

เครื่องวัดปริมาณนิวตรอนประจำบุคคลด้วยโซลิตสเททแทรกตีเทคเตอร์



ร้อยเอก สมคิด เมตไตรพันธ์

005137

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2523

17645372

PERSONAL NEUTRON DOSIMETER USING SOLID-STATE TRACK DETECTOR

CAPTAIN SOMKID METTRIPAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องวัดปริมาณนิวตรอนประจำบุคคลด้วยโซลิดสเตทแทรคดีเทกเตอร์
โดย รอยเอก สมกิต เมตไตรพันธ์
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... ศ.ดร.สุประคิษฐ์ บุณนาค คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประคิษฐ์ บุณนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ศ.ดร.สุวรงค์ แสงเพชร ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรงค์ แสงเพชร)

..... อ.วิรุฬห์ มังคละวิรัช กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช)

..... อ.การ สุทธิหงษ์ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ การ สุทธิหงษ์)

..... อ.ปรีชา การสุทธิ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องวัดปริมาณนิวตรอนประจำบุคคลด้วยโซลิตส เตทเทรคลีเทคเตอร์
ชื่อนิสิต รอยเอก สมกิต เมตไตรพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2522



บทคัดย่อ

ฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทที่ฉาบผิวหน้าทั้งสองด้วย ลิเทียม เตตราโบเรท ได้นำมาใช้ในเครื่องวัดปริมาณนิวตรอนประจำบุคคล เพื่อการระบุมักระวังอันตรายอันจะเกิดแก่บุคคลที่ได้รับโดสจากเทอร์มาล และ เอพิเทอร์มาลนิวตรอน จากการวิจัยพบว่า การกัทรอยบนฟิล์มด้วยสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 % ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสระยะเวลา 20 นาที เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุด และจาวามหนาแน่นรอยของอนุภาคแอลฟา ที่เกิดจากปฏิกิริยา(n, α) ปรากฏบนฟิล์มเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณนิวตรอนทั้งชนิดเทอร์มาล และ เอพิเทอร์มาล ความไวของฟิล์มในการบันทึกรอยเป็น 1.086×10^{-3} รอย/เทอร์มาลนิวตรอน และ 3.438×10^{-4} รอย/เอพิเทอร์มาลนิวตรอน



กิติกรรมประกาศ

ด้วยความคิดริเริ่มและสนับสนุนให้มีการศึกษาวิจัย เรื่องรอยของอนุภาคแอลฟา บนฟิล์มเซลลูโลสในเตรทและกระบวนการ แทรกเอทซ์ ของศาสตราจารย์ สุวรรณแสง เพ็ชร หัวหน้าภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี จึงทำให้เกิดความสนใจ และทำการวิจัยในเรื่องนี้ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้


ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บริชา การสุทธิ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ บริक्षा จัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือ และตรวจแก้ไขต้นฉบับวิทยานิพนธ์ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จบริบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร สุทธิพงษ์ ที่กรุณาให้ยืม ชิ้นส่วนสำคัญของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการวิจัย จนเสร็จเรียบร้อยด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชา นิวเคลียร์ เทคโนโลยี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อผิดพลาดในเครื่องมือประกอบการทดลอง จนการวิจัยนี้สำเร็จลงได้

อนึ่งถ้าผลที่ได้จากการวิจัยนี้ได้นำไปใช้สร้างเครื่องวัดปริมาณนิวตรอนประจำบุคคล อันจะช่วยป้องกันอันตรายแก่ผู้ที่ทำงานในบริเวณที่มีนิวตรอนแล้วผู้วิจัยขอถือโอกาสนี้ขอบพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวนามและมีได้กล่าวนามข้างต้น แทนผู้ที่ได้ใช้ประโยชน์ จากเครื่องมือนี้ด้วย

สารบัญ

	หน้า
บทกวีภาษาไทย.....	ง
บทกวีภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตารางประกอบ.....	ณ
สารบัญรูปประกอบ.....	ด
	
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. อนุภาคนิวตรอน.....	4
การค้นพบนิวตรอน.....	4
อนุภาคนิวตรอน.....	5
ต้นกำเนิดนิวตรอน.....	6
อันตรกิริยาระหว่างนิวตรอนกับสสาร.....	11
นิวตรอนฟลักซ์.....	17
เทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์.....	19
การหาค่าเทอร์มัลและเอพิเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์.....	20
3. อนุภาคแอลฟา.....	22
การค้นพบอนุภาคแอลฟา.....	22
อนุภาคแอลฟา.....	22
ต้นกำเนิดอนุภาคแอลฟา.....	22
อันตรกิริยาของอนุภาคแอลฟา.....	23
พิษของอนุภาคแอลฟา.....	25

