

การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซเรดอนและทอรอนโดยใช้เซ็นทิต

เรืออากาศเอกหญิง ศรีนทร สุวรรณพงศ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

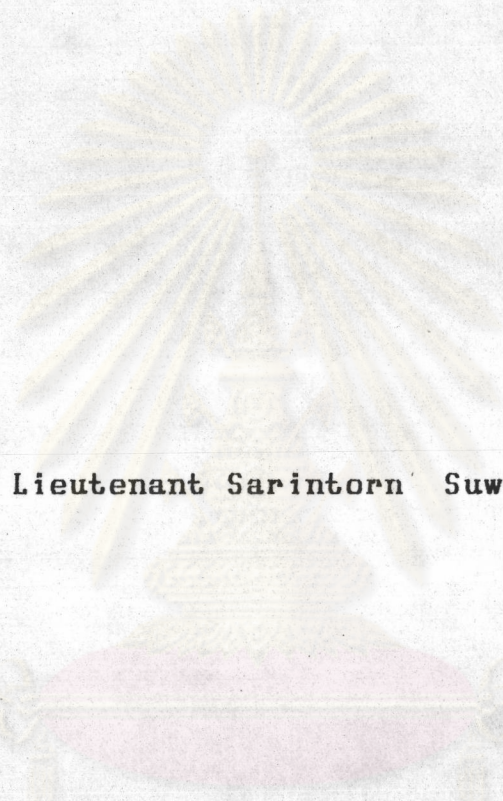
ISBN 974-576-274-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15578

I 1749798x

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

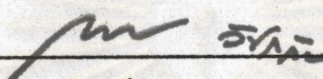
Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-576-274-1


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซเรดอนและทอรอนโดยใช้เซ็นเซอร์
โดย เรืออากาศเอก หญิง ศรีนทร สุวรรณพงศ์
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

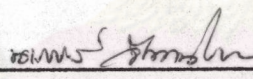


(ศาสตราจารย์ ดร. นเรศร์ วัชรานภัย) คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

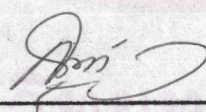
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



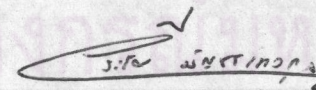
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นยากริต ศิริอุปถัมภ์) ประธานกรรมการ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว) อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณเฑียรพงษ์) กรรมการ



(อาจารย์ ดร. วีระชัย ปัญชรเทวกุล) กรรมการ



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

ศรินทร์ สุวรรณพงศ์, เรืออากาศเอกหญิง : การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซเรดอนและทอรอน โดยใช้เอ็นทีดี (DEVELOPMENT OF A RADON AND THORON MEASURING DEVICE USING NTD) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.นเรศร์ จันทน์ขาว, 80 หน้า.

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาเทคนิคและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกตรวจวัดก๊าซเรดอนและทอรอนโดยใช้เอ็นทีดี ชนิดเซลลูโลสไนเตรท Kodak LR 115 type II การแยกวัดเรดอนและทอรอนนี้อาศัยความแตกต่างของระยะเวลาแพร่กระจายของก๊าซซึ่งขึ้นอยู่กับค่าครึ่งชีวิต ได้ทดลองหาการแพร่ของก๊าซทั้งสองโดยเปรียบเทียบความหนาแน่นรอยสัมผัสบนแผ่นฟิล์มที่ติดที่ระยะต่าง ๆ โดยใช้เรเดียม-226 และทอเรียมออกไซด์เป็นต้นกำเนิดก๊าซ จากการวิจัยพบว่า ในช่วงระยะ 50 เซนติเมตร ความหนาแน่นรอยสัมผัสของเรดอน ลดลงเหลือ 85.42 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส ในขณะที่ความหนาแน่นรอยสัมผัสของทอรอนจะลดลงเหลือ 0.38, 2.29 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง (27 - 30 องศาเซลเซียส) 22 และ 40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างขึ้นนี้ประกอบด้วยท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ยาว 70 เซนติเมตร ปลายด้านบนปิด ส่วนปลายด้านล่างเปิด มีแผ่นฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทขนาด 2 x 3 เซนติเมตร ติดอยู่ที่รอบติดแผ่นฟิล์มในท่อพีวีซี แผ่นฟิล์มด้านล่างนั้นจะติดให้ด้านเซลลูโลสไนเตรทหงายขึ้น เพื่อบันทึกรอยรังสีจากเรดอนและทอรอน ส่วนแผ่นฟิล์มด้านบนจะคว่ำ ด้านเซลลูโลสไนเตรทลงเพื่อบันทึกรอยเฉพาะเรดอน ระยะห่างระหว่างแผ่นฟิล์มทั้งสองเท่ากับ 50 เซนติเมตร

