกไซด์ 10 กรัม เป็นต้นกำเนิดก๊าซทอรอนเวลาอาบรังสี 7,14 และ 25 วัน ผลการทดลองตามตารางที่ 5.4 - 5.5 และรูปที่ 5.3

4.5 <u>การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจแยกวัดก๊าซเรดอนและทอรอน</u>

สิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจแยกวัดก๊าซเรดอนและทอรอน ก็คือการหาระยะทางไกลสุดที่ก๊าซทอรอนสามารถแพร่ไปได้ ซึ่งผลการทดลองหาระยะการแพร่ของก๊าซทั้งสอง ตามตารางที่ 5.4 และ 5.5 โดยดูจากความหนาแน่นรอยสัมพัทธ์จะเห็นว่าที่ระยะทางตั้งแต่ 50 เซนติเมตรขึ้นไปนั้น ความหนาแน่นรอยสัมพัทธ์ของก๊าซทอรอนมีค่าโดยเฉลี่ย 0.6 เปอร์เซนต์ ในขณะที่ระยะเดียวกันนั้น ความหนาแน่นรอยสัมพัทธ์ของก๊าซเรดอนยังคงมีค่าไม่ต่างจาก 100 มากนักคือประมาณ 86.95 เปอร์เซนต์ ดังนั้นระยะทางต่ำสุดที่จะสามารถแยกก๊าซเรดอนและทอรอนได้ก็คือ ระยะทางตั้งแต่ 50 เซนติเมตรขึ้นไป

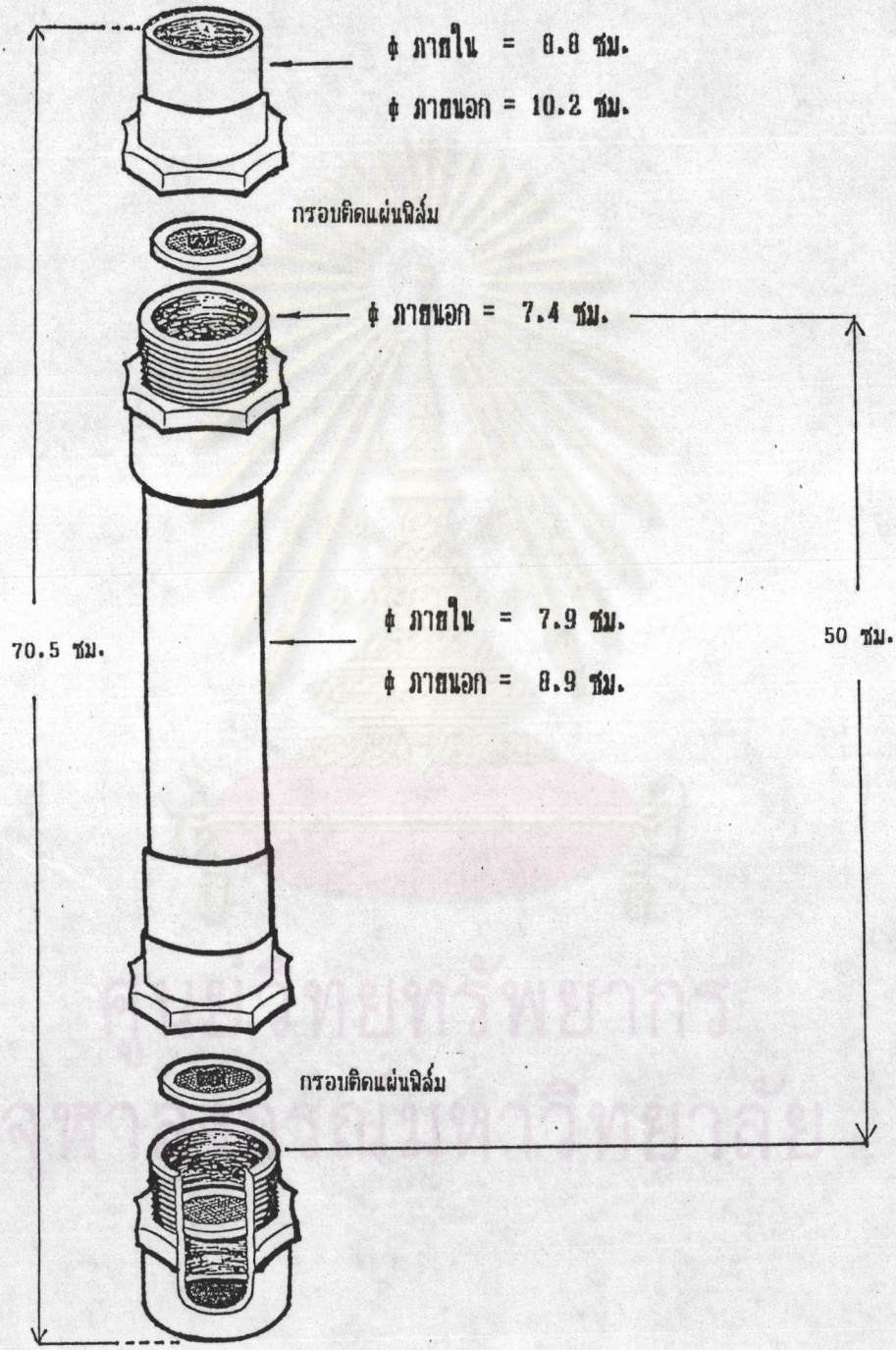
เนื่องจากการตรวจแยกวัดก๊าซทั้งสองใช้การอ่านรอยรังสีที่เกิดขึ้นบนแผ่นฟิล์ม ดังนั้นตำแหน่งที่ติดแผ่นฟิล์มจะต้องสามารถถอดเปลี่ยนแผ่นฟิล์มได้สะดวก และยังคงสภาพที่สามารถให้ก๊าซแพร่กระจายได้อย่างสะดวกด้วยเช่นกัน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจแยกวัดก๊าซเรดอนและทอรอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 ใช้ท่อ พีวีซี ขนาด 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ยาว 38.5 เซนติเมตร ต่อปลายท่อด้านบนและล่างเข้ากับข้อต่อเกลียวในและเกลียวนอกตามลำดับ ทำให้ส่วนทั้งหมดนี้ยาว 55 เซนติเมตร จากนั้นนำไปต่อกับข้อต่อเกลียวนอกและเกลียวในตามลำดับอีกครั้ง ปิดปลายท่อด้วยแผ่นพีวีซี

4.5.2 กรอบติดแผ่นฟิล์ม ทำด้วยแผ่นพีวีซีหนา 0.5 เซนติเมตร ตัดเป็นวงแหวน 2 ชิ้น ขนาดพอดีกับปลายบนของข้อต่อเกลียวใน ประกบกับแผ่นตะแกรงลวดขนาด 7 x 7 ช่องต่อ 1 ตารางเซนติเมตร ยึดติดด้วยน็อตทองเหลือง พร้อมห่วงสำหรับตึง ตรงกลางแผ่นตะแกรงลวดมีมุมรูปสำหรับใส่แผ่นฟิล์ม

4.5.3 กรอบติดแผ่นฟิล์มนี้จะติดที่ด้านบนของข้อต่อเกลียวในทั้งด้านบนและด้านล่างของท่อ โดยเมื่อสวมข้อต่อทั้งหมดนี้แล้ว ระยะห่างระหว่างแผ่นฟิล์มของข้อต่อเกลียวในด้านล่างถึงแผ่นฟิล์มของข้อต่อเกลียวในด้านบน จะเท่ากับ



รูปที่ 4.7 โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจแยกวัดก๊าซเรดอนและทอรอน

50 เซนติเมตรพอดี และจะติดกรอบตะแกรงลวดนี้อีก 1 แห่ง ที่ระยะ 7.3 เซนติเมตร จากปลายด้านล่างของท่อ ซึ่งจะห่างจากแผ่นฟิล์มด้านล่าง 5 เซนติเมตร