4.	ทฤษฎีการแทรก-เอทซ์.....	27
	ประวัติการศึกษาเรื่องแทรก-เอทซ์.....	27
	กลไกในการเกิดรอย.....	27
	การกัดรอย.....	29
5.	อันตรายจากรังสี.....	32
	ประวัติของอันตรายจากรังสี.....	32
	ผลทางชีวภาพของรังสี.....	34
	สรีระศาสตร์เบื้องต้นของร่างกายมนุษย์.....	34
	ชีววิทยาของเซลล์.....	36
	วัฏจักรยาระหว่างรังสีกับเซลล์.....	38
	โฆมาติกเอสเฟลของรังสี.....	40
	เจนีติกเอสเฟลของรังสี.....	45
	หน่วยวัดทางรังสี.....	46
	ผลสัมพัทธ์ทางชีวภาพ.....	47
	Quality factor.....	47
	Dose Equivalent.....	50
6.	วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย.....	51
	วัสดุและอุปกรณ์ประกอบการทดลอง.....	51
	วิธีกัดรอยบนฟิล์มเซลล์ูโลสไนเตรท.....	54
	วิธีนับรอยอนุภาคแอลฟาด้วยกล้องจุลทรรศน์.....	54
	การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกัดรอยอนุภาคแอลฟาบนฟิล์ม เซลล์ูโลสไนเตรท.....	55
	เปรียบเทียบการกัดรอยอนุภาคแอลฟาที่เกิดบนฟิล์มเซลล์ูโลส ไนเตรทเมื่อใช้สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 % ที่ อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส.....	66

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอย ของอนุภาคแอลฟา ที่เกิดจาก ปฏิภาณ (๓, ๐๔) กับเวลาในการอบนิวตรอน	68
การหาความหนาแน่นรอยของอนุภาคแอลฟาที่เกิดจากปฏิกิริยา เมื่อทำปฏิกิริยาของนิวตรอนในช่องลมจากเครื่องปฏิกรณ์ ปรมาณู.....	76
การวัดนิวตรอน เล็กซ์.....	77
การหาความไวของฟิล์มเพลตโครโมสโนเรศในการบันทึกรอย.....	96
7. สรุปผลการวิจัยและขอเสนอแนะ	99
สรุปผลการวิจัย.....	99
ขอเสนอแนะ.....	102
เอกสารอ้างอิง.....	105
ภาคผนวก.....	108
ประวัติผู้เขียน.....	115

สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1	คณค่าเนื้องานวตรอนชนิด(γ, n) 10
2.2	คณค่าเบ็ดตัววตรอนชนิด(α, n) 10
2.3	ผลของระยะห่างของวตรอนเร็วและเทอร์วาลวตรอนในสารบางชนิด 15
5.1	ผลของอาการที่สังเกตเห็นในช่วงเวลาต่างๆกันหลังการได้รับรังสีสังเหตุ 400-600 เรม..... 41
5.2	ผลของ ลีที่เกิดขึ้นกับร่างกายของผู้ที่ได้รับรังสีปริมาณต่างๆตลอด ร่างกาย..... 42
5.3	ผลของ ลีที่เกิดจากการได้รับรังสีแบบขีรเยื้อยวาว..... 44
5.4	แสดงค่า Quality factor เป็นฟังก์ชันของ 48
5.5	แสดงค่า Quality factor ของรังสีชนิดต่างๆ..... 49
6.1	ผลการนับรอยของอนุภาคแอลฟาที่เกิดจากปฏิกิริยา (n, ∞) เมื่อ กัตรอยด้วยสารละลาย โนเดียมไฮดรอกไซด์ 10 % อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆกัน..... 57
6.2	ผลการนับรอยของอนุภาคแอลฟาที่เกิดจากปฏิกิริยา (n, ∞) เมื่อกัตร รอยด้วยสารละลาย โนเดียม ไฮดรอกไซด์ 10 % อุณหภูมิ 50 องศา เซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆกัน..... 59
6.3	ผลการนับรอยของอนุภาคแอลฟาที่เกิดจากปฏิกิริยา (n, ∞) เมื่อกัตร รอยด้วยสารละลาย โนเดียมไฮดรอกไซด์ 10 % อุณหภูมิ 60 องศา เซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆกัน..... 61
6.4	ผลการนับรอยของอนุภาคแอลฟาที่เกิดจากปฏิกิริยา (n, ∞) เมื่อกัตร รอยด้วยสารละลาย โนเดียมไฮดรอกไซด์ 10 % อุณหภูมิ 70 องศา เซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆกัน..... 63