ได้ทดสอบการแยกตรวจวัดก๊าซทั้งสองโดยใช้อุปกรณ์นี้กับ เรเดียม-226 ทอเรียมออกไซด์ โมนาไซท์ และแร่ยูเรเนียม รวมทั้งทำการทดสอบในภาคสนาม สามารถวัดความหนาแน่นรอยของก๊าซเรดอนและทอรอนได้ในช่วง 11,700 - 24,200 และ 1,800 - 10,950 รอย/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และใช้สปาร์คเคาน์เตอร์นับจำนวนรอยเพื่อเปรียบเทียบผลด้วย พบว่า จำนวนรอยที่นับได้เป็นส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นรอยที่นับได้จากกล้องจุลทรรศน์

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิติ ร.อ.หญิง นริศมา สยามมณี
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา นเรศร์ จันทน์ขาว

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาและวิจัยจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ผู้วิจัยขอ
ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้
กรุณาให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาด้วยดีตลอด

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณและขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์
ปทุมชัยยะ ซึ่งกรุณาแก้ไขและซ่อมอุปกรณ์วัด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เมืองชัย
แสงวงแก้ว ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการออกเก็บตัวอย่าง พันเอก ดร.
วีระ พลวัฒน์ ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และสนับสนุนวัสดุในการสร้างตู้ควบคุม
อุณหภูมิ ร้อยเอก ฉลาด เฟื่องจรูญ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำ
อุปกรณ์ทดสอบ คุณ เรววัฒน์ เหล่าไพบูลย์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์
แร่ตัวอย่าง จำอากาศเอก พิชัย สอนเวช ผู้พิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และ
และข้าราชการศูนย์วิจัยและพัฒนาการทหารทุกท่านที่มีส่วนสนับสนุนและให้กำลังใจ
แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

และขอขอบคุณ จำลิบเอก ฉัตรชัย โชติกุล และ คุณนาถิกา
มงคลคำนวนเขตต์ ซึ่งทั้งสองเป็นกำลังสำคัญที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน
มาตั้งแต่ต้นจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณยาย ที่กรุณาให้การ
สนับสนุนจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้.

