การหาปริมาณฟลูออรีนในสารตัวอย่างอนินทรีย์โดยเทคนิคฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชัน

นายศักดิ์ศิลป์ ตุลาธร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535

ISBN 974-582-024-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019763

i17141540

DETERMINATION OF FLUORINE IN INORGANIC SAMPLES BY THE FAST NEUTRON ACTIVATION TECHNIQUE

Mr. Sakdisilpa Tuladhorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1992

ISBN 974-582-024-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหาปริมาณฟลูออรีนในสารตัวอย่างอนินทรีย์โดยเทคนิคฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชัน
โดย	นายศักดิ์ศิลป์ ตุลาธร
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ศักดิ์ศิลป์ ตุลาธร : การหาปริมาณฟลูออรีนในสารตัวอย่างอนินทรีย์โดยเทคนิคฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชัน (DETERMINATION OF FLUORINE IN INORGANIC SAMPLES BY THE FAST NEUTRON ACTIVATION TECHNIQUE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ชัชชัย สุมิตร อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล, 95 หน้า. ISBN 974-582-024-5

การหาปริมาณฟลูออรีนในสารตัวอย่างอนินทรีย์โดยเทคนิคฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชัน ใช้ต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน ^{238}Pu-Be ขนาดความแรง 5 Ci (185 GBq) และได้เลือกใช้ปฏิกิริยา $^{19}F(n,\alpha)^{16}N$ เนื่องจาก ^{16}N มีครึ่งชีวิตสั้น (7.14 วินาที) จึงใช้ระบบส่งถ่ายตัวอย่างด้วยลมชนิดออกแบบและสร้างขึ้นเองในการส่งถ่ายตัวอย่าง การวิเคราะห์ทำโดยนำสารตัวอย่างและสารมาตรฐานใส่ใน Rabbit ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 21 มิลลิเมตร ยาว 60 มิลลิเมตร ส่งไปอาบรังสีนิวตรอนเป็นเวลา 40 วินาที จากนั้นส่งสารตัวอย่างกลับมาวัดปริมาณรังสี ใช้เวลาส่งตัวอย่างไปยังระบบวัดประมาณ 1.5 วินาที ระบบวัดประกอบด้วยหัววัดรังสีแบบ NaI(Tl) ขนาด 3" x 3" และ 5" x 5" ต่ออยู่กับเครื่องวิเคราะห์แบบช่องเดี่ยว ใช้เวลาในการวัดรังสี 20 วินาที จากนั้นส่งตัวอย่างเข้าไปอาบรังสีใหม่อีกครั้งและนำกลับมาวัดปริมาณรังสีอีก ทำซ้ำจนครบ 10 รอบ จะได้ปริมาณรังสีสะสมในเวลานับ 200 วินาที จากการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์นี้สามารถหาปริมาณฟลูออรีนได้ต่ำถึงประมาณ 75 มิลลิกรัม และมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C317715 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD : FLUORINE / FAST NEUTRON ACTIVATION

SAKDISILPA TULADHORN : DETERMINATION OF FLUORINE IN INORGANIC SAMPLES BY THE FAST NEUTRON ACTIVATION TECHNIQUE. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. TATCHAI SUMITRA, Dr.Ing. THESIS CO-ADVISOR : ASST. PROF. SIRIWATTANA BANCHORNDHEVAKUL, M.Eng. 95 pp. ISBN 974-582-024-5

The fast neutron activation analysis technique was conducted to determine fluorine in inorganic samples. The method utilised ^{19}F (n,α) ^{16}N reaction and a 5 Ci (185 GBq) ^{238}Pu-Be neutron source. Samples, loaded in a rabbit with 21 mm in diameter and 60 mm long, were activated for 40 seconds, due to short half-life of ^{16}N (7.14 seconds), and transferred to measuring unit in about 1.5 seconds by a home - made pneumatic transfer system. The gamma - ray detection system consisted of two opposing, matched cylindrical NaI(Tl) crystals 3" x 3" and 5" x 5" connected to a single channel analyzer. The samples were counted for 20 seconds. This cycle was repeated 10 times and the cumulative counts in 200 seconds were recorded. The detection limit was found to be about 75 mg with relative error of less than 2 percent.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนของ รองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา และตรวจสอบรายงานการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ ของการวัดและวิเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ ปุณณชัยยะ และอาจารย์อรรถพร ภัทรสุมันต์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับการต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณยุคล มัณฑะจิตร และ คุณนพพร จริงจิตร กองเคมี กรมทรัพยากรธรณี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับสารตัวอย่างและการวิเคราะห์ผลทางเคมี เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณอุทิศ ทองกลึง ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับสารตัวอย่างและการใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ พี่ ๆ และน้อง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในการพิมพ์ ตลอดจนด้านอื่น ๆ ซึ่งใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งต่อ บิดา มารดา ผู้ซึ่งให้ความเมตตา กรุณา เป็นกำลังใจ ให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 สถานที่ทำการวิจัย 3