6.5 เวลาที่เหมาะสมในการถักรอยเพื่อให้ได้ความหนาแน่นรอยของอนุภาค
แอลูมิเนียมจากปฏิกิริยา (n, α) สูงสุด เมื่อถักรอยด้วยสารละลายไฮโดรเจน
ไฮดรอกไซด์ 10 % ที่อุณหภูมิต่างๆกัน..... 65

6.6 แสดงค่าเปรียบเทียบความหนาแน่นรอยของอนุภาคแอลูมิเนียมที่เกิดจาก
ปฏิกิริยาเมื่อนิวตรอนเช่น 13^๕MeV และ 14^๑MeV ในเตา เมื่อถักรอยด้วยสาร
ละลายไฮโดรเจนไฮดรอกไซด์ 10 % ในเวลาที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิ 40
50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส 67

6.7 แสดงความหนาแน่นรอยของอนุภาคแอลูมิเนียมเมื่อนำฟิล์มอบนิวตรอน
ที่ระยะห่าง 78 มม..... 69

6.8 แสดงความหนาแน่นรอยของอนุภาคแอลูมิเนียมเมื่อนำฟิล์มอบนิวตรอน
ที่ระยะห่าง 128 มม..... 72

6.9 แสดงความหนาแน่นรอยของอนุภาคแอลูมิเนียมเมื่อนำฟิล์มอบนิวตรอน
ที่ระยะห่าง 205 มม..... 74

6.10 แสดงความหนาแน่นรอยที่ได้จากการอบนิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์
ปริมาณขณะเดินเครื่อง 500 วัตต์..... 76

6.11 แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นอินเดียมเมื่ออบนิวตรอนระยะ 78 มม. 78

6.12 แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นอินเดียม หุ้มด้วยแคดเมียม เมื่ออบ
นิวตรอนระยะ 78 มม..... 79

6.13 แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นอินเดียม เมื่ออบนิวตรอนระยะ 128 มม. 80

6.14 แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นอินเดียมหุ้มด้วยแคดเมียม เมื่ออบ
นิวตรอนระยะ 128 มม..... 81

6.15 แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นอินเดียม เมื่ออบนิวตรอนระยะ 205 มม 82

6.16 แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นอินเดียมหุ้มด้วยแคดเมียม เมื่ออบ
นิวตรอนระยะ 205 มม..... 83

6.17 แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาของแผ่นทองอบนิวตรอนระยะ 78 มม. 84

6.18	แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาของแผ่นทองหุ้มแคดเมียมอาบนิวตรอน ที่ระยะ 78 มม.....	84
6.19	แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาของแผ่นทองอาบนิวตรอนที่ระยะ 128 มม.....	85
6.20	แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาของแผ่นทองหุ้มแคดเมียมอาบนิวตรอน ที่ระยะ 128 มม.....	85
6.21	แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นโรเดียมอาบนิวตรอนระยะ 78 มม....	86
6.22	แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นโรเดียมหุ้มแคดเมียมอาบนิวตรอนที่ ระยะ 78 มม.....	87
6.23	แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นโรเดียมอาบนิวตรอนที่ระยะ 128 มม.	88
6.24	แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นโรเดียมหุ้มแคดเมียมอาบนิวตรอนที่ ระยะ 128 มม.....	89
6.25	แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นโรเดียมอาบนิวตรอนระยะ 205 มม.	90
6.26	แสดงอัตราการแผ่รังสีของแผ่นโรเดียมหุ้มแคดเมียมอาบนิวตรอนที่ ระยะ 205 มม.....	91
6.27	แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาของแผ่นอินเดียมอาบนิวตรอนจากเครื่อง ปฏิบัติการปรมาณู.....	92
6.28	แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาของแผ่นอินเดียมหุ้มแคดเมียมอาบ นิวตรอนจากเครื่องปฏิบัติการปรมาณู.....	92
6.29	แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาของแผ่นทองอาบนิวตรอนจากเครื่อง ปฏิบัติการปรมาณู.....	93
6.30	แสดงเทอร์มาลและเอพิเทอร์มาลนิวตรอนฟลักซ์จากต้นกำเนิดชนิด พลูโตเนียม-เบอริลเลียม แช่ในน้ำ ระยะ 78 มม.....	94
6.31	แสดงเทอร์มาลและเอพิเทอร์มาลนิวตรอนฟลักซ์จากต้นกำเนิดชนิด พลูโตเนียม-เบอริลเลียม แช่ในน้ำ ระยะ 128 มม.....	94
6.32	แสดงเทอร์มาลและเอพิเทอร์มาลนิวตรอนฟลักซ์จากต้นกำเนิดชนิด พลูโตเนียม-เบอริลเลียม แช่ในน้ำระยะ 205 มม.....	95

6.33 แสดงเทอร์มาลและเอพิตอร์มาลนิวตรอนที่สกัดจากเครื่องปฏิกรณ์
 ปริมาณขณะเดินเครื่อง 500 วัตต์ 95

6.34 แสดงอัตราการเกิดรอยเหี่ยวยานิวตรอนจากต้นกำเนิด พลูโตเนียม-
 เบอริลเลียม..... 96

6.35 แสดงความไวของฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทในการบันทึกรอยอนุภาคแอลฟา
 เมื่อยานิวตรอนจากต้นกำเนิด พลูโตเนียม-เบอริลเลียม..... 97

6.36 แสดงความไวของฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทในการบันทึกรอยอนุภาคแอลฟา
 เมื่อฉายเอพิตอร์มาลนิวตรอนจากต้นกำเนิด พลูโตเนียม-เบอริลเลียม 97

6.37 แสดงความไว ฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท ในการบันทึกรอยอนุภาคแอลฟา
 เมื่อยานิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปริมาณ..... 98

6.38 แสดงความไวของฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทในการบันทึกรอยอนุภาคแอลฟา
 เมื่อฉายเอพิตอร์มาลนิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปริมาณ..... 98

รูปที่

หน้า

2.1	การกระจายพลังงานของนิวตรอนจากต้นกำเนิด Po ²¹⁰ -Be	....	8
2.2	การกระจายพลังงานของนิวตรอนจากต้นกำเนิด Pu ²³⁸ -Be	....	8
2.3	การกระจายพลังงานของนิวตรอนจากต้นกำเนิด Am ²⁴¹ -Be	....	9
2.4	การกระจายพลังงานของนิวตรอนจากต้นกำเนิด Ra ²²⁶ -Be	....	9
2.5	ภาคตัดขวางแห่งการดูดกลืนของโบรอน	.....	16
3.1	กราฟของสมรรถนะของการเกิดไอออนจำเพาะโดยอนุภาคแอลฟา ในอากาศ.....		24
3.2	อัตราการสูญเสียพลังงานของอนุภาคแอลฟาในเซลล์โลสในเทรท....		25
3.3	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและสิทธิ์ของอนุภาคแอลฟาในอากาศแห้ง		26
3.4	สิทธิ์ของอนุภาคแอลฟาในเซลล์โลสในเทรท.....		26
3.5	สิทธิ์ของ He ³ และ He ⁴ ในเซลล์โลสในเทรท และในฉายาลาร์	....	26
4.1	แผนภาพอธิบายกลไกการเกิดรอย.....		28
4.3	แสดงพฤติกรรมไอเมตรีของการกัตรอย.....		29
4.4	แสดงประสิทธิภาพในการกัตรอย.....		30
4.5	แสดง V _G , V _T และอัตราส่วนของ V _G /V _T ในที่จุ่มเซลล์โลสในเทรท.		31
5.1	แผนภาพแสดงโครงสร้างของเครื่องฉายมนุษย์.....		37
5.2	แสดงเวลาโดยประมาณในอากาศที่ระยะเกือบวางหน้าเกิดขึ้นกับผู้ ที่รับรังสีขนาดต่างๆกัน.....		42
6.1	แสดงการจำกัดการกัตรอย.....		52
6.2	แสดงลักษณะรอยที่เกิดจากรังสีจากเซลล์เมื่อส่องผ่านเลนส์ใกล้ตา.		53
6.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอย กับเวลาในการกัตรอย ที่อุณหภูมิ 40 °ซ.		

6.4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอย กับ เวลาในการกัดรอย ที่อุณหภูมิ 50 °ซ.	60
6.5	กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอย กับ เวลาในการกัดรอย ที่อุณหภูมิ 60 °ซ.	62
6.6	กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอย กับ เวลาในการกัดรอย ที่อุณหภูมิ 70 °ซ.	
6.7	กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการกัดรอยกับอุณหภูมิในการกัดรอย	65
6.8	กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอยกับ เวลาในการอบรังสี	71
6.9	กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอยกับ เวลาในการอบรังสี เนื้ออบนิวตรอนห่างศูนย์กลาง 128 มม.	73
6.10	กราฟ แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความหนาแน่นรอยกับ เวลาในการอบรังสี เนื้ออบนิวตรอนห่างศูนย์กลาง 205 มม.	75
7.1	แผนภาพแสดงรอยของอนุภาคแอลฟา เมื่อกัดรอยในสารละลาย โป-เคียม ไฮดรอกไซด์.	100