

## การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดแก๊สเรือนแพและท่อร้อนโดยใช้เย็นก๊ด

เรื่องจากคติเอกภูมิ ศรีนทร์ สุวรรณรงค์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-274-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15578

๑๗๘๖๙๑๔๙

**DEVELOPMENT OF A RADON AND THORON MEASURING  
DEVICE USING NTD**

**Flight Lieutenant Sarintorn Suwannapong**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Engineering**

**Department of Nuclear Technology**

**Graduate School**

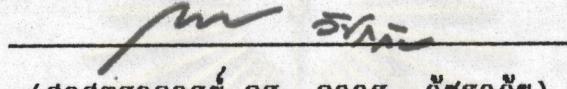
**Chulalongkorn University**

**1989**

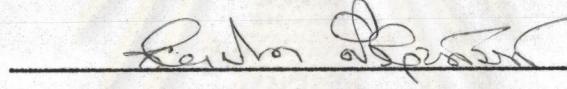
**ISBN 974-576-274-1**

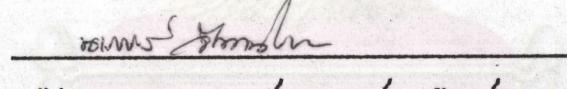
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซเรือนแพท่อรอนโดยใช้เอ็นทีดี  
โดย เรื่องอากาศเอก หญิง ศรีนทร์ สุวรรณพงศ์  
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว

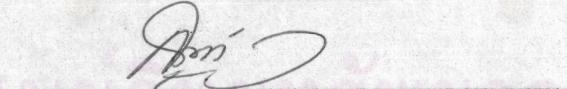
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

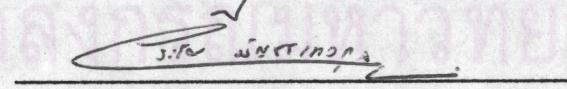
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยกิริ ศิริอุปถัมภ์)

 อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

 กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณ്ണะษัยยะ)

 กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. วีระชัย ปัญชารเทวกุล)



## พิมพ์คืนฉบับที่ด้วยวิทยานิพนธ์ภาษาในกรอบสีเขียวเพียงแผ่นเดียว

ศรินทร สุวรรณพงศ์, เรืออากาศ เอกอภิญ : การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดกําชาเรดอนและ thoron โดยใช้เอ็นทีดี (DEVELOPMENT OF A RADON AND THORON MEASURING DEVICE USING NTD) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.น.เรศร์ จันทน์ขาว, 80 หน้า.

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาเทคนิคและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกตรวจวัดกําชาเรดอนและ thoron โดยใช้เอ็นทีดี ชนิดเซลลูโลสไนเตอร์ Kodak LR 115 type II การแยกตรวจวัดเรดอนและ thoron นี้ อาศัยความแตกต่างของระยะเวลาพร่องระจายของกําซซึ่งขึ้นอยู่กับค่าครึ่งชีวิต ได้ทดลองทำการพร่องของกําชา ทั้งสองโดยเปรียบเทียบความหนาแน่นรอยสัมผัทบนแผ่นพิล์มที่ติดที่ระยะต่าง ๆ โดยใช้เรเดียม-226 และ โท เรียมออกไซด์ เป็นต้นกำเนิดกําซ จากการวิจัยพบว่า ในช่วงระยะ 50 เซนติเมตร ความหนาแน่นรอย สัมผัทของ เรดอน ลดลงเหลือ 85.42 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส ในขณะที่ ความหนาแน่นรอยสัมผัทของ thoron จะลดลงเหลือ 0.38, 2.29 และ 0 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิห้อง (27 - 30 องศาเซลเซียส) 22 และ 40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างขึ้นนี้ ประกอบด้วยห้องพิวชันดาต เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ยาว 70 เซนติเมตร ปลายด้านบนปิด ส่วนปลาย ด้านล่างเปิด มีแผ่นพิล์มเซลลูโลสไนเตอร์ขนาด 2 x 3 เซนติเมตร ติดอยู่ที่กรอบติดแผ่นพิล์มในห้องพิวชัน แผ่นพิล์มด้านล่างนั้นจะติดให้ด้านเซลลูโลสไนเตอร์หงายขึ้น เพื่อบันทึกรอยรังสีจาก เรดอนและ thoron ส่วนแผ่นพิล์มด้านบนจะกว้าง ด้านเซลลูโลสไนเตอร์ลงเพื่อบันทึกรอย เฉพาะเรดอน ระยะห่างระหว่างแผ่น พิล์มทั้งสองเท่ากับ 50 เซนติเมตร

