

การวิเคราะห์ไอโซโทปยูเรเนียม-235 จากรอยฟิสชันแฟรกเมนต์
บนแผ่นไมลาร์ เมื่ออาบรังสีเทอร์มัลนิวตรอนความเข้มต่ำ



นายดีเซลล์ สวนบุรี

ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

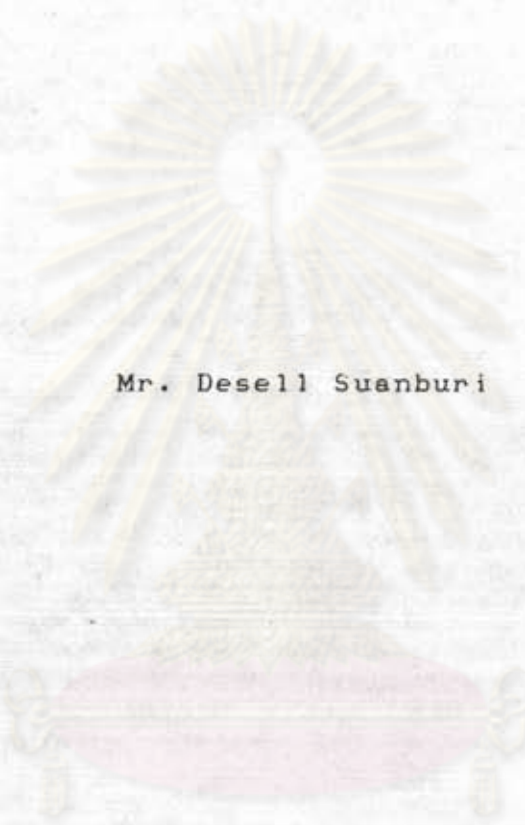
ISBN 974-567-984-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012931

I1029806X

DETERMINATION OF URANIUM-235 ISOTOPE FROM FISSION
FRAGMENT TRACKS ON MYLAR AFTER LOW THERMAL
NEUTRON FLUX IRRADIATION



Mr. Desell Suanburi

ศูนย์วิทยพัชยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1987

ISBN 974-567-984-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์ไอโซโทปยูเรเนียม-235 จากรอย

พิษชันแฟรงก์เมนต์บนแผ่นไมลาร์

เมื่อ

เทอร์มัลนิวตรอนความเข้มต่ำ

โดย

นายตีเซลล์ ลวนบุรี

ภาควิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี


อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยคณาตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว


อาจารย์ ลมยศ คริลิตย์

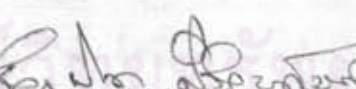


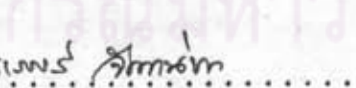
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาปริญญามหาบัณฑิต

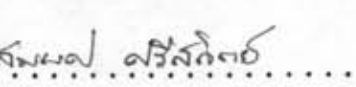

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(คณาจารย์ ดร.ถาวร วัชรภักย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองคณาจารย์ ดร.ธัชชัย ลุมิตร)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยคณาจารย์ ชยากริต คิริอุปถัมภ์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยคณาจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)


.....กรรมการและที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ลมยศ คริลิตย์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ไอโซโทปยูเรเนียม-235 จากรอยฟิชชัน
แฟรกเมนต์บนแผ่นไมลาร์ เมื่ออาบรังสีเทอร์มัลนิวตรอน
ความเข้มต่ำ
ชื่อนิสิต นายดีเซลล์ สวนบุรี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว
อาจารย์ สมยศ คริสถิตย์
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2529



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณของ
ไอโซโทป ยูเรเนียม-235 โดยการบันทึกรอยฟิชชันแฟรกเมนต์บนแผ่นไมลาร์
ภายหลังการ อาบรังสีนิวตรอนความเข้มต่ำ โดยใช้สารละลายโซเดียม
ไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10 และ 25 เปอร์เซ็นต์ กัดขยายรอยที่อุณหภูมิ
ต่าง ๆ ระหว่าง 50 ถึง 80 องศาเซลเซียส เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสม
โดยสังเกตจากความหนาแน่นรอย

ได้ศึกษาการเตรียมตัวอย่าง 2 วิธี ตัวอย่างยูเรเนียมทุกตัวอย่าง
ถูกนำมาผสมกับกรดสเทียริก และอัดเม็ดตัวอย่างด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิค เพื่อ
ให้มีความหนาแน่นเท่ากันและมีผิวหน้าเรียบ ตัวอย่างที่อัดแล้วจะถูกประกบด้วย
แผ่นไมลาร์ขนาด 2 ซม. x 2 ซม. จำนวน 2 แผ่น และนำไปอาบรังสีนิวตรอน
จากต้นกำเนิดพลูโทเนียม/เบริลเลียม 5 คูรี เป็นเวลาประมาณ 10 วัน ผล
การวิจัย แสดงว่าความหนาแน่นรอยเพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียล ตามปริมาณ
ยูเรเนียม-235 ในตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียม-235 ใน
ตัวอย่างยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าธรรมชาติ 3 ตัวอย่าง พบว่ามีความ
เข้มข้น เท่ากับ 0.515, 0.415 และ 0.291 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่าที่
ถูกต้องคือ 0.34, 0.27 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้
ทดสอบหาปริมาณยูเรเนียมในตัวอย่างแร่ 2 ตัวอย่าง ได้ปริมาณยูเรเนียม
เท่ากับ 5.15 และ 11.93 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์โดยวิธี
แกมมาสเปกโตรเมตริกของ 2 ตัวอย่างนี้เท่ากับ 2.53 และ 6.29 เปอร์เซ็นต์
ตามลำดับ

Thesis Title DETERMINATION OF URANIUM-235 ISOTOPE FROM
FISSION FRAGMENT TRACKS ON MYLAR AFTER
LOW THERMAL NEUTRON FLUX IRRADIATION

Name Mr. Desell Suanburi

Thesis Advisor Assistant Professor Nares Chankow
Mr. Somyot Srisatit

Department Nuclear Technology

Academic Year 1986

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the technique of uranium-235 isotope analysis by registration of fission fragment tracks on mylar plastic after low-intensity thermal neutron irradiation. The fission tracks were etched with 10 % and 25 % sodium hydroxide solutions at different temperatures set between 50 °C and 80 °C, and the optimum etching times were determined based on the maximum track densities. To assure uniform density and smoothness of the surface, the uranium samples were mixed with stearic acid then pressed by a hydraulic press. Sandwiched between two 2 cm x 2 cm mylar films the pressed-pellet sample was irradiated with neutrons emitted from 5-Ci $\text{Pu}^{239}/\text{Be}$ for about 10 days. The results indicated that the track density increased exponentially as the uranium-235 in the sample increased.

The uranium-235 contents in three depleted uranium samples and also total uranium contents in two uranium ore samples were determined. The results were found to be 0.515%, 0.415% and 0.291% uranium-235 in the depleted uranium samples while the known concentrations were 0.34%, 0.27% and 0.17% respectively. The total uranium concentrations in the ores were found to be 5.15% and 11.93% as compared to 2.53% and 6.29% respectively, obtained from gamma spectrometry.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว และ อาจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ตลอดจนการดำเนินการวิจัย ยังได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จากอาจารย์ในภาควิชานิเทศศาสตร์เทคโนโลยี จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร สุธงษ์วงศ์ แห่งภาควิชานิเทศศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาฯ กรุณาให้แผ่นไมลาร์เพื่อใช้เป็นวัสดุบันทึกเทป และได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ กรุณาให้สารประกอบยูเรเนียมเพื่อใช้เป็นสารมาตรฐาน การเตรียมการวิจัยยังได้รับความช่วยเหลือ จากคุณจินตนา รัตนชัยเจริญ และขอขอบคุณ คุณศรัณยา ตະນຸຣານนท์ ที่ช่วยจัดพิมพ์ต้นฉบับวิทยานิพนธ์ ตลอดจนขอขอบคุณ เพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. ทฤษฎีนิเวศ론และกระบวนการแตกตัว	4
3. ทฤษฎีแทรค-เอทซ์	21
4. วิธีดำเนินการวิจัย และผลการวิจัย	32
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	69
เอกสารอ้างอิง	74
ประวัติผู้เขียน	78

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ค่าภาคตัดขวางต่าง ๆ สำหรับเทอร์มินิวตรอน (2200 m/s) กับนิวไคลด์บางชนิด 9
2.2	พลังงานขีดเริ่มของการแตกตัวสำหรับนิวไคลด์บางชนิด 13
2.3	อัตราแตกตัวได้เองของนิวไคลด์บางชนิด 15
2.4	ปริมาณยูเรเนียมธรรมชาติ ครึ่งชีวิต และมวลไอโซโทป ของแต่ละไอโซโทปของยูเรเนียมที่มีอยู่ในยูเรเนียมธรรมชาติ .. 17
2.5	การสลายตัวแบบลูกโซ่ของอนุกรมยูเรเนียม 19
2.6	การสลายตัวแบบลูกโซ่ของอนุกรมแอกทิเนียม 20
3.1	คุณสมบัติของฟิชชันแฟรกเมนต์ที่เกิดจาก U-235 21
3.2	เงื่อนไขของการเกิดรอยสำหรับวัสดุตัวกลางบางชนิด 29
4.1	จำนวนรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผ่านการอาบรังสีนิวตรอน เป็นเวลา 5 วัน และกักขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 10% อุณหภูมิ 65 °ซ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ 39
4.2	จำนวนรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผ่านการอาบรังสีนิวตรอน เป็นเวลา 5 วัน และกักขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 10% อุณหภูมิ 70 °ซ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ 41
4.3	จำนวนรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผ่านการอาบรังสีนิวตรอน เป็นเวลา 5 วัน และกักขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 10% อุณหภูมิ 75 °ซ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ 43
4.4	จำนวนรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผ่านการอาบรังสีนิวตรอน เป็นเวลา 5 วัน และกักขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 10% อุณหภูมิ 80 °ซ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ 45
4.5	จำนวนรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผ่านการอาบรังสีนิวตรอน เป็นเวลา 7 วัน และกักขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 25% อุณหภูมิ 50 °ซ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ 47
4.6	จำนวนรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผ่านการอาบรังสีนิวตรอน เป็นเวลา 7 วัน และกักขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ 25% อุณหภูมิ 55 °ซ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ 49
4.7	จำนวนรอยของฟิชชันแฟรกเมนต์ เมื่อผ่านการอาบรังสีนิวตรอน เป็นเวลา 7 วัน และกักขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียม

	ไฮดรอกไซด์ 25 % อุณหภูมิ 60 °ซ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	51
4.8	จำนวนรอยของพิษชั้นแฟรกเมนต์ เมื่อผ่านการอบรังสีนิวตรอน เป็นเวลา 7 วัน และกัดขยายรอยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 25% อุณหภูมิ 65 °ซ ที่ระยะเวลาต่าง ๆ	53
4.9	น้ำหนักตัวอย่าง กับความหนาแน่นรอย	55
4.10	ผลของจำนวนรอยพิษชั้นแฟรกเมนต์ ความเข้มของรังสีแกมมา จากลวดอินเดียม และอัตราส่วนของฟลักซ์ของนิวตรอน สำหรับ สารมาตรฐานที่ยูเรเนียม-235 ปริมาณต่าง ๆ	61
4.11	ผลของจำนวนรอยพิษชั้นแฟรกเมนต์ ความเข้มของรังสีแกมมา จากลวดอินเดียม และอัตราส่วนของฟลักซ์ของนิวตรอน สำหรับ สารมาตรฐานที่ยูเรเนียม-235 ปริมาณต่าง ๆ และใช้แคดเมียมหุ้มเม็ดยูเรเนียม ขณะอบรังสีนิวตรอน	62
4.12	ความหนาแน่นรอยจริงของพิษชั้นแฟรกเมนต์และปริมาณ ยูเรเนียม-235 ที่มีอยู่ในสารมาตรฐาน	63
4.13	จำนวนรอยพิษชั้นแฟรกเมนต์ ความเข้มของรังสีแกมมาจากลวด อินเดียม และอัตราส่วนของฟลักซ์ของนิวตรอน สำหรับสาร ประกอบยูเรเนียมตัวอย่าง	64
4.14	จำนวนรอยพิษชั้นแฟรกเมนต์ ความเข้มของรังสีแกมมาจากลวด อินเดียม และอัตราส่วนของฟลักซ์ของนิวตรอน สำหรับสาร ประกอบยูเรเนียมตัวอย่าง และใช้แคดเมียมหุ้มเม็ดตัวอย่าง ขณะอบรังสีนิวตรอน	65
4.15	จำนวนรอยพิษชั้นแฟรกเมนต์ ความเข้มของรังสีแกมมาจาก ลวดอินเดียม และอัตราส่วนของฟลักซ์ของนิวตรอน สำหรับ แร่ยูเรเนียมตัวอย่าง	66
4.16	จำนวนรอยพิษชั้นแฟรกเมนต์ ความเข้มของรังสีแกมมาจาก ลวดอินเดียม และอัตราส่วนของฟลักซ์ของนิวตรอน สำหรับ แร่ยูเรเนียมตัวอย่าง และหุ้มแคดเมียมรอบเม็ดยูเรเนียม ขณะอบรังสีนิวตรอน	67

