8,16,20,21,63,

ศึกษาการนับรอยของนิวตรอนเร็วบนแผ่นฟิล์ม

นางสาว วิภา รุ่งคิลกโรจน์

003808

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2524

i 17362862

A STUDY OF FAST NEUTRON TRACK ON FILMS

MISS VIPA RUNGDILOKROAJN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1981

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศึกษาการนับรอยของนิวตรอนเร็วบนแผ่นฟิล์ม
โดย	น.ส. วิภา รุ่งดิลกโรจน์
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพ็ชร์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ถาวร สุทธิพงศ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศึกษาการนับรอยของนิวตรอนเร็วบนแผ่นฟิล์ม
ชื่อนิสิต	นางสาว วิภา รุ่งดิลกโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ์
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2523

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการบันทึกและกัดรอยของนิวตรอนเร็วจากต้นกำเนิดพลูโตเนียม–เบอริลเลียม และเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ บนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทชนิด LR115 และชนิด CN85 จากการวิจัยพบว่าเมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ฟิล์มชนิด LR115 ใช้ระยะเวลา 80 นาที และฟิล์มชนิด CN85 ใช้ระยะเวลา 45 นาที เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดในการกัดฟิล์ม แบคกราวนด์ของฟิล์มชนิด LR115 มีมากกว่าชนิด CN85 ความหนาแน่นของรอยนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณของนิวตรอนเร็ว ความไวในการบันทึกรอยของนิวตรอนเร็วจากต้นกำเนิดพลูโตเนียม–เบอริลเลียม ของฟิล์มชนิด LR115 มีค่า 3.018×10^{-6} รอยต่อนิวตรอนเร็ว และฟิล์มชนิด CN85 มีค่า 3.929×10^{-6} รอยต่อนิวตรอนเร็ว ความไวในการบันทึกรอยของนิวตรอนเร็วจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ของฟิล์ม LR115 คือ 3.383×10^{-6} รอยต่อของนิวตรอนเร็ว และของฟิล์ม CN85 คือ 4.058×10^{-6} รอยต่อนิวตรอนเร็ว

Thesis Title	A Study of Fast Neutron Track on Films
Name	Miss Vipa Rungdilokroajn
Thesis Adviser	Assistant Professor Pricha Karasuddhi
Department	Nuclear Technology
Academic Year	1980

ABSTRACT

The object of this experiment is to study the registration and etching condition of fast neutron tracks from Pu-Be source and reactor registed on Cellulose nitrate type LR115 and type CN85 . It was found that the optimum etching conditions were given by 10 percent NaOH of 60°C as etchant and an etching time of 80 minute for film type LR115 and 45 minute for type CN85. The background of etched tracks in film type LR115 was more than film type CN85 and tracks densities of fast neutrons on film were proportional to fast neutron fluxes. For the fast neutrons from Pu-Be source, the response of track on film type LR115 was found to be 3.018×10^{-6} track / fast neutron and type CN85 was 3.929×10^{-6} track / fast neutron. For the reactor source, the response of tracks on film type LR115 was found to be 3.383×10^{-6} track / fast neutron and film type CN85 was 4.058×10^{-6} track / fast neutron.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ด้วยความคิดริเริ่มและสนับสนุนให้มีการวิจัยเรื่องรอยของอนุภาคอัลฟาบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรทและกระบวนการแทรคเอทช์ ของศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพ็ชร์ หัวหน้าภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี จึงทำให้เกิดความสนใจในการวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ปรึกษาจัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือ และตรวจแก้ต้นฉบับวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จบริบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านในภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำตลอดจนแก้ไขอุปสรรคในเรื่องเครื่องมือประกอบการทดลองจนการวิจัยนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนบางส่วนในการวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติที่ได้ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่ และอำนวยความสะดวกในด้านวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการวิจัยนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ฌ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. อนุภาคนิวตรอน	3
3. ทฤษฎีแฮรค-เฮทซ์	24
4. วิธีดำเนินการวิจัย และผลการวิจัย	30
5. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	82
ประวัติการศึกษา	84

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงค่าปริมาณรังสีแกมมาและนิวตรอนจากต้นกำเนิด (α,n) แบบต่าง ๆ กัน	6
2.2	แสดงต้นกำเนิดนิวตรอนชนิด (α,n) โดยให้นิวตรอนยีลด์ ประมาณ 10^7 นิวตรอนต่อวินาที	7
2.3	แสดงค่าพลังงานขีดเริ่มของธาตุบางตัวในปฏิกิริยา (n,p)	15
2.4	แสดงค่าภาคตัดขวางของธาตุบางตัว ที่นิวตรอนพลังงาน 14 MeV	20
2.5	แสดงธาตุที่ใช้เป็นเทรสโฮลด์ดีเทคเตอร์	21
4.1	ตัวอย่างการนับรอยนิวตรอนเร็ว 50 กรัง บนฟิล์มเซลลูโลส-ไนเตรท LR115	35
4.2	ผลการนับรอยบนฟิล์ม LR115 ที่เกิดจากนิวตรอนเร็ว เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	37
4.3	ผลการนับรอยบนฟิล์ม LR115 ที่เกิดจากนิวตรอนเร็ว เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	39
4.4	ผลการนับรอยบนฟิล์ม LR115 ที่เกิดจากนิวตรอนเร็ว เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	41
4.5	ผลการนับรอยบนฟิล์ม CN85 ที่เกิดจากนิวตรอนเร็ว เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	45