4.5.4 การติดแผ่นฟิล์มสำหรับการตรวจวัดนั้น ที่กรอบติดแผ่นฟิล์มด้านล่างจะติดแผ่นฟิล์มให้ด้านเซลลูโลสไนเตรทหงายขึ้น ส่วนกรอบด้านบนแผ่นฟิล์มด้านเซลลูโลสไนเตรทจะคว่ำลง เมื่อตรวจวัดก๊าซ ปลายท่อด้านล่างจะเปิดให้ก๊าซเคลื่อนที่เข้ามาในท่อ และรอยต่อทุกส่วนต้องปิดไว้อย่างดีไม่ให้มีการรั่วไหล

4.6 <u>การทดสอบอุปกรณ์</u>

4.6.1 นำฟิล์ม NTD ชนิดเซลลูโลสไนเตรท ขนาด 2 x 3 เซนติเมตร ติดที่กรอบติดแผ่นฟิล์มด้านล่าง (ตำแหน่ง ก) และด้านบน (ตำแหน่ง ข) ของท่ออุปกรณ์ ตามรูปที่ 4.7 และ 4.8 ต่อส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกัน

4.6.2 นำฟิล์มดังกล่าวไปอาบรังสีอัลฟา โดยวางต้นกำเนิดรังสีบนฐานสูง 6 เซนติเมตร ในระหว่างเวลาอาบรังสี ปิดรอยต่อทุกส่วนด้วยดินน้ำมันเพื่อป้องกันการรั่วไหลของก๊าซ

4.6.3 ต้นกำเนิดรังสีที่ใช้

- เรเดียม-226 ความแรงรังสี 0.148 MBq (4 μ Ci) ระยะเวลาอาบรังสี 2 และ 3 วัน

- ทอเรียมออกไซด์ 10 กรัม ระยะเวลาอาบรังสี 7 วัน และ 14 วัน

- เรเดียม-226 ความแรงรังสี 0.037 MBq (1 μ Ci) 0.148 MBq (4 μ Ci) และ 0.222 MBq (6 μ Ci)ระยะเวลา อาบรังสี 3 วันเท่ากัน

- แร่โมนาไซท์ 30.000546 กรัม โดยมีเปอร์เซนต์ของทอเรียมและยูเรเนียม 2.36 และ 1.45 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ใช้เวลาอาบรังสี 3 สัปดาห์

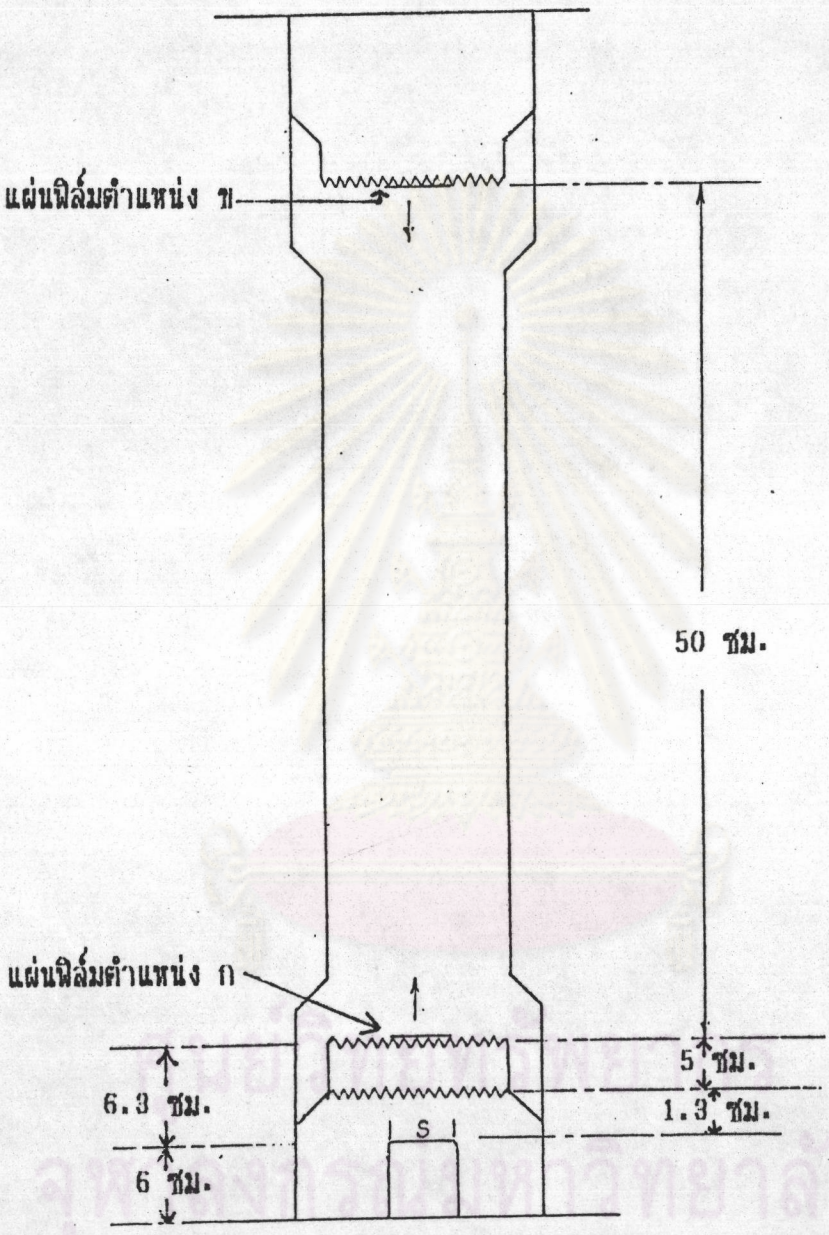
- แร่ยูเรเนียม 57.05696 กรัมโดยมีเปอร์เซนต์ของทอเรียมและยูเรเนียม 0.23 และ 0.38 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ใช้เวลาอาบรังสี 1 สัปดาห์