1.7 การสำรวจงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้ว 3

บทที่ 2 ฟลูออรีนและวิธีการวิเคราะห์

2.1 ฟลูออรีน 8

2.2 วิธีการวิเคราะห์ฟลูออรีนที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป 13

2.3 เทคนิคการวิเคราะห์ฟลูออรีนด้วยวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชัน 14

2.4 การวัดรังสีแกมมา 26

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 33

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 ผลการใช้ตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอนชนิดต่าง ๆ 48

4.2 ผลการทำกราฟปรับเทียบของสารมาตรฐาน 51

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลูออรีนในสารตัวอย่าง 59

4.4 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชัน กับวิธีทางเคมี 61

4.5 การตรวจสอบความแม่นยำของการวิเคราะห์โดยวิธีฟาสต์นิวตรอน แอกติเวชัน 62

4.6 การหาค่าขีดจำกัดของการวิเคราะห์ 64

4.7 ผลการวัดฟาสต์นิวตรอนฟลักซ์ของต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน ^{238}Pu-Be .. 66

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 67

5.2 ข้อเสนอแนะ 67

เอกสารอ้างอิง 69

ภาคผนวก 73

ประวัติผู้เขียน 95

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ไอโซโทปของฟลูออรีน	9
2.2	คุณสมบัติทางกายภาพของฟลูออรีน	10
2.3	คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของฟลูออรีน	11
2.4	ต้นกำเนิดนิวตรอนที่เป็นสารกัมมันตรังสี	16
2.5	การแทรกซ้อนแบบต่าง ๆ	25
2.6	ศักย์ไฟฟ้าทำงานของหัววัดรังสี	31
3.1	การทำปฏิกิริยาของนิวตรอนกับฟลูออรีนและปฏิกิริยานิวเคลียร์แทรกซ้อนที่เกี่ยวข้อง	37
4.1	จำนวนนับสุทธิต่อเวลาของตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอนชนิดต่าง ๆ ที่ได้จาก SCA และ MCA โดยใช้หัววัด NaI(Tl) ขนาด 3" x 3" และ 5" x 5"	48
4.2	ปริมาณฟลูออรีนและจำนวนนับสุทธิต่อเวลาของสารมาตรฐานแต่ละชนิด	51
4.3	จำนวนนับสุทธิของสารตัวอย่างและปริมาณฟลูออรีน	59
4.4	การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีฟาสต์นิวตรอนแอกติเวชันกับวิธีทางเคมี	61
4.5	การตรวจสอบความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ในตัวอย่างแร่ฟลูออไรต์	62
4.6	จำนวนนับสุทธิต่อ 200 วินาที ของ Background จำนวน 100 ครั้ง	65
4.7	ฟาสต์นิวตรอนฟลักซ์ของต้นกำเนิดรังสีนิวตรอน ^{238}Pu-Be	66

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	แผนภาพแสดงการเกิดอันตรกิริยาของรังสีแกมมา	27
2.2	แสดงให้เห็นถึงส่วนที่วัดได้จากการเกิดกระบวนการโฟโตอิเล็กตริกเอฟเฟค	28
2.3	แสดงให้เห็นถึงส่วนต่าง ๆ ที่วัดได้จากการเกิดกระบวนการกระเจิงคอมป์ตัน	29
2.4	แสดงให้เห็นถึง Single escape peak ของรังสีแกมมา	29
2.5	แสดงให้เห็นถึง Double escape peak ของรังสีแกมมา	30
2.6	แผนภาพแสดงโครงสร้างของหัววัดรังสีแบบเรืองแสง	31
3.1	เครื่องชั่งน้ำหนัก METTLER	34
3.2	ลักษณะของ Rabbit ขนาดต่าง ๆ	35
3.3	กล่องวงจรควบคุมการทำงานของระบบวิเคราะห์	35
3.4	แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบวัดรังสีแกมมา	36
3.5	แผนผังการจัดระบบวัดแบบเพิ่มประสิทธิภาพการวัด	38
3.6	กราฟปรับเทียบพลังงานมาตรฐานของหัววัด NaI(Tl) 3" x 3"	40
3.7	กราฟปรับเทียบพลังงานมาตรฐานของหัววัด NaI(Tl) 5" x 5"	40
3.8	การออกแบบระบบ Pneumatic transfer	43
3.9	แผนผังการทำงานของ Ball valve	44
3.10	ตัวสะท้อนฟาสต์นิวตรอนชนิดต่าง ๆ	45
3.11	ความสัมพันธ์ระหว่าง Fractional saturation of activity กับ Irradiation time	45
3.12	การจัดระบบอาบรังสีนิวตรอน ^{238}Pu-Be	46
3.13	แผนผังการจัดระบบวัดฟาสต์นิวตรอนฟลักซ์	47
4.1	กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ CaF_2	55
4.2	กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ KF	56
4.3	กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ NaF	56
4.4	กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ NH_4F	57
4.5	กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ NH_5F_2	57
4.6	กราฟปรับเทียบสารมาตรฐานของ LiF	58
4.7	ผลการเปรียบเทียบกราฟปรับเทียบของสารมาตรฐานชนิดต่าง ๆ	58