ได้ทดสอบการแยกตรวจวัดกําชาทั้งสองโดยใช้อุปกรณ์นี้กับเรเดียม-226 ทอ เรียมออกไซด์ นานาไซด์ และแร่ยูเรเนียม รวมทั้งทำการทดสอบในภาคสนาม สามารถวัดความหนาแน่นรอยของกําชา เรดอนและ thoron ได้ในช่วง 11,700 - 24,200 และ 1,800 - 10,950 รอย/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และใช้สปาร์คเคนน์เตอร์นับจำนวนรอย เพื่อเปรียบเทียบผลด้วย พบว่า จำนวนรอยที่นับได้เป็น สัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นรอยที่นับได้จากการล้องจุลทรรศน์

ภาควิชา ..... นิวเคลียร์ เทคโนโลยี  
สาขาวิชา ..... นิวเคลียร์ เทคโนโลยี  
ปีการศึกษา ..... 2531

ลายมือชื่อนิสิต ..... ร.อ.๖๗๗๓ นางสาว นิลลดา กุลกาญจน์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... ผศ.น.เรศร์ จันทน์ขาว

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวเพียงแผ่นเดียว

SARINTORN SUWANNAPONG, FLIGHT LIEUTENANT : DEVELOPMENT OF A RADON AND THORON MEASURING DEVICE USING NTD. THESIS ADVISOR : ASSIST.PROF. NARES CHANKOW, 80 PP.

The objective of this thesis was to develop a technique and a device for radon and thoron measurements by using a nuclear track detector (NTD). For this purpose, the Kodak LR 115 cellulose nitrate film was used. Discrimination of radon and thoron was done based on the differences in their diffusion lengths which were dependent upon their half-lives. The diffusion lengths were determined from relative track density on the films which were placed at different distances from radium-226 and thorium oxide. It was found that in 50 cm the radon track density was reduced to 85.42 % at room temperature (27 - 30 °C) whereas the thoron track density was reduced to 0.38, 2.29 and 0 % at room temperature (27 - 30 °C), 22 °C and 40 °C respectively. The device consisted of a 70 cm long and 8 cm diameter PVC pipe with the top end closed and the bottom end opened. Two pieces of 2 cm x 3 cm cellulose nitrate films were placed inside the pipe. The first film was attached to the top end for radon track registration and the other was attached to the grid near the open end for radon and thoron track registration. The bottom film was 50 cm away from the top one.

The device was tested for radon and thoron measurement by using radium-226, thorium oxide, monazite and uranium ore. Field test was also carried out, and the radon and thoron track densities were found to be in the range of 11,700 to 24,200 and 1,800 to 10,950 tracks/cm<sup>2</sup>, respectively. A spark counter was also used in track counting. It showed that the number of counts was directly proportional to the track density obtained from an optical microscope.

ภาควิชา ..... นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
สาขาวิชา ..... นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
ปีการศึกษา ..... 2531

ลายมือชื่อนิสิต ..... น.ส. บงกช ธรรม ..... อาจารย์ที่ปรึกษา ..... ดร. วิวัฒน์ ธรรม

## กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาและวิจัยจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ผู้วิจัยขอ  
ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แ雷อร์ จันทน์นาว อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้  
กรุณาให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาด้วยดีตลอด

นอกจากนี้ขอบพระคุณและขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์  
ปุณณเชียรย์ ซึ่งกรุณาแก้ไขและชื่อมอุปกรณ์วัด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เมืองชัย  
แสงแก้ว ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการออกแบบตัวอย่าง พัฒนา  
วิธี ผลลัพธ์ ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และสนับสนุนวัสดุในการสร้างตัวควบ  
คุมอุณหภูมิ ร้อยเอ็ด ฉลาด เพ็งจรูญ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำ  
อุปกรณ์ทดสอบ คุณ เรืองนนท์ เหลาในบูล์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์  
แร่ตัวอย่าง จ่าอากาศเอก พิทักษ์ สอนเวช ผู้นิเทศวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และ  
และข้าราชการคุณย์วิจัยและผู้ผ่านการทดลองทุกท่านที่มีส่วนสนับสนุนและให้กำลังใจ  
แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

และขอบคุณ จ่าสิบเอก พัตรชัย โชติกุล และ คุณนาธิกา  
มงคลคำนวนเมฆต์ ซึ่งทั้งสองเป็นกำลังสำคัญที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน  
มาตั้งแต่ต้นจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณยาย ที่กรุณาให้การ  
สนับสนุนจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้.

## สารบัญ

### หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๙
สารบัญ.....	๙
สารบัญตาราง.....	๑๐
สารบัญรูปภาพ.....	๑๑
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย.....	2
1.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ.....	2
2. อนุภาคอัลฟा และทฤษฎีแทรค-ເວທີ່	
2.1 อนุภาคอัลฟ่า.....	3
2.2 ทฤษฎีแทรค-ເວທີ່.....	10
3. ก้าชเรดอนและก้าซอรอง	
3.1 ก้าชเรดอน.....	20
3.2 ก้าซอรอง.....	21
3.3 ผลจากการแพร่ของก้าชเรดอนและก้าซอรอง.....	23
4. การดำเนินการวิจัย	
4.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย.....	26
4.2 การเก็บข่ายรายอ่อนุภาคบนฟิล์ม.....	32
4.3 การนับรอยอ่อนุภาคบนฟิล์ม.....	34
4.4 การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อระยะเวลาแพร่ของก้าช เรดอนและซอรอง.....	37

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

4.5 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจแยกก้าช เรดอนและกอรอน.....	38
4.6 การทดสอบอุปกรณ์.....	40
4.7 การทดสอบอุปกรณ์ในภาคสนาม.....	43
<b>5. ผลการวิจัย</b>	
5.1 การหาขนาดแรงต้านไฟฟ้าสำหรับนับจำนวนรอยรังสี ด้วยสปาร์ค เคาน์เตอร์.....	45
5.2 ผลการศึกษาวิทธิผลของอุณหภูมิต่อระยะเวลาการแพร่ของ ก้าชกอรอน.....	47
5.3 ผลการศึกษาระยะกา拉แพร่ของก้าชเรดอนและกอรอนที่ ที่อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เวลาอ่าน รังสีต่างกัน.....	50
5.4 ผลการทดสอบอุปกรณ์เมื่อนับรอยรังสีด้วยกล้อง จุลทรรศน์.....	54
5.5 ผลการทดสอบอุปกรณ์ภาคสนาม.....	59
5.6 ผลการนับรอยรังสีด้วยสปาร์ค เคาน์เตอร์.....	61
<b>6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b>	
6.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัย.....	66
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	73
เอกสารอ้างอิง.....	75
ประวัติผู้เขียน.....	80

## สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

2.1 ค่า excitation potential เฉลี่ย (I) ของตัวกลาง บางชนิด.....	7
2.2 ค่าพลังงานวิกฤตและเงื่อนไขในการกัดรอยของแผ่นวัสดุ บันทึกรอยบางชนิด.....	14
2.3 แสดงค่าของอุณหภูมิที่มีผลต่อการลบเลือนของรอยอนุภาค บนแผ่นวัสดุบันทึกรอยชนิดต่าง ๆ.....	17
2.4 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อการลบเลือนของรอยอนุภาคอัลฟ่า บนแผ่นวัสดุบันทึกรอยเชลลูลิสไนเตอร์.....	18
3.1 เรดอน-222 และนิวเคลียล็อก.....	21
3.2 การสลายตัวของทอiron.....	23
3.3 ค่า dose equivalent ของเรดอน-222 และ นิวเคลียล็อก.....	25
5.1 ผลการทดลองหาขนาดแรงต้านไฟฟ้าทะลุนิ่ม ของฟิล์ม NTD ชนิดเชลลูลิสไนเตอร์ เมื่อกัดฟิล์มด้วยสารละลายโซเดียม ไอดรอกไซด์ 10% อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที และใช้น้ำหนักกดแผ่นฟิล์ม 500 กรัม.....	45
5.2 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงต้านไฟฟ้ากับจำนวน รอยรังสีที่แนบได้ โดยใช้ฟิล์ม NTD ชนิดเชลลูลิสไนเตอร์ อาบรังสีอัลฟ่าจากก๊าซเรดอน และกัดข้ายายรอยด้วยสาร ละลายโซเดียมไอดรอกไซด์ 10% อุณหภูมิ 60 องศา เซลเซียส เวลา 60 นาที และเจาะรูรอยรังสีด้วยแรงต้าน ไฟฟ้า 1000 โวลต์ 2 ครั้ง.....	46
5.3 ผลการทดลองหาระยะการแพร่ของก๊าซทอiron จาก ท่อเรียมออกไซด์ 20 กรัม เวลาอาบรังสี 3 วัน ที่อุณหภูมิ ต่าง ๆ.....	48

