

การหาปริมาตรเรเดียม-226 ในน้ำ โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตตรี



นาย นันทชัย ทองแบน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

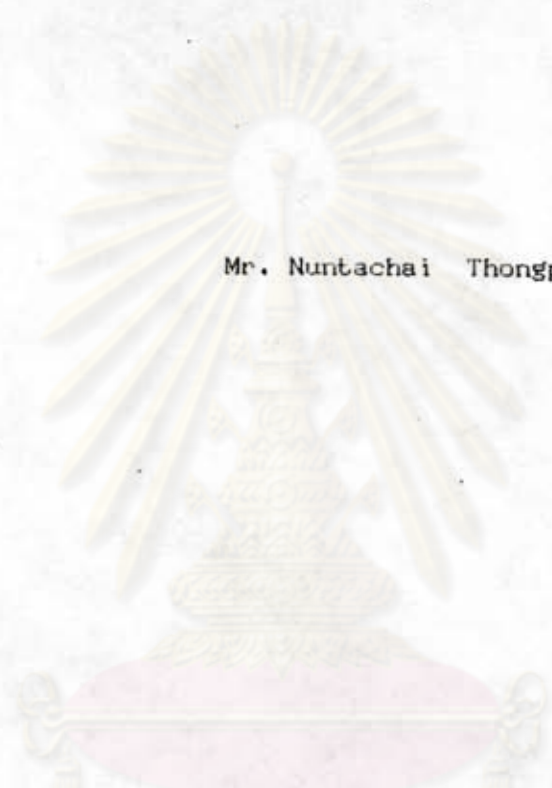
ISBN 974-569-032-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

014308

110300387

DETERMINATION OF RADIUM-226 IN WATER BY GAMMA SPECTROMETRY



Mr. Nuntachai Thongpance

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

IBSN 974-569-032-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหาปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำ โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตตรี
โดย นายณัฏชัย ทองแป้น
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. รัชชัย สุมิตร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....
(ศาสตราจารย์ ดร. อถรร วชิราภัย) คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากฤต ศิริอุปถัมภ์) ประธานกรรมการ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. รัชชัย สุมิตร) อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว) อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา ไทรสมบูรณ์) กรรมการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



นันทชัย ทองแบน : การหาปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำโดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตริก (DETERMINATION OF RADIUM-226 IN WATER BY GAMMA SPECTROMETRY) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.รัชชัย ลุ่มิตร และ ผศ. นเรศร์ สันภณียาว , 65 หน้า

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาวิธีการหาปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำด้วยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตริกโดยใช้หัววัดซินทิลเลชัน ได้ใช้หัววัดโซเดียมไอโอไดด์ (ทึบเลียม) ขนาด 3"x3" และ 5"x5" วัดรังสีแกมมาพลังงาน 352 และ 609 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ที่ปลดปล่อยจากตะกั่ว-214 และธอเรียม-214 ภายหลังจากการเกิดล้มตลับที่มีมันดรัสแล้ว จากการปรับเทียบด้วยลำรละลายมาตรฐานเรเดียม-226 พบว่า ยึดจำกัดในการวิเคราะห์ที่พลังงาน 352 และ 609 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ของหัววัด 3"x3" เมื่อใช้เวลานับรังสี 30000 วินาที มีค่า 44.13±2.55 และ 51.00±3.37 พิโคคูรีต่อ 200 ซีซี. สำหรับหัววัด 5"x5" เมื่อใช้เวลานับรังสี 15000 วินาที มีค่า 30.00±1.74 และ 43.35±3.02 พิโคคูรีต่อ 200 ซีซี. ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ 9 ตัวอย่างจากบริเวณเหมืองตึกในจังหวัดภูเก็ต นครศรีธรรมราช และจากภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าจำนวน 3 ตัวอย่างมีปริมาณเรเดียมอยู่ในช่วง 8.78±2.90 ถึง 27.58±2.93 พิโคคูรีต่อลิตร สำหรับหัววัด 5"x5" และ 10.20±4.58 พิโคคูรีต่อลิตร ในขณะที่ตัวอย่างที่เหลือไม่พบเรเดียม ผลการวิจัยจากหัววัดทั้งสองขนาดและที่รังสีแกมมาสองพลังงานมีค่าสอดคล้องกันดี

นอกจากนี้ยังได้ใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง หาปริมาณเรเดียมในตัวอย่างน้ำตัวอย่างหนึ่งจากจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่ามีปริมาณเรเดียม 40.20±1.88 และ 37.43±0.68 พิโคคูรีต่อลิตร ที่พลังงาน 352 และ 609 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ ในขณะที่ผลจากหัววัดโซเดียมไอโอไดด์อยู่ในช่วง 22.58±4.58 ถึง 27.58±2.93 และ 20.48±2.60 ถึง 26.68±6.68 พิโคคูรีต่อลิตร ตามลำดับ ผลจากหัววัดรังสีสองชนิดต่างกันอาจเกิดจากพื้นที่ใต้คัมมีค่าน้อยมากสำหรับหัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อผู้จัดทำ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



NUNTACHAI THONGPANCE : DETERMINATION OF RADIUM-226 IN WATER BY GAMMA SPECTROMETRY. THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.DR. TATCHAI SUMITRA , ASST. PROF. NARES CHANKOW , 65 pp.

The propose of this research is to develop a method for determining radium-226 in water samples by gamma spectrometry with scintillation detector. A 3"x3" and a 5"x5" NaI(Tl) detectors were used to measure 352-keV and 609-keV gammas emitted from Lead-214 and bismuth-214 respectively after secular equilibrium was attained. The standard radium-226 solutions were used for calibration and the lower limits of detection (LLD) at 352-keV and 609-keV peaks were found to be 44.13 ± 2.55 and 51.00 ± 3.37 pCi/200 cc. for the 3"x3" NaI(Tl) detector and 30,000 second counting time and 30.00 ± 1.74 and 43.35 ± 3.02 pCi/200 cc. for the 5"x5" NaI(Tl) detector and 15,000 second counting time, respectively. Radium contents in 9 water samples collected from some tin mines in Phuket and Nakornsrihanmarat; and from the Department of Mining Engineering, Chulalongkorn University were also determined. Radium contents in 3 samples were found to be in the range of 8.78 ± 2.90 to 27.58 ± 2.93 pCi/litre for 5"x5" NaI(Tl) detector and 10.20 ± 4.58 to 22.58 ± 4.58 for 3"x3" NaI(Tl) detector while the rest was not detectable. The results from the two detectors and from both energy peaks were in good agreement. Furthermore, a hyperpure germanium detector was also used to determine radium content in a water sample from a tin mine in Nakornsrihanmarat and the radium contents was found to be 40.20 ± 1.88 and 37.43 ± 0.68 pCi/litre at 352-keV and 609-keV gammas, respectively while the results from the NaI(Tl) detectors were in the range of 22.58 ± 4.58 to 27.58 ± 2.93 and 20.48 ± 2.60 to 26.68 ± 6.68 pCi/litre. The discrepancies possibly caused by very small peak areas obtained from the HPGe detector.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา วิศวกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย สุมิตร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย คุณปฐม แหยมเกตุ คุณชัชวรา กมลรัตน์ แห่ง กองจัดคากกัมมันตรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ให้ความอนุเคราะห์สารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 คุณพิพวรรณ นิ่งน้อย แห่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ อาจารย์สมยศ ศรีสถิตย์ แห่งภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ.ที่นี้ด้วย

ทำยนี้ โคร้ขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ฅ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. ทฤษฎี	7
3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการวิจัย	21
4. ผลการวิจัย	34
5. สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก	57
ประวัติผู้เขียน	65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่.	หน้า
1.1 ปริมาณเรเดียม-226 ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำต่างๆในประเทศไทย	3
1.2 ค่าต่ำสุดของการวิเคราะห์หาปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำด้วยวิธี แกมมาสเปคโตรเมตตรี โดยใช้หัววัด Ge(Li)	5
2.1 ค่าคงที่ต่างๆที่ใช้ในการหาค่า LLD	20
4.1 ค่าจำนวนนับรังสีของแบลงค์ต่อ 30000 วินาที กับค่า สำหรับพีค Pb-214 Bi-214 และ K-40 เมื่อใช้หัววัด NaI(Tl) ชนิดแท่งตัน ขนาด 3" 3"	34
4.2 ค่าจำนวนนับรังสีของแบลงค์ต่อ 15000 วินาที กับค่า สำหรับพีค Pb-214 Bi-214 และ K-40 เมื่อใช้หัววัด NaI(Tl) ชนิดแท่งตัน ขนาด 5" 5"	35
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีสุทธิต่อ 30000 วินาที กับความแรงรังสี เมื่อใช้หัววัด NaI(Tl) ชนิดแท่งตัน ขนาด 3" 3".....	36
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีสุทธิต่อ 15000 วินาที กับความแรงรังสี ค่าจำนวนนับรังสีจำเพาะของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ peak Pb-214 (352 KeV) และ Bi-214 (609 KeV) เมื่อใช้หัววัด NaI(Tl) ชนิดแท่งตัน ขนาด 5" 5"	37
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีสุทธิต่อ 15000 วินาที กับความแรงรังสี ค่าจำนวนนับรังสีจำเพาะของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ peak Pb-214 (352 KeV) และ Bi-214 (609 KeV) เมื่อใช้หัววัด Hyperpure Ge ที่มีประสิทธิภาพ 20.8 เปอร์เซ็นต์	42
4.6 ค่าจำนวนนับรังสีสุทธิของเรเดียม-226 ในน้ำตัวอย่างต่อ 30000 วินาที ที่ peak Pb-214(352 KeV) และ Bi-214 (609 KeV) เมื่อใช้หัววัด NaI(Tl) ชนิดแท่งตัน ขนาด 3" 3"	45
4.7 ค่าจำนวนนับรังสีสุทธิของเรเดียม-226 ในน้ำตัวอย่างต่อ 30000 วินาที ที่ peak Pb-214(352 KeV) และ Bi-214 (609 KeV) เมื่อใช้หัววัด NaI(Tl) ชนิดแท่งตัน ขนาด 5" 5"	46
4.8 ค่าความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในน้ำตัวอย่าง ที่พีค Pb-214 และ Bi-214 เมื่อใช้ หัววัด NaI(Tl) ชนิดแท่งตัน ขนาด 3" 3"	47
4.9 ค่าความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในน้ำตัวอย่าง ที่พีค Pb-214 และ Bi-214 เมื่อใช้ หัววัด NaI(Tl) ชนิดแท่งตัน ขนาด 5" 5".....	48

ตารางที่	หน้า
4.10	ค่าจำนวนนับรังสีสุทธิต่อเวลา 15000 วินาที ของเรเดียม-226ที่ผิด Pb-214(352 KeV) Bi-214 (609 KeV) ในน้ำตัวอย่าง เมื่อใช้หัววัด Hyperpure Ge ประสิทธิภาพ 20.8 เปอร์เซ็นต์ 49
4.11	ค่าความแรงรังสีจำเพาะของเรเดียม-226ที่ผิด Pb-214(352 KeV) Bi-214 (609 KeV) ในน้ำตัวอย่าง เมื่อใช้หัววัด Hyperpure Ge ประสิทธิภาพ 20.8 เปอร์เซ็นต์ 49
4.12	ค่า LLD ของการวัดหาปริมาณเรเดียม-226ในน้ำ โดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตตรี โดยใช้หัววัด NaI(Tl) ขนาด 3" 3" และ 5" 5"..... 50
5.1	ผลการทดลองการวัดหาปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำโดยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตตรีโดยใช้หัววัด NaI(Tl) ทดสอบกับการใช้หัววัด Hyperpure Germanium 52



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	อนุกรมยูเรเนียม	9
2.2	อนุกรมทอเรียม	10
2.3	อนุกรมแอกติเนียม	11
2.4	การเกิดสมดลย์ทรานเซิชันต์	14
2.5	การเกิดสมดลย์เชคคูลาร์	15
2.6	การสลายตัวของ Ra-226	17
3.1	หัววัดรังสี NaI(Tl)	22
3.2	High Voltage Power supply	22
3.3	Multichannel Analyzer แบบ CANBERRA SERIES 35 Plus	23
3.4	ที่กำบังหัววัดรังสี	24
3.5	ภาชนะใส่ตัวอย่างน้ำ	25
3.6	pulser แบบ CANBERRA 807	25
3.7	แผนภาพของเครื่องวัดรังสี ชนิด แกมมาสเปคโตรมิเตอร์	26
3.8	สเปคตรัมของสารละลายมาตรฐาน เรเดียม-226 198.1 pCi/liter ซึ่งแสดงให้เห็นพีคของโปแตสเซียม-40 ที่พลังงาน 1.46 MeV	31
4.1	กราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ peak Pb-214 (352 Kev) หัววัด NaI(Tl) 3"*3"	38
4.2	กราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ peak Bi-214 (609 Kev) หัววัด NaI(Tl) 3"*3"	39
4.3	กราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ peak Pb-214 (352 Kev) หัววัด NaI(Tl) 5"*5"	40
4.4	กราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ peak Bi-214 (609 Kev) หัววัด NaI(Tl) 5"*5"	41
4.5	กราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ peak Pb-214 (352 Kev) หัววัด Hyperpure Ge	43
4.6	กราฟเปรียบเทียบของสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226 ที่ peak Bi-214 (609 Kev) หัววัด Hyperpure Ge	44
5.1	Marinelli Beaker	54