4.6.4 เมื่อครบกำหนดเวลาอาบรังสี นำแผ่นฟิล์มไปกัดขยายรอยแล้วนำมานับรอยโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

4.6.5 จากนั้นนำไปกัดขยายรอยต่ออีก 20 นาที เพื่อนับรอยด้วยสปาร์ค เคาน์เตอร์ ตามรายละเอียดในข้อ 4.2

ผลการทดลองตามตารางที่ 5.6 - 5.10 และรูปที่ 5.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 แผนผังภายในท่ออุปกรณ์ขและอาบรังสี

4.7 การทดสอบอุปกรณ์ในภาคสนาม

ได้นำอุปกรณ์ที่ทำขึ้นออกทดสอบการใช้งานจริงในภาคสนาม โดยเลือกพื้นที่ทดสอบทั้งหมด 5 แห่ง ในจังหวัดขอนแก่นคือ โรงเรียนภูเวียงวิทยาคม อำเภอภูเวียง โรงเรียนบ้านนาโพธิ์ อำเภอภูเวียง โรงเรียนบ้านหินร่อง อำเภอภูเวียง สำนักสงฆ์ภูพานคำ อำเภอหนองเรือ และภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

4.7.1 ตัดฟิล์ม NTD ชนิดเซลลูโลสไนเตรทขนาด 2 x 3 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น ติดที่กรอบติดแผ่นฟิล์ม ตำแหน่ง ก และ ข ตามรูปที่ 4.7 และ 4.8 ต่อส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันพร้อมทั้งปิดรอยต่อทุกส่วน

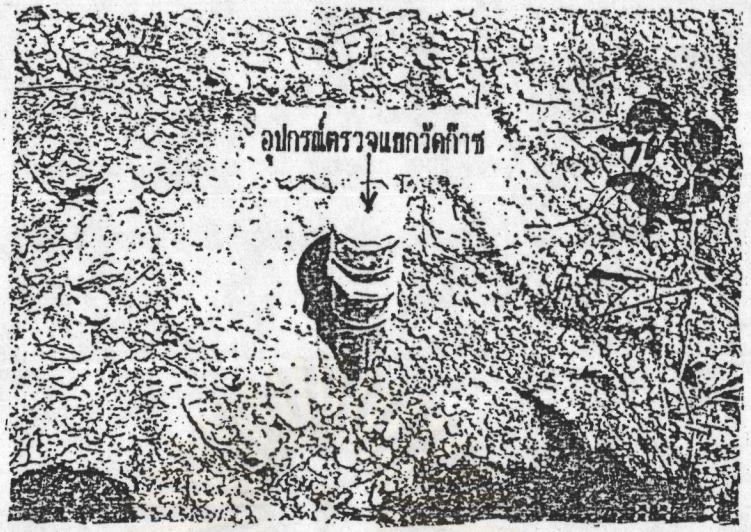
4.7.2 นำไปฝังในดินซึ่งขุดหลุมลึก 70 เซนติเมตร โดยเปิดปลายท่ออุปกรณ์ด้านล่าง เพื่อให้ก๊าซที่แพร่กระจายจากพื้นดินขึ้นมาเข้าไปในท่ออุปกรณ์ ปลายด้านบนของอุปกรณ์จะอยู่ระดับปากหลุมพอดี

4.7.3 ระยะเวลาในการทดลอง 1 เดือน มีการบันทึกสภาพทั่วไปของดิน อุณหภูมิเริ่มต้นและสุดท้ายของการทดสอบ ผลที่ปรากฏเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ตามตารางที่ 5.11

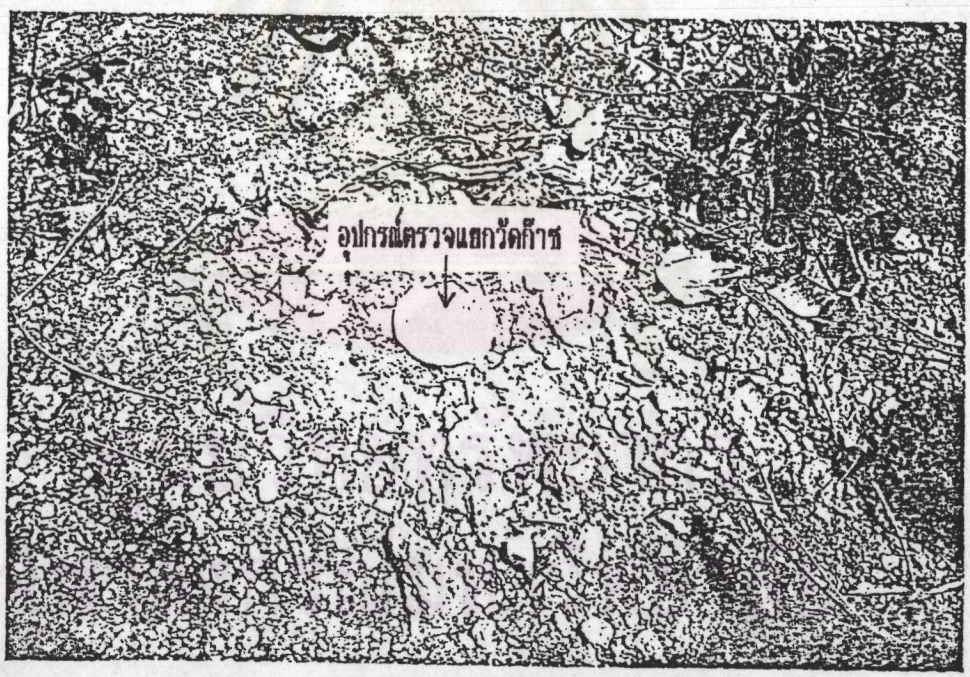
4.7.4 เมื่อครบกำหนดนำฟิล์มไปกัดขยายรอย แล้วนับรอยด้วยกล้องจุลทรรศน์ และสปาร์คเคาน์เตอร์

ผลการทดลองตามตารางที่ 5.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) อุปกรณ์อยู่ในหลุมซึ่งยังไม่ได้กลบ



(ข) อุปกรณ์อยู่ในสภาพพร้อมทดสอบ ปลายด้านบนอยู่ในระดับเดียวกับพื้นดิน

รูปที่ 4.9 การทดสอบอุปกรณ์ที่สำนักสงฆ์ภูพานคำ