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.4 ผลการทดลองหารายละเอียดการแพร่ของกี๊ฟาร์มจากเรเดียม-226 ความแรงรังสี 0.148 MBq ที่อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เวลาอบรังสี 2, 3 และ 5 วัน.....	50
5.5 ผลการทดลองหารายละเอียดการแพร่ของกี๊ฟาร์มจากหอยเชลล์ 10 กรัม ที่อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เวลาอบรังสี 7, 14 และ 25 วัน.....	52
5.6 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ด้วยเรเดียม-226 ความแรงรังสี 0.148 MBq.....	54
5.7 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ด้วยหอยเชลล์ 10 กรัม.....	55
5.8 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ด้วยแร่โมนาไซท์ 30 กรัม ระยะเวลา 3 สัปดาห์.....	56
5.9 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ด้วยแร่ยูเรเนียม 57 กรัม ระยะเวลา 1 สัปดาห์.....	56
5.10 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ด้วยเรเดียม-226 ความแรงรังสีต่างๆ โดยใช้เวลา 3 วัน	56
5.11 ข้อมูลทั่วไปเมื่อทดสอบอุปกรณ์ภาคสนาม.....	59
5.12 ผลการทดสอบอุปกรณ์ในภาคสนาม.....	60
5.13 ผลการนับรอยรังสีด้วยสปาร์ค เคาน์เตอร์ เมื่อเจาะรูรอยรังสีด้วยแรงตันไฟฟ้า 1000 โวลต์ 2 ครั้ง ใช้แรงตันไฟฟ้าสำหรับนับจำนวนรอยรังสี 550 โวลต์ และใช้น้ำหนักกดแผ่นฟิล์ม 500 กรัม.....	61
5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอยรังสีที่นับได้จากการกล้องจุลทรรศน์และสปาร์ค เคาน์เตอร์.....	63

## สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงอัตราการสูญเสียพลังงานของอนุภาคอัลฟ่า.....	5
2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของอนุภาคอัลฟากับ ระยะทาง เมื่ออนุภาคอัลฟ่าเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในตัวกลาง.	6
2.3 ผิสัยของอนุภาคอัลฟ่าในฟิล์มเซลลูโลสในเตรก CA 80.....	8
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและผิสัยของอนุภาคอัลฟ่า ในอากาศแห้ง อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ.....	10
2.5 รอยของนิชชัน แฟร์กเมนท์ที่เกิดขึ้นในไม้ก้า เมื่อยังไม่ได้กัดขยาย และเมื่อกัดขยายใน 20% HF ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 60 วินาที.....	11
2.6 แสดงกลไกการเกิดรอย.....	12
2.7 แผนผังแสดงรอยที่ถูกกัดขยาย ในเวลา t.....	15
3.1 การสลายตัวของอนุกรมยูเรเนียม.....	20
3.2 แผนผังการสลายตัวของเรดอน-222 ได้ ฟโนเลนี่ยม-218.....	20
3.3 การสลายตัวของอนุกรมทอเรียม.....	22
3.4 แผนผังการสลายตัวของเรดอน-220 ได้ฟโนเลนี่ยม-216..	23
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาการแพร่ของก๊าซในห้อง.....	27
4.2 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ พร้อมเครื่องควบคุม และมิเตอร์วัดอุณหภูมิ.	28
4.3 ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิ.....	29
4.4 เครื่องนับรอยอนุภาคด้วยการสปาร์ค.....	31
4.5 การจัดอุปกรณ์ในการกัดขยายรอยอนุภาคบนแผ่นฟิล์ม.....	33
4.6 แผนผังการจัดเครื่องมือเพื่อขนาดแรงต้านไฟฟ้าที่ลูฟิล์ม และ การนับรอยรังสีด้วยวิชิสปาร์ค.....	36

## สารนักศึกษา (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจแยกก๊าซเรดอน และทอรอน.	39
4.8 แผนผังภายในห้องอุปกรณ์และอวนรังสี.....	42
4.9 การทดสอบอุปกรณ์สำนักสังฆภานคា.....	44
5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับจำนวนรอยรังสีที่นับได้ เมื่ออวนรังสีอัลฟ่าจากก๊าซเรดอนด้วยเรเดียม-226 ความรังสี 3.7 MBq เวลา 30 และ 40 วินาที.....	47
5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความหนาแน่นรอยสัมพันธ์ของก๊าซทอรอนจากห้องเรียมออกไซด์ 20 กรัม ที่อุณหภูมิต่างๆ	49
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความหนาแน่นรอยสัมพันธ์ของก๊าซเรดอนและทอรอนจากเรเดียม-226 ความรังสี 0.148 MBq และห้องเรียมออกไซด์ 10 กรัม ตามลำดับ ที่ อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส.....	53
5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอยของก๊าซเรดอน/วัน กับความแรงรังสีของเรเดียม-226 เมื่อใช้เวลาอวนรังสี 3 วันเท่ากัน.....	58
5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอยรังสีนับได้จากการล้องจุลทรรศน์ และสปาร์ค เคาน์เตอร์.....	65