หน้า

4.6 ผลการนับรอยบนฟิล์ม CN85 ที่เกิดจากนิวตรอนเร็ว เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาต่าง ๆ กัน 47

4.7 ผลการนับรอยบนฟิล์ม CN85 ที่เกิดจากนิวตรอนเร็ว เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาต่าง ๆ กัน 49

4.8 ผลการหาของความหนาแน่นสูงสุด ของรอยนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท ชนิด LR115 และ CN85 52

4.9 แสดงค่าความหนาแน่นของรอยแบคกราวนด์บนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท ชนิด LR115 เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ 55

4.10 แสดงค่าความหนาแน่นของรอยแบคกราวนด์บนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท ชนิด CN85 เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ 56

4.11 แสดงค่าเปรียบเทียบความหนาแน่นของรอยอนุภาคนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท เมื่อกัดรอยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ 59

4.12 แสดงความหนาแน่นรอยนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท เมื่ออาบจากต้นกำเนิดพลูโตเนียม-เบอริลเลียม ที่เวลาต่าง ๆ กัน โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ 62

4.13 แสดงความหนาแน่นรอยของนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท เมื่ออาบจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ โดยใช้สารละลายโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ 64

4.14 แสดงอัตราการแผ่รังสีเบต้าของ P^{32} จากปฏิกิริยา $S^{32}(n,p)P^{32}$ เมื่ออาบนิวตรอนเร็วเป็นเวลา 8 วัน ใช้กำมะถัน 0.43021 กรัม 68

4.15 แสดงอัตราการแผ่รังสีเบต้าของ P^{32} จากปฏิกิริยา $S^{32}(n,p)P^{32}$ เมื่ออาบนิวตรอนเร็วเป็นเวลา 9.98 วัน ใช้กำมะถัน 0.22769 กรัม 68

หน้า

4.16 แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาพลังงาน 1.396 MeV ของ Na^{24} จาก ปฏิกิริยา $Al^{27}(n,\alpha)\ Na^{24}$ น้ำหนักอลูมิเนียม 0.06467 กรัม โดยอาบนิวตรอนเร็ว 1 นาที 69

4.17 แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาพลังงาน 1.396 MeV ของ Na^{24} จาก ปฏิกิริยา $Al^{27}(n,\alpha)\ Na^{24}$ น้ำหนักอลูมิเนียม 0.04742 กรัม โดยอาบนิวตรอนเร็ว 5 นาที 69

4.18 แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาพลังงาน 1.396 MeV ของ Na^{24} จาก ปฏิกิริยา $Al^{27}(n,\alpha)\ Na^{24}$ น้ำหนักอลูมิเนียม 0.03339 กรัม โดยอาบนิวตรอนเร็ว 8 นาที 70

4.19 แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาพลังงาน 1.396 MeV ของ Na^{24} จาก ปฏิกิริยา $Mg^{24}(n,p)\ Na^{24}$ น้ำหนักแมกนีเซียม 0.08258 กรัม โดยอาบนิวตรอนเร็ว 1 นาที 70

4.20 แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาพลังงาน 1.396 MeV ของ Na^{24} จาก ปฏิกิริยา $Mg^{24}(n,p)\ Na^{24}$ น้ำหนักแมกนีเซียม 0.1205 กรัม โดยอาบนิวตรอนเร็ว 5 นาที 71

4.21 แสดงอัตราการแผ่รังสีแกมมาพลังงาน 1.396 MeV ของ Na^{24} จาก ปฏิกิริยา $Mg^{24}(n,p)\ Na^{24}$ น้ำหนักแมกนีเซียม 0.11071 กรัม โดยอาบนิวตรอนเร็ว 8 นาที 71

4.22 แสดงค่าฟลักซ์ของนิวตรอนเร็วจากต้นกำเนิดพลูโตเนียม-เบอริลเลียม 72

4.23 แสดงค่าฟลักซ์ของนิวตรอนเร็วจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ 72

4.24 แสดงค่าอัตราการเกิดรอยบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท 73

4.25 แสดงค่าความไวของเซลลูโลสไนเตรทในการบันทึกรอยนิวตรอนเร็ว 73

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงภาพเครื่องมือการทดลองของแชดวิคในการค้นพบนิวตรอน	4
2.2	แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของโปรตอนกับระยะทางที่โปรตอนเคลื่อนที่ไป	4
2.3	แสดงค่าภาคตัดขวางของปฏิกิริยา (α,n) ต่อรังสีแกมมาที่พลังงานต่าง ๆ	8
2.4	แสดงปริมาณของนิวตรอนจากปฏิกิริยา Li(p,n) Be ที่โปรตอนพลังงานต่าง ๆ กัน	8
2.5	แสดงการกระจายปริมาณของนิวตรอนที่พลังงานต่าง ๆ ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์	9
2.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของนิวตรอน และปริมาณนิวตรอนจากต้นกำเนิดพลูโตเนียม-เบอริลเลียม (Pu-Be)	10
2.7	แสดงภาพจำลองของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ชนิดยูเรเนียมเข้มข้นโดยมีน้ำเป็นตัวหน่วง	11
2.8	แสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างค่าภาคตัดขวางทั้งหมดกับค่าภาคตัดขวางแบบดูดกลืนของธาตุอลูมิเนียม	14
2.9	แสดงค่าภาคตัดขวางของปฏิกิริยา $N^{14}(n,\alpha)B^{11}$ และ $N^{14}(n,p)C^{14}$ ต่อนิวตรอนพลังงานต่าง ๆ กัน	16
2.10	แสดงค่าภาคตัดขวางของปฏิกิริยา $O^{16}(n,\alpha)C^{14}$ ที่นิวตรอนพลังงานต่าง ๆ กัน	16
2.11	แสดงภาพตัดขวางของเครื่องมือพรอพพอร์ชันแนล เคาน์เตอร์	18
2.12	แสดงภาพตัดขวางของเครื่องมือ ฟิสชัน แชมเบอร์	18

รูปที่		หน้า
2.13	แสดงภาพของเครื่องมือนิวเคลียร์อิมัลชัน	21
2.14	แสดงภาพของ เครื่องมือพรอพพอร์ชันแนลเคาน์เตอร์	21
3.1	แสดงกลไกในการเกิดรอย	25
3.2	แสดงภาพการเกิดรอยในตัวกลางที่เป็นผลึก และตัวกลางโพลิเมอร์	26
3.3	แสดงลักษณะการเกิดรอยที่มุมต่าง ๆ	27
4.1	แสดงการจัดอุปกรณ์ในการกัดรอย บนฟิล์ม	31
4.2	แสดงลักษณะของกรอบสี่เหลี่ยมจากสเกล เมื่อมองผ่านเลนส์ใกล้ตาของกล้องจุลทรรศน์	32
4.3	แสดงการเลื่อนฟิล์มบันทึกรอยเมื่อนับจำนวนรอย	34
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรอยนิวตรอนเร็ว และเวลา เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่ 55 องศาเซลเซียส บนฟิล์ม LR115	38
4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรอยนิวตรอนเร็ว และเวลา เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่ 60 องศาเซลเซียสบนฟิล์ม LR115	40
4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรอยนิวตรอนเร็ว และเวลา เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่ 65 องศาเซลเซียสบนฟิล์ม LR115	42
4.7	แสดงลักษณะของนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท LR115 กัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 20 นาที	43
4.8	แสดงลักษณะของนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท LR115 กัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 นาที	43

รูปที่		หน้า
4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรอยนิวตรอนเร็ว และเวลา เมื่อกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่ 55 องศาเซลเซียส บนฟิล์ม CN85	44
4.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรอยนิวตรอนเร็ว และเวลาในการกัดรอย เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส บนฟิล์ม CN85	48
4.11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของรอยนิวตรอนเร็ว และเวลาในการกัดรอย เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส บนฟิล์ม CN85	50
4.12	แสดงลักษณะของรอยนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท CN85 กัดรอยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 45 นาที	51
4.13	แสดงลักษณะของรอยนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท CN85 ที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที	51
4.14	แสดงความสัมพันธ์ของเงื่อนไขที่เหมาะสมระหว่างเวลาในการกัดรอย และอุณหภูมิ โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ บนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท	53
4.15	แสดงรอยเนื่องจากแบคกราวนด์บนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท LR115 กัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 นาที	57
4.16	แสดงรอยเนื่องจากแบคกราวนด์บนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท CN85 กัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 เปอร์เซนต์ ที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที	57

รูปที่		หน้า
4.17	กราฟแสดงความหนาแน่นของรอยนิวตรอนเร็วต่อพื้นที่ 2.25×10^{-4} ซม^2 บนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท เมื่ออาบนิวตรอนเร็วจากต้นกำเนิดพลูโตเนียม-เบอริลเลียม ที่เวลาต่าง ๆ กัน	63
4.18	แสดงกราฟของความหนาแน่นรอยนิวตรอนเร็วบนพื้นที่ 2.25×10^{-4} ซม^2 บนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท เมื่ออาบนิวตรอนเร็วจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ที่เวลาต่าง ๆ กัน	65
4.19	แสดงปริมาณของนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท ชนิด LR115 ที่มีความหนาแน่นมากจนยากต่อการนับ	66
4.20	แสดงปริมาณของรอยนิวตรอนเร็วบนฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท ชนิด CN85 ที่มีความหนาแน่นมากจนยากต่อการนับ	66