

การตรวจสอบธาตุต่าง ๆ ในอากาศ โดยวิธีการเรื่องรังสีเอ็กซ์



นายคงศักดิ์ ตั้งพูนผลวิวัฒน์

ศูนย์วิทยพัทยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-592-3

009135

AN INVESTIGATION OF MULTIELEMENTS IN AIR

BY X-RAY FLUORESCENCE METHOD



Mr. Kongsak Tangpoonpholvivat

ศูนย์วิทยทรัพยากร
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การตรวจสอบค่าต่าง ๆ ในอากาศ โดยวิธีการเรื่องรังสีเอ็กซ์
โดย นาย คงศักดิ์ ตั้งขุนผลวิวัฒน์
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาคามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....
.....คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร)

.....
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

.....
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

ศูนย์วิทยานิพนธ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การตรวจสอบธาตุต่าง ๆ ในอากาศ โดยวิธีการเรืองรังสีเอกซ์
ชื่อนิสิต นาย คงศักดิ์ ตั้งขุนผลวิวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2527

บทคัดย่อ



ได้ศึกษาการวิเคราะห์ตะกั่ว ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แอมโมเนีย และสารหนูในอากาศโดยใช้เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแสง WDX และ EDX ผลการศึกษาพบว่าเครื่องวิเคราะห์แบบ WDX มีความสามารถในการแยกพลังงานสูงกว่า และมีขีดจำกัดในการวิเคราะห์ต่ำกว่า คือมีขีดจำกัดในการวิเคราะห์ตะกั่ว กำมะถัน แอมโมเนีย และสารหนู อยู่ในช่วง 0.38 - 1.33 ไมโครกรัม ส่วนขีดจำกัดในการวิเคราะห์ตะกั่ว และกำมะถัน ของเครื่องวิเคราะห์แบบ EDX มีค่าเท่ากับ 43.80 และ 78.99 ไมโครกรัม ตามลำดับ แต่ขีดจำกัดในการวิเคราะห์แอมโมเนีย และสารหนุนั้น มีปัญหาเกี่ยวกับการรบกวนของพีคจึงมีค่อนข้างสูง และไม่สามารถหาค่าที่ถูกต้องได้

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แอมโมเนีย และสารหนู บนกระดาษกรองใยแก้วหลังดูดอากาศผ่านพบว่า มีความสะดวกรวดเร็วกว่าวิธีวิเคราะห์ที่ใช้กันอยู่มาก นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงการเก็บตัวอย่างก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากอากาศด้วยกระดาษกรองที่พบสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตกับกลีเซอรอล ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจและสามารถนำไปใช้ในการศึกษามลภาวะอากาศได้ แต่ยังคงมีการศึกษาวิจัยถึงประสิทธิภาพในการจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑

Thesis Title An Investigation of Multielements in Air by X-Ray
Fluorescence Method

Name Mr. Kongsak Tangpoonpholvivat

Thesis Advisor Assistant Professor Nares Chankow

Department Nuclear Technology

Academic Year 1984

ABSTRACT

Analyses of lead, sulfur dioxide, manganese and arsenic in air using wavelength-dispersive x-ray fluorescence (WDX) spectrometer and energy-dispersive x-ray fluorescence (EDX) spectrometers were studied. The study indicated that the WDX spectrometer provided better energy resolution and lower detection limits. The detection limits of lead, sulfur, manganese and arsenic using the WDX spectrometer were found to be in the range of 0.38 - 1.33 micrograms, while that of lead and sulfur using the EDX spectrometers were 43.80 and 78.99 micrograms respectively. As for arsenic and manganese, it was found however that the detection limits of the EDX spectrometers are rather high and may not be precisely determined because of interfering peaks.

Quantitative analysis of lead, manganese and arsenic in air particulate samples collected on glass fiber filters was found to be very convenient compare to other instrumental procedures currently use. The cumulative collection of sulfur dioxide in air by sodium carbonate-glycerol impregnated filter was also studied and the results were found to be satisfactory and could be eventually applied to air pollution study but further study regarding collection efficiency may be needed.

กิติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว ที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน และให้แบบแผนของการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนงานแก้ไขให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ภูฒชัชยะ ภาควิชาชีวเคสียร์เทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูลกรณ์ คุณนันทนา สันตจิตติ และ คุณสุนันทา ว่างานต์ ฝ่ายวิจัยวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณวนิดา จินศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ผล จากศูนย์ เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

ช

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิจกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตารางประกอบ	
สารบัญรูปประกอบ	
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 จุดประสงค์และขอบ เขตของการวิจัย	2
1.3 สถานที่ทำการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	3
1.6 ความเข้มข้นของตะกั่ว ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แมงกานีส และสารหนู ที่อนุญาตให้มีได้ในอากาศ	4
บทที่ 2 สารมลพิษบางชนิดในอากาศ	5
2.1 ตะกั่ว	5
2.2 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	9
2.3 สารหนู	11
2.4 แมงกานีส	12
2.5 สารมลพิษอื่น ๆ	13
บทที่ 3 การวิเคราะห์ธาตุด้วยวิธีการ เรืองรังสีเอกซ์	14
3.1 เทคนิคการวิเคราะห์ธาตุ	14
3.2 หลักการของวิธี เรืองรังสีเอกซ์	15
3.3 ความสัมพันธ์ของพลังงานรังสี เอกซ์กับความยาวคลื่น	15
3.4 ชนิดของรังสีเอกซ์	17
3.5 การจัด เรียงอิเล็กตรอนในวงโคจร	19
3.6 การเรียกชื่อรังสีเอกซ์ เฉพาะตัว	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.7 ฟลูออ เรสเซนซ์ยิลด์	23
3.8 อันตรกิริยาของรังสีเอกซ์กับวัตถุ	24
3.9 เครื่องวิเคราะห์แบบ เรืองรังสีเอกซ์	27
3.10 การวิเคราะห์คุณภาพ	35
3.11 การวิเคราะห์ปริมาณ	36
บทที่ 4 วัสดุ เครื่องมือ วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย	39
4.1 วัสดุและเครื่องมือวิจัย	39
4.2 ศึกษาความ เหมาะสมของ เครื่องวิเคราะห์	44
4.3 หาประสิทธิภาพในการตรวจจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	67
4.4 การเก็บตัวอย่างและผลการวิเคราะห์	70
4.5 ตัวอย่างการคำนวณ	78
บทที่ 5 สรุปวิจารณ์ผลการวิจัยและข้อ เสนอแนะ	81
5.1 บทสรุปและวิจารณ์	81
5.2 อุปสรรคในการวิจัย	84 84
5.3 ข้อ เสนอแนะ	84 84
เอกสารอ้างอิง	86 86
ภาคผนวก	87 87
ประวัติผู้เขียน	89 89

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1	13
3.1	20
3.2	21
3.3	30
3.4	36
4.1	48
4.2	50
4.3	57
4.4	59
4.5	63
4.6	64
4.7	64
4.8	65
4.9	69
4.10	71
4.11	73
4.12	74
4.13	75

สารบัญตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 ผลการตรวจวัดสารหนูและแมงกานีสที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข ลาดพร้าว	75
4.15 ผลการตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์ ไดออกไซด์ ในกรุงเทพมหานคร 4 แห่ง	76
5.1 สรุปขีดจำกัดในการวิเคราะห์ตะกั่ว แมงกานีส กำมะถัน และสารหนู	81



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
3.1 การกระตุ้นให้เกิดรังสีเอกซ์ เรืองแบบต่าง ๆ	16
3.2 การเกิดรังสีเอกซ์ต่อเนื่อง	17
3.3 สเปกตรัมของรังสีเอกซ์ต่อเนื่องและรังสีเอกซ์เฉพาะตัว	18
3.4 แสดงการแทนที่ว่างของอิเล็กตรอนในวงโคจร	21
3.5 การเกิด Auger Effect	23
3.6 ฟลูออเรสเซนซ์ ยิลด์	24
3.7 กราฟแสดงสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีเอกซ์ของตะกั่ว	26
3.8 หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์	28
3.9 แผนผังเครื่องวิเคราะห์ระบบ EDX	32
3.10 แสดงการเกิดคลื่นเสริมของรังสีเอกซ์	33
3.11 แผนผังเครื่องวิเคราะห์ระบบ WDX	34
3.12 กราฟแสดงความเข้มรังสีของเหล็กในโลหะผสมต่างชนิด	37
4.1 High Volume Air Sampler	40
4.2 แผนภาพเครื่องวิเคราะห์ระบบ EDX แบบใช้หัววัดพรอพอชันนัล	41
4.3 แผนภาพเครื่องวิเคราะห์ระบบ EDX แบบใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง	42
4.4 รูปเครื่องวิเคราะห์ JEOL model JSX-60PA	42
4.5 แผนผังเครื่องวิเคราะห์ JEOL model JSX-60PA	43
4.6 ลักษณะพีครังสีเอกซ์ เรืองของกำมะถัน เมื่อวัดด้วยหัววัดพรอพอชันนัล	45
4.7 แสดงการรบกวนของรังสีเอกซ์ เรืองของแคลเซียมจากกระดาศากรองต่อ รังสีเอกซ์ เรืองของกำมะถัน	45
4.8 แสดงลักษณะและตำแหน่งของพีครังสีเอกซ์ เรืองของตะกั่ว แมงกานีส และสารหนู เมื่อใช้หัววัดพรอพอชันนัล	46
4.9 แสดงการรบกวนของแมคคราวันต์ต่อรังสีเอกซ์ เรืองของแมงกานีส เมื่อใช้หัววัด พรอพอชันนัล คั่นกำเนิดรังสีแคดเมียม-109	47
4.10 แสดงการรบกวนของรังสีเอกซ์ เรืองของอาร์กอนจากอากาศต่อรังสีเอกซ์ เรือง ของกำมะถันที่ระยะต่าง ๆ	49

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้มรังสี เอกซ์ เรืองของกำมะถันกับปริมาณ กำมะถันบนกระดาศกรอง (หัววัดรังสีพรอพอนันต์)	51
4.12 ลักษณะและตำแหน่งของพีคของรังสี เอกซ์ เรืองของแมงกานีส ตะกั่ว และสารหนู เมื่อใช้หัววัด เจอร์มา เนียมบรสิลูทึสูง	53
4.13 เปรียบ เทียบพีคของรังสี เอกซ์ เรืองของแมงกานีส เมื่อ ใช้ต้นกำเนิด รังสีแคด เมียม-109 และพลูโท เนียม-238	54
4.14 เปรียบ เทียบส เปคตรัมของรังสี เอกซ์ เรืองของแมงกานีสกับแมคกราวนด์ เมื่อ ใช้ ต้นกำเนิดรังสีแคด เมียม-109 (ใช้หัววัด เจอร์มา เนียมบรสิลูทึสูง)	55
4.15 เปรียบ เทียบส เปคตรัมของรังสี เอกซ์ เรืองของแมงกานีสกับแมคกราวนด์ เมื่อ ใช้ ต้นกำเนิดรังสีพลูโท เนียม-238 (ใช้หัววัด เจอร์มา เนียมบรสิลูทึสูง)	56
4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้มรังสี เอกซ์ เรืองของตะกั่วกับปริมาณ ตะกั่ว เมื่อใช้หัววัด เจอร์มา เนียมบรสิลูทึสูง	58
4.17 ส เปคตรัมของรังสี เอกซ์ เรืองของตะกั่วจาก เครื่องวิเคราะห์ระบบ WDX	60
4.18 ส เปคตรัมของรังสี เอกซ์ เรืองของกำมะถันจาก เครื่องวิเคราะห์ระบบ WDX	61
4.19 ส เปคตรัมของรังสี เอกซ์ เรืองของแมงกานีสจาก เครื่องวิเคราะห์ระบบ WDX	61
4.20 ส เปคตรัมของรังสี เอกซ์ เรืองของสารหนู จาก เครื่องวิเคราะห์ระบบ WDX	62
4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้มรังสี เอกซ์ เรืองของตะกั่วกับปริมาณ ตะกั่ว (เครื่องวิเคราะห์ระบบ WDX)	65
4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้มรังสี เอกซ์ เรืองของกำมะถันกับปริมาณ กำมะถัน (เครื่องวิเคราะห์ระบบ WDX)	66
4.23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้มรังสี เอกซ์ เรืองของแมงกานีสกับ ปริมาณแมงกานีส (เครื่องวิเคราะห์ระบบ WDX)	66
4.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้มรังสี เอกซ์ เรืองของสารหนูกับปริมาณ สารหนู (เครื่องวิเคราะห์ระบบ WDX)	67
4.25 อุปกรณ์หาประสิทธิภาพในการจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	68
4.26 กราฟแสดงความ เข้มรังสี เอกซ์ เรืองของกำมะถันกับ เวลาในการดูอากาศที่มี ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 30 ไมโครกรัม	70

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.27	
สเปกตรัมของรังสีเอกซ์ เรืองของกำมะถันจากตัวอย่างกระดาษกรองที่ดูด	
อากาศบริเวณโรงไฟฟ้าถ่านหินลิกไนต์	72
4.28	
สเปกตรัมของรังสีเอกซ์ เรืองจากตัวอย่างกระดาษกรองที่ดูดอากาศบริเวณ	
ที่ทำการไปรษณีย์โทร เลขลาดพร้าว	77



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย