

การวิเคราะห์หาปริมาณเรเนียมในแร่
โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ แบบวิเคราะห์จากอัตราส่วนของพีค



นายสุรพงษ์ พิมพ์จันทร์

006048

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2522

DETERMINATION OF URANIUM IN ORES
BY RADIOISOTOPE-EXCITED X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETRIC ANALYSIS
USING PEAK RATIOS

Mr. Surapong Pimjun

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

1979

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียมในแร่ โดยวิธีการ
เรืองรังสีเอกซ์แบบวิเคราะห์จากอัตราส่วนของพีค

ชื่อนิสิต

นายสุรพงษ์ พิมพ์จันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร. กรรติกา ศิริเสนา

แผนกวิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา

2521

บทคัดย่อ



การวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียมในแร่หินทราย ด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์
สามารถทำได้ถูกต้องโดยการคำนวณจากอัตราส่วนของพีครังสีเอกซ์เฉพาะตัวของ
ยูเรเนียม (UL X-ray peak) ต่อรังสีเอกซ์กระเจิง (Scattered peak)
ของต้นกำเนิดที่โตจากการกระตุ้นของต้นกำเนิดแคดเมียม-109 และวัดรังสีด้วย
หัววัด Si(Li)จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนของพีคนี้ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีปริมาณ
ตะกั่วต่างๆ กันไม่เกิน 2% การรบกวนของ Zr ซึ่งมีอยู่ในแร่หินทรายซึ่งรบกวนพีค
ของรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของยูเรเนียมเป็นเหตุให้การวิเคราะห์แร่หินทรายโดยวิธีนี้ได้
ปริมาณยูเรเนียมมากกว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีนิวตรอนแอคติเวชันประมาณ 30%
สำหรับการทดลองกับสารตัวอย่างที่ไม่มี Zr รบกวนพบว่า ผลการวิเคราะห์โดย
การเรืองรังสีเอกซ์แบบคำนวณจากอัตราส่วนของพีคนี้ต่างจากวิธี
นิวตรอนแอคติเวชันประมาณ 5%

Thesis Title Determination of Uranium in Ores by
Radioisotope-Excited X-ray Fluorescence
Spectrometric Analysis using Peak Ratios

Name Mr. Surapong Pimjun

Thesis Adviser Dr. Kantika Sirisayna

Academic Year 1978

ABSTRACT

Accurate analysis of uranium in local sandstone ores could be performed by X-ray fluorescence spectrometric analysis using the ratio of an UL X-ray fluorescent line to a target backscattered line. No disturbing effect was found in the presence of up to 2% lead. Due to the presence of Zr, Y, Rb the results obtained by the method were found to be higher than those obtained by neutron activation analysis. The Fluorescent X-rays were excited by using a Cd-109 annular source and measured with a Si(Li) detector.

กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยการแนะนำให้คำปรึกษาช่วยเหลือ
ของอาจารย์ ดร. กรรติกา ศิริเสนา อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เขียนขอขอบพระคุณ
ไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบคุณ คุณสิรินาฏ ม่วงน้อยเจริญ คุณวันทนี พลุแย้ม ที่ช่วยจัด
อุปกรณ์และการทดลอง และขอขอบคุณสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติที่ได้ให้
ความอนุเคราะห์ในการให้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณอัจฉรา แสงอริยวนิช คุณชอทิพย์ สิ้นสูงสุค
คุณอารีรัตน์ คอนดวงแก้ว คุณพิศาล ทังพิทยกุล และ คุณประสงค์ ชุมดี
ที่ได้ช่วยเหลือในการพิมพ์ เขียนรูปประกอบ จนสำเร็จบริบูรณ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
รายการตารางประกอบ	ฉ
รายการรูปประกอบ	ช
บทที่	
1 บทนำ	1
2 ทฤษฎี	3
3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง	22
4 การทดลอง	27
5 ผลการทดลอง-อภิปราย	33
6 สรุปผลการทดลอง	55
เอกสารอ้างอิง	60
ประวัติ	61



รายการตารางประกอบ

	หน้า
ตารางที่ 2.1	4
2.1 แสดงควอนตัมัมเบอร์ของวง K, L, M	
2.2	6
2.2 แสดงพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนและพลังงานรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของธาตุต่างๆ	
4.1	29
4.1 แสดงส่วนผสมของธาตุต่างๆ ในสารมาตรฐาน STD-1	
4.2	29
4.2 แสดงพีคของรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของธาตุต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ	
4.3	31
4.3 แสดงปริมาณยูเรเนียมในสารมาตรฐานชุด A	
5.1	33
5.1 แสดงตำแหน่งของพีคและชนิดของรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของธาตุต่างๆ	
5.2	37
5.2 แสดงพลังงานของธาตุที่รบกวนซึ่งกันและกัน	
5.3	39
5.3 แสดงผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณของธาตุต่างๆ โดยการเปรียบเทียบพีคที่สมนัยกันระหว่างสารตัวอย่างกับสารมาตรฐาน STD-1	
5.4	40
5.4 แสดงความเข้มของพีค $UL_{\beta 1}$ ในสารตัวอย่างที่มีปริมาณตะกั่วต่างๆ กัน แต่มีปริมาณยูเรเนียมเท่ากัน (0.1% U_3O_8)	
5.5	42
5.5 แสดงความเข้มของพีค $UL_{\beta 1}$ ความเข้มของพีครังสีเอกซ์-กระเจิง และอัตราส่วนของพีคทั้งสองของสารมาตรฐาน NBL	

ตารางที่ 5.6	แสดงความเข้มของฟลัก $UL_{\beta 1}$ ที่รังสีเอกซ์กระเจิงและอัตราส่วนของฟลักทั้งสองในสารตัวอย่างที่มีปริมาณตะกั่วต่างกัน	44
5.7	แสดงความเข้มของฟลัก $UL_{\beta 1}$ ที่รังสีเอกซ์กระเจิงและอัตราส่วนของฟลักของสารมาตรฐานชุด A	48
5.8	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมของแรมมาตรฐาน NBL จากอัตราส่วนของฟลัก	51
5.9	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมในสารตัวอย่างแร่หินทรายโดยการคำนวณเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของฟลักสำหรับสารตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นผง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ($\%U_3O_8$)	52
5.10	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมในสารตัวอย่างแร่หินทรายที่อัดเม็ดโดยการคำนวณจากอัตราส่วนของฟลัก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ($\%U_3O_8$)	53
6.1	แสดงปริมาณยูเรเนียม (ppm.) ในแร่หินทรายจากการวิเคราะห์โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์แบบคำนวณจากอัตราส่วนของฟลักเปรียบเทียบกับแบบนิวตรอนแอคทีเวชันพร้อมทั้งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคิดเป็นร้อยละ	56
6.2	แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมในสารละลายของกองเคมี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติโดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์แบบคำนวณจากอัตราส่วนของฟลักเปรียบเทียบกับแบบคำนวณจากความเข้มของฟลัก $UL_{\beta 1}$ และการวิเคราะห์แบบนิวตรอนแอคทีเวชัน ความเข้มข้นเป็น ppm.	58

รายการรูปประกอบ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงการเคลื่อนตัวมาแทนที่ที่ว่างของอิเล็กตรอนจากวงโคจร L และ M ไปยังวงโคจร K และชั้นพลังงานย่อยของอะตอมของ Au	4
2.2 แสดงขบวนการเกิดการเรืองรังสีเอกซ์	9
2.3 แสดงลักษณะแอมพลิจูดของชาคยูเรเนียม	11
2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแอมพลิจูดกับหมายเลขอะตอมของ K_{ab} , L_{ab} และ M_{ab}	12
2.5 แสดงความสัมพันธ์ของการดูดกลืนโฟตอนขนาดพลังงาน 15 keV และ 30 keV ของธาตุที่มี K_{ab} ระหว่าง 2-5 keV	13
2.6 แผนผังประกอบสมการการเรืองรังสีเอกซ์	15
2.7 แสดงลักษณะสเปกตรัมของการเรืองรังสีเอกซ์ของสารตัวอย่างเมื่อกระตุ้นโดยโฟตอน	18
3.1 แผนผังแสดงการจัดเครื่องมือในการวัดรังสี	24
3.2 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	25
3.3 แสดงการจัดตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่เหมาะสม	26
4.1 แสดงการรบกวนพีค $UL_{\beta 1}$ (17.218 keV) และ $ZrK_{\beta 1}$ (17.666 keV)	32

รูปที่ 5.1	แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์เรือง จากการกระตุ้นของต้นกำเนิด แคลเมียม-109 ของสารตัวอย่างหมายเลข 2-5, 2-6, 3-7 3-8 และ 3-9	34
5.2	แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์เรือง จากการกระตุ้นของต้นกำเนิด แคลเมียม-109 ของสารตัวอย่างหมายเลข 4-7, 4-8, 4-9 และ 4-10	35
5.3	แสดงสเปกตรัมรังสีเอกซ์เรือง จากการกระตุ้นของต้นกำเนิด แคลเมียม-109 ของสารตัวอย่างหมายเลข 6-5, 6-6, 6-7 และสารมาตรฐาน STD-1	36
5.4	แสดงสเปกตรัมและการรบกวนของพีคต่างๆ ของธาตุ Pb, U, Cu, Sr, Rb, Zr, Fe และ Y	38
5.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของพีค $UL_{\beta 1}$ (0.1% U_3O_8) กับปริมาณตะกั่วจากตารางที่ 5.4	41
5.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีค $UL_{\beta 1}$ กับปริมาณยูเรเนียม จากตารางที่ 5.5	43
5.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของพีคกับปริมาณยูเรเนียม จากตารางที่ 5.5	43
5.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของพีค $UL_{\beta 1}$ กับปริมาณ ยูเรเนียมในสารตัวอย่างที่มีตะกั่วต่างกันจากตารางที่ 5.6	46

รูปที่ 5.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของพีคกับปริมาณยูเรเนียม ในสารตัวอย่างที่มีตะกั่วต่างกันจากตารางที่ 5.6	47
5.10	แสดงลักษณะของกราฟมาตรฐานชุด A	49
5.11	แสดงสเปกตรัมของสารมาตรฐานชุด A	50