ศูนย์วิทยพัชยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย.....	2
1.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ.....	2
2. อนุภาคอัลฟา และทฤษฎีแทรค-เอทซ์	
2.1 อนุภาคอัลฟา.....	3
2.2 ทฤษฎีแทรค-เอทซ์.....	10
3. ก๊าซเรดอนและก๊าซทอรอน	
3.1 ก๊าซเรดอน.....	20
3.2 ก๊าซทอรอน.....	21
3.3 ผลจากการแพร่ของก๊าซเรดอนและก๊าซทอรอน.....	23
4. การดำเนินการวิจัย	
4.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย.....	26
4.2 การกักขยายรอยอนุภาคบนฟิล์ม.....	32
4.3 การนับรอยอนุภาคบนฟิล์ม.....	34
4.4 การศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อระยะเวลาการแพร่ของก๊าซ เรดอนและทอรอน.....	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.5 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจแยกวัดก๊าซ เรดอนและทอรอน.....	38
4.6 การทดสอบอุปกรณ์.....	40
4.7 การทดสอบอุปกรณ์ในภาคสนาม.....	43
5. ผลการวิจัย	
5.1 การหาขนาดแรงดันไฟฟ้าสำหรับนับจำนวนรอยรังสี ด้วยสปาร์ค เคาน์เตอร์.....	45
5.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อระยะการแพร่ของ ก๊าซทอรอน.....	47
5.3 ผลการศึกษาระยะการแพร่ของก๊าซเรดอนและทอรอนที่ ที่อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เวลาอาบ รังสีต่างกัน.....	50
5.4 ผลการทดสอบอุปกรณ์เมื่อนับรอยรังสีด้วยกล้อง จุลทรรศน์.....	54
5.5 ผลการทดสอบอุปกรณ์ภาคสนาม.....	59
5.6 ผลการนับรอยรังสีด้วยสปาร์ค เคาน์เตอร์.....	61
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย.....	66
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	73
เอกสารอ้างอิง.....	75
ประวัติผู้เขียน.....	80

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่า excitation potential เฉลี่ย (I) ของตัวกลาง บางชนิด.....	7
2.2 ค่าพลังงานวิกฤติและเงื่อนไขในการก่อตัวของแผ่นวัสดุ บันทึกรอยบางชนิด.....	14
2.3 แสดงค่าของอุณหภูมิที่มีผลต่อการลบเลือนของรอยอนุภาค บนแผ่นวัสดุบันทึกรอยชนิดต่าง ๆ.....	17
2.4 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อการลบเลือนของรอยอนุภาคอัลฟา บนแผ่นวัสดุบันทึกรอยเซลลูโลสในเตรท.....	18
3.1 เรดอน-222 และนิวไคลด์ลูก.....	21
3.2 การสลายตัวของทอรอน.....	23
3.3 ค่า dose equivalent ของเรดอน-222 และ นิวไคลด์ลูก.....	25
5.1 ผลการทดลองหาขนาดแรงดันไฟฟ้าทะลุฟิล์ม ของฟิล์ม NTD ชนิดเซลลูโลสในเตรท เมื่อกัดฟิล์มด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 10% อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที และใช้น้ำหนักกดแผ่นฟิล์ม 500 กรัม.....	45
5.2 ผลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับจำนวน รอยรังสีที่นับได้ โดยใช้ฟิล์ม NTD ชนิดเซลลูโลสในเตรท อาบรังสีอัลฟาจากก๊าซเรดอน และกัดขยายรอยด้วยสาร ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% อุณหภูมิ 60 องศา เซลเซียส เวลา 60 นาที และเจาะรูรอยรังสีด้วยแรงดัน ไฟฟ้า 1000 โวลต์ 2 ครั้ง.....	46
5.3 ผลการทดลองหาระยะการแพร่ของก๊าซทอรอนจาก ท่อเตรียมออกไซด์ 20 กรัม เวลาอาบรังสี 3 วัน ที่อุณหภูมิ ต่าง ๆ.....	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.4 ผลการทดลองหาระยะการแพร่ของก๊าซเรดอนจาก เรเดียม-226 ความแรงรังสี 0.148 MBq ที่อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เวลาอาบรังสี 2, 3 และ 5 วัน.....	50
5.5 ผลการทดลองหาระยะการแพร่ของก๊าซทอรอนจากทอเรียม ออกไซด์ 10 กรัม ที่อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เวลาอาบรังสี 7, 14 และ 25 วัน.....	52
5.6 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ ด้วยเรเดียม-226 ความแรงรังสี 0.148 MBq.....	54
5.7 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ ด้วยทอเรียมออกไซด์ 10 กรัม.....	55
5.8 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ ด้วยแร่โมนาไซต์ 30 กรัม ระยะเวลา 3 สัปดาห์.....	56
5.9 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ ด้วยแร่ยูเรเนียม 57 กรัม ระยะเวลา 1 สัปดาห์.....	56
5.10 ผลการนับรอยรังสีด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อทดสอบอุปกรณ์ ด้วยเรเดียม-226 ความแรงรังสีต่างๆ โดยใช้เวลา 3 วัน	56
5.11 ข้อมูลทั่วไปเมื่อทดสอบอุปกรณ์ภาคสนาม.....	59
5.12 ผลการทดสอบอุปกรณ์ในภาคสนาม.....	60
5.13 ผลการนับรอยรังสีด้วยสปาร์ค เคาน์เตอร์ เมื่อเจาะรูรอย รังสีด้วยแรงดันไฟฟ้า 1000 โวลต์ 2 ครั้ง ใช้แรงดันไฟฟ้า สำหรับนับจำนวนรอย 550 โวลต์ และใช้น้ำหนักกดแผ่นฟิล์ม 500 กรัม.....	61
5.14 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอยรังสีที่นับได้จากกล้อง จุลทรรศน์และสปาร์ค เคาน์เตอร์.....	63

สารบัญรูปรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงอัตราการสูญเสียพลังงานของอนุภาคอัลฟา.....	5
2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของอนุภาคอัลฟากับ ระยะทาง เมื่ออนุภาคอัลฟาเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในตัวกลาง.	6
2.3	ฟิล์มของอนุภาคอัลฟาในฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท CA 80.....	8
2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและฟิล์มของอนุภาคอัลฟา ในอากาศแห้ง อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ.....	10
2.5	รอยของฟิชชัน แฟรกเมนต์ที่เกิดขึ้นในไมก้า 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 โพโลเนียม-218.....	20
3.3	การสลายตัวของอนุกรมทอเรียม.....	22
3.4	แผนผังการสลายตัวของเรดอน-220 ได้โพโลเนียม-216..	23
4.1	อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาการแพร่ของก๊าซในท่อ.....	27
4.2	ตู้ควบคุมอุณหภูมิ พร้อมเครื่องควบคุม และมิเตอร์วัดอุณหภูมิ.	28
4.3	ภายในตู้ควบคุมอุณหภูมิ.....	29
4.4	เครื่องนับรอยอนุภาคด้วยการสปาร์ค.....	31
4.5	การจัดอุปกรณ์ในการกัดขยายรอยอนุภาคบนแผ่นฟิล์ม.....	33
4.6	แผนผังการจัดเครื่องมือเพื่อหาขนาดแรงดันไฟฟ้าทะลุฟิล์ม และ การนับรอยรังสีด้วยวิธีสปาร์ค.....	36

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.7	โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจแยกวัดก๊าซเรดอน และทอรอน.	39
4.8	แผนผังภายในห้องอุปกรณ์ขณะอาบรังสี.....	42
4.9	การทดสอบอุปกรณ์ที่สำนักสงฆ์ภูพานคำ.....	44
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับจำนวนรอยรังสีที่นับได้ เมื่ออาบรังสีอัลฟาจากก๊าซเรดอนด้วยเรเดียม-226 ความ แรงรังสี 3.7 MBq เวลา 30 และ 40 วินาที.....	47
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความหนาแน่นรอยลัมฟิธ ของก๊าซทอรอนจากทอเรียมออกไซด์ 20 กรัม ที่อุณหภูมิต่างๆ	49
5.3	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความหนาแน่นรอยลัมฟิธ ของก๊าซเรดอนและทอรอนจากเรเดียม-226 ความแรงรังสี 0.148 MBq และทอเรียมออกไซด์ 10 กรัม ตามลำดับ ที่ อุณหภูมิ 27 - 30 องศาเซลเซียส.....	53
5.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอยของก๊าซเรดอน/วัน กับความแรงรังสีของเรเดียม-226 เมื่อใช้เวลาอาบ รังสี 3 วันเท่ากัน.....	58
5.5	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอยรังสีนับได้จากกล้องจุลทรรศน์ และสปาร์ค เคาน์เตอร์.....	65

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย