การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ไอโซโทปของยูเรเนียม-235 และยูเรเนียม-238 โดยใช้เทคนิคอิเลคโตรดีโพซิชัน และใช้อัลฟาสเปคโตรมิเตอร์วัดรังสี

นางสาวอุไรวรรณ สุวรรณโพธิ์รุ่ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2527

ISBN 974-563-539-1

010147

1 1838565

DEVELOPMENT OF U-235 AND U-238 ANALYSIS BY ELECTRODEPOSITION TECHNIQUE USING ALPHA SPECTROMETER AS RADIATION COUNTER

Miss Uraiwan Suwanporung

A Thesis Submitted in Partial Fultillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1984

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ไอโซโทปของยูเรเนียม-235 และยูเรเนียม-238 โดยใช้เทคนิคอิเลคโตรดีโพซิชัน และใช้อัลฟาสเปคโตรมิเตอร์วัดรังสี
โดย	นางสาว อุไรวรรณ สุวรรณโพธิ์รุ่ง
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรรณ์ แสงเพ็ชร์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

.....กรรมการ
(อาจารย์ สุพิชชา จันทร์โยธา)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ไอโซโทปของยูเรเนียม-235 และยูเรเนียม-238 โดยใช้เทคนิคอิเลคโตรดีโพซิชัน และใช้อัลฟาสเปคโตรมิเตอร์วัดรังสี

ชื่อนิสิต นางสาว อุไรวรรณ สุวรรณโพธิ์รุ่ง

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2526

บทคัดย่อ

ได้ทำการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณไอโซโทปของยูเรเนียม-235 และยูเรเนียม-238 ในตัวอย่างยูเรเนียมโดยเทคนิคอิเลคโตรดีโพซิชันและแยกวัดพลังงานรังสีอัลฟา โดยอัลฟาสเปคโตรมิเตอร์ ขั้นตอนประกอบด้วยการทำให้ยูเรเนียมบริสุทธิ์ โดยใช้วิธีการแลกเปลี่ยนไอออนด้วยเรซินชนิดลบคือ Amberite IRA-400 และชะล้างยูเรเนียมบริสุทธิ์ออกมาด้วยกรดไฮโดรคลอริก 1 โมลาร์ แล้วทำอิเลคโตรดีโพซิชัน ยูเรเนียมบนแผ่นเหล็กไร้สนิม วัดความแรงรังสีอัลฟาของยูเรเนียมบนแผ่นเหล็กไร้สนิมนี้ด้วยหัววัดรังสีกึ่งตัวนำชนิดเซอร์เฟสแบริเออร์ ซึ่งสามารถแยกวัดพลังงานรังสีอัลฟาได้ดี แล้วคำนวณหาปริมาณไอโซโทปของยูเรเนียมได้ โดยการเปรียบเทียบกับค่าความแรงรังสีของสารมาตรฐานยูเรเนียมที่ใช้ขั้นตอนเดียวกันในการทำให้บริสุทธิ์และการวัดรังสี

การทดลองพบว่าเงื่อนไขที่เหมาะสมในการทำอิเลคโตรดีโพซิชันของยูเรเนียมคือ ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 170 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร เวลาในการทำอิเลคโตรดีโพซิชัน 3 ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ดีพลีทยูเรเนียมจากต่างประเทศ 1 ตัวอย่าง โดยวิธีที่ได้พัฒนาแล้วนี้พบว่า ปริมาณไอโซโทปยูเรเนียม-234 ยูเรเนียม-235 และยูเรเนียม-238 มีค่า 0.0026%, 0.25% และ 99.747% ตามลำดับ

การทดลองยังคลอบคลุมถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการทำอิเลคโตรดีโพซิชันและผลของสิ่งเจือปนในตัวอย่างคือ สารหนู เหล็ก โมลิบดินัม และวาเนเดียม ที่มีต่อความถูกต้องของการวิเคราะห์ด้วย

Thesis Title	Development of U-235 and U-238 Analysis by Electrodeposition Technique Using Alpha Spectrometer as Radiation Counter
Name	Miss Uraiwan Suwanporung
Thesis Advisor	Professor Assistant Chyagrit Siri-Upathum
Department	Nuclear Technology
Academic Year	1983

ABSTRACT

An analytical method for U-235 and U-238 in uranium sample by electrodeposition technique followed by alpha spectrometry was developed. The process involved purification of uranium by anion exchange resin, Amberite IRA-400 prior to electrodeposition of uranium on stainless steel disc and counted the alpha activity by using a silicon surface barrier detector. The alpha energies could be resolved clearly. The quantity of uranium isotopes could be calculated by comparing with that of the uranium standard which was treated by the same method.

The optimum current density for the electrodeposition was found to be 170 mA/cm^2 and electrodeposition time was about 3 hours. A depleted uranium sample was analyzed by this method and found that uranium-234, uranium-235 and uranium-238 contents were 0.0026%, 0.25% and 99.747% respectively.

The studies covered also the effect of temperature on electrodeposition of uranium and the effects of impurities in the sample: arseric, iron, molybdenum and vanadium on the accuracy of analyses.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนปรารถนาที่จะแสดงความขอบพระคุณ สำหรับการช่วยเหลือของผู้ช่วย-ศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ ที่ได้กรุณาให้ความสนับสนุนและให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดียิ่ง ทั้งในทางวิชาการและการปฏิบัติในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่เอื้ออำนวยเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัยนี้ รวมทั้งบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนบางส่วน สำหรับการศึกษาวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณปฐม เหยมเกตุ ผู้อำนวยการกองขจัดกากกัมมันตรังสี สำนักงาน-พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานวิจัย ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในทางวิชาการ พร้อมกันนี้ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ที่ช่วยเหลือทางด้านออกแบบเครื่องมือ คุณวรรณา วิมลวัฒนาภัณฑ์ ที่ได้ช่วยเหลือทางด้านตรวจทานเอกสารวิทยานิพนธ์นี้ ขอขอบคุณ คุณแสวง เกิดประทุม ที่ได้ช่วยเหลือทางด้านแนะนำการใช้เครื่องมือในงานวิทยานิพนธ์นี้ จนสำเร็จด้วยดี และขอขอบคุณ คุณไพรัช ศรีโยธา ที่ได้ช่วยเหลือด้านภาพถ่าย

นอกจากนี้ ขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่เอื้ออำนวยให้ยืมใช้หัววัดเซอร์เฟสเบริเออร์ และขอบคุณ คุณสมยศ ศรีสถิตย์ ที่ช่วยเหลือด้านการคำนวณค่า infinite multiplication factor

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้ 5

2. หฤษฎี 6

2.1 ประวัติของยูเรเนียม 6

2.2 คุณสมบัติทางเคมี ทางฟิสิกส์ และทางนิวเคลียร์ของยูเรเนียม 7

2.3 การแยกยูเรเนียมให้บริสุทธิ์ 8

3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย 15

3.1 เทคนิคอิเลคโตรดีโพซิชัน 15

3.2 อัลฟาสเปคโตรมิเตอร์ 16

3.3 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ 18

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4.	วิธีวิเคราะห์	
	4.1 เตรียมแผ่นนิกเกิล-ทองแดง	26
	4.2 แยกยูเรเนียมให้บริสุทธิ์โดยเทคนิคการแลกเปลี่ยนไอออน	27
	4.3 อิเลคโตรดีโพซิชัน ยูเรเนียมบริสุทธิ์บนแผ่นนิกเกิล-ทองแดง.....	28
	4.4 อิเลคโตรดีโพซิชัน ยูเรเนียมบริสุทธิ์บนแผ่นเหล็กไร้สนิม	28
	4.5 วิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมใช้เครื่องวัดรังสีอัลฟาแบบเรืองแสง ..	29
	4.6 วิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมไอโซโทป ใช้อัลฟาสเปคโตรมิเตอร์ วัดรังสี	30
5.	ผลการวิจัย	37
6.	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	58
	6.1 สรุปผลการวิจัย	58
	6.2 ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง		61
ภาคผนวก		65
ประวัติการศึกษา		71

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.2	การสลายตัวของธาตุยูเรเนียมให้รังสีอัลฟา	8
5.1.3 (ก)	แสดงความหนาของนิกเกิลบนแผ่นทองแดงกับความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบ และเวลาที่ใช้ในการชุบนิกเกิล	38
5.1.3 (ข)	แสดงความหนาของนิกเกิลบนแผ่นทองแดงกับเวลาที่ใช้ในการชุบนิกเกิล เมื่อความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 60 mA/cm^2	40
5.3	แสดงความแรงรังสีอัลฟาที่วัดได้จากหัววัดเซอร์เฟสแบริเออร์	40
	บนแผ่นทองแดงชุบนิกเกิลกับความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	42
5.4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตรานับรังสีอัลฟากับความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ใช้	43
5.4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตรานับรังสีอัลฟากับเวลาที่ใช้ในการทำอิเลคโตรดีโพซิชัน	44
5.4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณยูเรเนียมกับอัตรานับรังสีอัลฟาที่วัดได้	46
5.4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตราการทำอิเลคโตรดีโพซิชัน	47
5.4.5	แสดงถึงผลของสิ่งเจือปนในที่มีต่อการทำอิเลคโตรดีโพซิชัน	48
5.4.6	แสดงอัตรานับรังสีอัลฟาที่วัดได้ในการทดลอง 20 ครั้ง	49
5.5.1	เส้นกราฟมาตรฐานระหว่างพลังงานรังสีอัลฟากับตำแหน่งช่องของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณหลายช่อง.....	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.1.3 (ข)	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของนิกเกิล บนแผ่นทองแดงกับเวลาที่ใช้ชุบนิกเกิล เมื่อความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 60 mA/cm^2	41
5.4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตรานับรังสีอัลฟากับความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	45
5.4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตรานับรังสีอัลฟากับเวลาที่ใช้ในการทำอิเลคโตรดีโพซิชัน	45
5.4.3	เส้นกราฟมาตรฐานของยูเรเนียมวัดโดยหัววัดรังสี AnS(Ag) ...	47
5.4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับอัตรานับรังสีอัลฟา	48
5.5.1	เส้นกราฟมาตรฐานระหว่างพลังงานรังสีอัลฟากับ channel no	52
5.5.2 (ก)	แสดงสเปคตรัมของแบคกราวด์ (background) ที่วัดได้จากหัววัดรังสีเซอร์เฟส เบริเออร์	55
5.5.2 (ข)	แสดงสเปคตรัมอัลฟาที่วัดได้จากดีพลีทยูเรเนียม 50 μg โดยหัววัดเซอร์เฟส เบริเออร์	56
5.5.2 (ค)	แสดงสเปคตรัมอัลฟาที่วัดได้จากยูเรเนียมธรรมชาติ 53 μg โดยหัววัดเซอร์เฟส เบริเออร์	57