การวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมในแร่โคลัมไบท์ในประเทศไทยโดยวิธีนิวเคลียร์

นางสาวอุษณา ธนิตนิธิมกุล

006699

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2519

i 18336826

Quantitative Analysis of Uranium in Thai Columbite by Nuclear Method

Miss Usana Thanitnitimagool

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirement

for the Degree of Master of Science

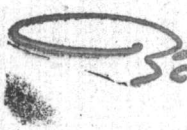
Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1976

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต



.....

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ .....ประธานกรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย ศาสตราจารย์ วิชัย ทโยทม

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมในแร่โคลัมไบท์ในประเทศไทยโดยวิธีนิวเคลียร์

ชื่อ นางสาวอุษณา ชนิตนิมกูล แผนกวิชาฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2518

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ในวิทยานิพนธ์นี้ ได้รายงานการศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมในตัวอย่างแร่โคลัมไบท์ในประเทศไทยเจ็ดตัวอย่าง พร้อมทั้งผลที่วิจัยได้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาวิธีการวิเคราะห์ที่ทำได้สะดวกและให้ผลรวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้กรรมวิธีทางเคมี วิธีดำเนินการวิจัยมีสองวิธีใหญ่ ๆ คือ การวิเคราะห์โดยวิธีวัดกัมมันตภาพรังสีที่แผ่จากแร่โดยธรรมชาติโดยทดลองใช้เครื่องวัดรังสีแบบต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องนับไกเกอร์ เครื่องแกมมาสเปคโตรมิเตอร์ที่มีหัววัดเป็น $NaI(Tl)$ และ $Ge(Li)$ และการวิเคราะห์โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์โดยใช้หัววัด $Si(Li)$ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยการวัดด้วยวิธีต่าง ๆ นี้ บางวิธีมีค่าใกล้เคียงกัน และใกล้เคียงกับผลที่ผู้อื่นหาได้จากการวิเคราะห์แบบนิวตรอนแอคติเวชัน แต่ละวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์มานี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ววิธีวัดด้วยเครื่องนับไกเกอร์แบบเทียบกับสารมาตรฐานจะทำได้สะดวกและรวดเร็วที่สุด เครื่องมือก็ราคาถูก หาใช้ได้ง่าย ส่วนการวัดด้วยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์นั้นมีข้อดีตรงที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการไม่สมดุลย์ของอนุกรมสารกัมมันตรังสี

Thesis Title Quantitative Analysis of Uranium in Thai Columbite by Nuclear Method

Name Miss Usana Thanitnitimagool Department Physics

Academic Year 1975

ABSTRACT

In this thesis, quantitative analysis of uranium in seven Thai columbite samples is reported. The purpose is to develop convenient and quick methods without chemical process. Following methods are used:

1 Measuring the natural radioactivity, using Geiger counter, gamma spectrometers with NaI(Tl) and Ge(Li) detectors

2 Measuring the fluorescent X-rays using a spectrometer with Si(Li) detector

The results obtained from some methods agree with each other and agree with those obtained from neutron activation analysis performed by others.

The measurement of natural radioactivity using the Geiger counter is the most convenient and quick method. The result from X-ray fluorescence has one advantage that it is independent of the state of equilibrium of the radioactive series.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของ ศาสตราจารย์วิชัย หโยคม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คุณวัลลภ บุญคง ที่กรุณาให้สารตัวอย่าง ดร. กรรติกา ศิริเสนา ที่กรุณาให้สารมาตรฐาน และคุณสมพร จองคำ ที่กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบาญ ..... ช

รายการตารางประกอบ ..... ฌ

รายการรูปประกอบ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย 1

1.2 วิธีที่จะดำเนินการวิจัย 2

1.3 การสำรวจการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง 3

1.4 ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัยเรื่องนี้ 3

1.5 นิยามของคำต่าง ๆ ที่ใช้เป็นภาษาเทคนิค 3

บทที่ 2 ยูเรเนียม 5

2.1 ยูเรเนียม 5

2.2 โคลัมไบท์ 6

2.3 อนุกรมยูเรเนียม 7

2.4 กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี 11

บทที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการดำเนินการวิจัย 12

3.1 เครื่องนับไกเกอร์ 12

3.2 การหาปริมาณยูเรเนียมโดยใช้เครื่องนับไกเกอร์ 13

3.2.1 โดยวิธีวัดกัมมันตภาพรังสีที่แผ่จากแร่ตัวอย่างและสารมาตรฐานเทียบกัน 13

3.2.2 โดยวิธีแอคติวัน 14

หน้า

3.3 การวัดพลังงานรังสีแกมมา 16
3.4 เครื่องแกมมาสเปคโตรมิเตอร์แบบซินทิลเลชัน 18
3.5 การดำเนินการวิจัยโดยใช้เครื่องแกมมาสเปคโตรมิเตอร์แบบซินทิลเลชัน 24
3.6 เครื่องแกมมาสเปคโตรมิเตอร์แบบโลหะกึ่งตัวนำ 26
3.6.1 โลหะกึ่งตัวนำ 26
3.6.2 หลักการวัดรังสีของผลึกของธาตุพวกโลหะกึ่งตัวนำ 28
3.6.3 ข้อดีของหัววัดแบบโลหะกึ่งตัวนำ 28
3.6.4 หัววัด Ge(Li) 29
3.6.5 เครื่องแกมมาสเปคโตรมิเตอร์ของหัววัด Ge(Li) 30
3.7 การดำเนินการวิจัยโดยใช้เครื่องแกมมาสเปคโตรมิเตอร์แบบโลหะกึ่งตัวนำ .. 31
3.8 ทฤษฎีการเรืองรังสีเอกซ์ 31
3.8.1 การเรืองรังสีเอกซ์ 31
3.8.2 การวิเคราะห์ธาตุทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณโดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ 38
3.9 เครื่องวัดการเรืองรังสีเอกซ์ 40
3.10 การดำเนินการวิจัยที่ใช้วิธีการเรืองรังสีเอกซ์ 42
3.10.1 โดยเทียบกับสารมาตรฐาน 42
3.10.2 โดยวิธีแอดดิชัน 49

บทที่ 4 การคำนวณและผลการคำนวณ 51
4.1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการนับรังสี 51
4.2 การคำนวณและผลการคำนวณจากการวัดด้วยเครื่องนับไกเกอร์ 52
4.2.1 จากการวัดรังสีที่แผ่ออกโดยธรรมชาติ 52
4.2.2 โดยวิธีแอดดิชัน 55
4.3 การคำนวณและผลการคำนวณจากการวัดด้วยเครื่องแกมมาสเปคโตรมิเตอร์แบบซินทิลเลชัน 58

หน้า

4.3.1 กราฟมาตรฐานสำหรับเทียบหาค่าพลังงาน 58
4.3.2 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้ 65
4.3.3 การคำนวณและผลการคำนวณ 65
4.4 การคำนวณและผลการคำนวณจากการวัดด้วยเครื่องแกมมาสเปคโตรมิเตอร์แบบโลหะกึ่งตัวนำ 67
4.3.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้ 71
4.3.2 ตัวอย่างการคำนวณและผลการคำนวณ 76
4.5 การคำนวณและผลการคำนวณจากการวัดโดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ 80
4.5.1 การสร้างกราฟมาตรฐานสำหรับเทียบหาพลังงาน 80
4.5.2 สเปคตรัมของ U_3O_8 บริสุทธิ์ที่ได้จากการวัดโดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์ 82
4.5.3 ผลการคำนวณจากวิธีวัดโดยเทียบกับสารมาตรฐาน 83
4.5.4 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้โดยวิธีแอคคิซัน 85
4.5.5 ตัวอย่างการคำนวณและผลการคำนวณ 89
4.5.6 เปรียบเทียบผลที่ได้กับผลที่ผู้อื่นวิจัยได้ 92

บทที่ 5 การอภิปรายผลการวิจัย 94

บทที่ 6 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 99

เอกสารอ้างอิง และบรรณานุกรม 101

ประวัติการศึกษา 103

รายการตารางประกอบ

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงธาตุต่าง ๆ ในอนุกรมยูเรเนียม	9
3-1	แสดงภาวะต่าง ๆ ของอีเลคตรอน	37
4-1	แสดงข้อมูลและผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องนับไกเกอร์ โดยวัดรังสีที่แผ่จากแร่ตัวอย่างเทียบกับสารมาตรฐาน วัดตัวอย่างละ 40 นาที	53
4-2	แสดงข้อมูลและผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องนับไกเกอร์ โดยวัดรังสีที่แผ่จากแร่ตัวอย่างเทียบกับสารมาตรฐาน วัดตัวอย่างละ 8 นาที	54
4-3	แสดงข้อมูลและผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องนับไกเกอร์ โดยวิธีแอดดิชัน วัดตัวอย่างละ 40 นาที	56
4-4	แสดงข้อมูลและผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องนับไกเกอร์ โดยวิธีแอดดิชัน วัดตัวอย่างละ 15 นาที	57
4-5	แสดงข้อมูลจากการวัดไอโซโทปมาตรฐาน	58
4-6	แสดงข้อมูลของแบคกราวน์ที่วัดด้วยหัววัด NaI(Tl)	60
4-7	แสดงข้อมูลที่ได้จากการวัดโคลัมไบท์หมายเลข 8 ด้วยหัววัด NaI(Tl)	61
4-8	แสดงข้อมูลที่ได้จากการวัดยูเรนิไนท์ด้วยหัววัด NaI(Tl)	62
4-9	แสดงข้อมูลและผลการคำนวณที่ได้จากพีค .61 MeV ของ Bi^{214} หัววัด NaI(Tl)	68
4-10	แสดงข้อมูลและผลการคำนวณที่ได้จากพีค .18 MeV ของ Ra^{226} หัววัด Na(Tl)	69
4-11	แสดงผลการคำนวณที่ได้จากพีค .61MeV และ .18MeV หัววัด NaI(Tl)	70
4-12	แสดงข้อมูลของแบคกราวน์ที่วัดด้วยหัววัด Ge(Li)	71
4-13	แสดงข้อมูลของโคลัมไบท์หมายเลข 8 ที่วัดด้วยหัววัด Ge(Li)	72
4-14	แสดงข้อมูลของยูเรนิไนท์ที่วัดด้วยหัววัด Ge(Li)	73
4-15	แสดงข้อมูลและผลการคำนวณที่ได้จากพีค .61 MeV ของ Bi^{214} หัววัด Ge(Li)	77
4-16	แสดงข้อมูลและผลการคำนวณที่ได้จากพีค .18 MeV ของ Ra^{226} หัววัด Ge(Li)	78
4-17	แสดงผลการคำนวณที่ได้จากพีค .61 MeV และ .18 MeV หัววัด Ge(Li)	79
4-18	แสดงข้อมูลที่ใช้ทำกราฟมาตรฐาน	80

หน้า

4-19 แสดงปริมาณ U_3O_8 ในตัวอย่างแร่ที่หาจากวิธีการเรืองรังสีเอกซ์โดยเทียบกับสารมาตรฐาน หัววัด Si(Li) 83

4-20 แสดงปริมาณ U_3O_8ในตัวอย่างแร่ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณ Nb_2O_5 ในสารมาตรฐาน หัววัด Si(Li) 84

4-21 แสดงข้อมูลที่ได้จากการวัดโคลัมไบท์หมายเลข 8 ก่อนเติม U_3O_8 บริสุทธิ์ หัววัด Si(Li) 85

4-22 แสดงข้อมูลที่ได้จากการวัดโคลัมไบท์หมายเลข 8 หลังจากเติม U_3O_8 บริสุทธิ์แล้ว หัววัด Si(Li) 86

4-23 แสดงข้อมูลและผลการคำนวณที่ได้จากการวัดโดยวิธีแอดดิชัน หัววัด Si(Li) 90

4-24 แสดงผลการคำนวณที่ได้จากวิธีแอดดิชัน หัววัด Si(Li) 91

4-25 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลที่ผู้อื่นวิจัยได้ 92

4-26 แสดงความคลาดเคลื่อนเป็น % ของผลที่ได้จากการวัดด้วยวิธีต่าง ๆ เมื่อเทียบกับวิธีนิวตรอนแอคติเวชัน 93

รายการรูปประกอบ

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

รูปที่		หน้า
2-1	แสดงอนุกรมยูเรเนียม	8
2-2	แสดงสเปคตรัมของสินแร่ยูเรเนียม	10
3-1	แสดงแผนภาพของเครื่องนับไกเกอร์	12
3-2	แสดงการเกิดปฏิกริยาคอมพ์ตัน	17
3-3	แสดงปฏิกริยาแบบอีเลคตรอนคู่	18
3-4	แสดงแผนภาพของเครื่องแกมมาสเปคโตรมิเตอร์แบบซินทิลเลชัน	19
3-5	แสดงลักษณะของแบนด์ของผลึกพวกแอลคาไล-ฮาไลด์	21
3-6	แสดงหลักการทำงานของมัลติแชนเนล	23
3-7	แสดงแถบพลังงานปกติของธาตุซิลิกอน	27
3-8	แสดง n-type และ p-type ของพวกโลหะกึ่งตัวนำ	27
3-9	แสดง p-n type ของโลหะกึ่งตัวนำ	28
3-10	แสดงภาพที่เห็นข้างในของหัววัด Ge(Li)	29
3-11	แสดงแผนภาพของเครื่องสเปคโตรมิเตอร์แบบโลหะกึ่งตัวนำ	30
3-12	แสดงสเปคตรัมของรังสีเอกซ์ของธาตุโมลิเดนัม	33
3-13	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานวิกฤตกับเลแอบซอร์พชันเอดจ์ของนิเกิล	34
3-14	แสดงสัญญลักษณ์ของรังสีเอกซ์เฉพาะตัว	35
3-15	แสดงแผนภาพของระดับพลังงาน	37
3-16	แสดงแผนภาพของเครื่องวัด Si(Li)	41
3-17	แสดงสเปคตรัมของรังสีเอกซ์จากต้นกำเนิด Pm^{147}/Al	43
3-18	แสดงการตั้งสารสำหรับวัดด้วยหัววัด Si(Li)	45
3-19	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของสารกับรังสีเอกซ์เฉพาะตัว	46
4-1	แสดงกราฟมาตรฐานที่ได้จากหัววัด NaI(Tl)	59
4-2	แสดงสเปคตรัมของโคลัมไบท์หมายเลข 8 ที่ได้จากข้อมูลในตารางที่ 4-7	63

หน้า

4-3 แสดงสเปคตรัมของยูเรนิไนท์ที่ได้จากข้อมูลในตารางที่ 4-8 64
4-4 สเปคตรัมของโคลัมไบท์หมายเลข 8 วัดด้วยหัววัด Ge(Li) 74
4-5 สเปคตรัมของยูเรนิไนท์ วัดด้วยหัววัด Ge(Li) 75
4-6 กราฟมาตรฐานที่ได้จากหัววัด Si(Li) 81
4-7 แสดงสเปคตรัมของ U_3O_8 บริสุทธิ์ 82
4-8 แสดงสเปคตรัมของโคลัมไบท์หมายเลข 8 จากข้อมูลในตารางที่ 4-21 87
4-9 แสดงสเปคตรัมของโคลัมไบท์หมายเลข 8 จากข้อมูลในตารางที่ 4-22 88