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	กระบวนการเกิดอันตรกิริยานิวตรอนในแบบต่าง ๆ 7
2.2	ยี่ลต์ของการแตกตัว U-235 เป็นฟังก์ชันกับเลขมวลของแฟรกเมนต์จากการแตกตัวกับเทอร์มัลนิวตรอน 10
2.3	กราฟแสดงค่าภาคตัดขวางของการแตกตัวสำหรับนิวคลีไอบางชนิดที่พลังงานต่าง ๆ 13
3.1	ลักษณะเรขาคณิตของรอย 27
3.2	อธิบายประสิทธิภาพของการกักขยายรอย 28
4.1	รูปกล้องจุลทรรศน์ OLYMPUS BH-2 33
4.2	ลักษณะของต้นกำเนิดนิวตรอน Pu^{239}/Be 34
4.3	สเปกตรัมพลังงานของนิวตรอน ที่ได้จากต้นกำเนิด Pu^{239}/Be . 35
4.4	ลักษณะของการอัดเม็ดยูเรเนียม 36
4.5	การจัดอุปกรณ์ของการกักขยายรอย 38
4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรอยสัมพันธ์กับเวลาที่กักขยายรอย บนแผ่นไมลาร์ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 40
4.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรอยสัมพันธ์กับเวลาที่กักขยายรอย บนแผ่นไมลาร์ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 42
4.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรอยสัมพันธ์กับเวลาที่กักขยายรอย บนแผ่นไมลาร์ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส 44
4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรอยสัมพันธ์กับเวลาที่กักขยายรอย บนแผ่นไมลาร์ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 46
4.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรอยสัมพันธ์กับเวลาที่กักขยายรอย บนแผ่นไมลาร์ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 25% ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 48
4.11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรอยสัมพันธ์กับเวลาที่กักขยายรอย บนแผ่นไมลาร์ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 25% ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 50

4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรอยลัมพัทธ์กับ
เวลาที่กักขยายรอย บนแผ่นไมลาร์ ด้วยสารละลายโซเดียม
ไฮดรอกไซด์ 25% ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 52

4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นรอยลัมพัทธ์กับ
เวลาที่กักขยายรอย บนแผ่นไมลาร์ ด้วยสารละลายโซเดียม
ไฮดรอกไซด์ 25% ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส 54

4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักของเม็ดยูเรเนียมกับ
ความหนาแน่นของรอย 56

4.15 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการหาปริมาณยูเรเนียม-235 57

4.16 การจัดส่วนประกอบต่าง ๆ ในขั้นตอนการนำเม็ดยูเรเนียม
อาบรังสีนิวตรอน 58

4.17 กราฟเปรียบเทียบ ของความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอย
จริง กับปริมาณยูเรเนียม-235 63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย