

การหาปริมาณธาตุที่มีในฝุ่นแขวนลอยในอากาศ
โดยใช้เทคนิคนิวตรอนแอกติเวชัน



นายวิชัย อนุรักษ์ถนอม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-584-947-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

31-33
42-44

DETERMINATION OF ELEMENTS IN SUSPENDED AIR
PARTICULATES BY NEUTRON ACTIVATION TECHNIQUE

MR. WICHAI ANURAKRUENON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF NUCLEAR TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1994

ISBN 974-584-947-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การหาปริมาณธาตุที่มีในฝุ่นแขวนลอยในอากาศ

โดยใช้เทคนิคนิวตรอนแอกติเวชัน

โดย

นายวิชัย อนุรักษ์ถนันทน์

ภาควิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย สุมิตร

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

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

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

วิจัย อนุรักษ์ฐานนท์ : การหาปริมาณธาตุที่มีในฝุ่นแขวนลอยในอากาศโดยใช้เทคนิค
นิวตรอนแอกติเวชัน (DETERMINATION OF ELEMENTS IN SUSPENDED AIR
PARTICULATES BY NEUTRON ACTIVATION TECHNIQUE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.อัครชัย สุมิตร
อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.นเรศร์ จันทน์ขาว, 82 หน้า. ISBN 974-584-947-2.

ในการวิจัยนี้เป็นการหาปริมาณธาตุหลักและธาตุรองบางชนิดในฝุ่นแขวนลอยในอากาศโดยใช้
เทคนิคนิวตรอนแอกติเวชัน ได้เก็บตัวอย่างฝุ่นจากอากาศ 13 ตัวอย่าง บริเวณหน้าศูนย์เครื่องมือวิจัย
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งอยู่ห่างจากถนนพญาไทประมาณ 100 เมตร และอีก
15 ตัวอย่างเก็บจากบริเวณโรงพยาบาลแม่เมาะและสำนักงานสาธารณสุขอำเภอสมปำด จังหวัดลำปาง
ซึ่งห่างจากโรงไฟฟ้าถ่านหินแม่เมาะประมาณ 1 กิโลเมตร การเก็บตัวอย่างทั้งหมดทำโดยใช้เครื่องเก็บ
ตัวอย่างอากาศปริมาณสูง นอกจากนี้ ยังได้ใช้เครื่องเก็บตัวอย่างปริมาณสูงแบบ PM_{10} เก็บตัวอย่างจาก
จังหวัดลำปางด้วย

ตัวอย่างและสารมาตรฐานอ้างอิง SL-1 ได้รับการอารรังสินิวตรอนซ้ำจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู
วิจัย TRIGA Mark III ที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ แล้วนำไปวัดรังสีแกมมาที่เกิดขึ้น นอกจากนี้
ยังได้นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ธาตุบางชนิดด้วย XRF, AA และ ICPS เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ ผลการ
วิจัยพบว่า ผลวิเคราะห์ด้วยวิธี NAA ให้ผลใกล้เคียงกับทั้งสามวิธี ตัวอย่างฝุ่นที่เก็บได้ทุกตัวอย่างพบธาตุ
ที่เป็นองค์ประกอบของดิน ได้แก่ เหล็ก ซิลิคอน อะลูมิเนียม โซเดียม โพแทสเซียม สแกนเดียม
แมงกานีสและพลวง และพบว่า ตัวอย่างที่เก็บในกรุงเทพฯ มีปริมาณวานาเดียมและสารหนูอยู่ในช่วง 50
ถึง 630 ไมโครกรัมต่อกรัม ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บจากจังหวัดลำปางมีวานาเดียมและสารหนูอยู่ในช่วง
น้อยกว่า 6 ไมโครกรัมต่อกรัม

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2537

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
.....

C418038 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD: AIR PARTICULATES/ NEUTRON ACTIVATION/AIR POLLUTION.

WICHAI ANURAKRUENON : DETERMINATION OF ELEMENTS IN SUSPENDED AIR PARTICULATES BY NEUTRON ACTIVATION TECHNIQUE. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. TATCHAI SUMITRA, Dr. Ing., NARES CHANKOW, M. Eng., 82 PP. ISBN 974-584-947-2


In this research, some major and trace elements in suspended air particulates were determined by using the neutron activation analysis (NAA) technique. Thirteen samples were collected in front of the Scientific and Technological Research Equipment Center (STREC) of Chulalongkorn University about 100 m from Payathai Road in Bangkok. Fifteen more samples were collected from the Mae Moh Hospital and from the Public Health Office of Soppad District which are located about 1 km from the Mae Moh Coal-Fired Power Station in Lampong Province.

The samples and the SL - 1 Standard Reference Material were irradiated with thermal neutrons from the TRIGA Mark III research reactor at the Office of atomic Energy for Peace prior to the gamma-ray measurement. For comparison, some elements were also analyzed by the x-ray fluorescence (XRF) technique, the atomic absorption spectroscopy (AA) and the Inductively Coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICPS). The results obtained from NAA were comparable to those obtained from the XRF, AA and ICPS. Common elements in soil i.e. Fe, Si, Al, Na, K, Sc, Mn and Sb were found in all samples. It was found that V and As in the samples collected in Bangkok were in the range of 50 to 630 $\mu\text{g/g}$ while the samples collected in Lampong Province contained $< 6 \mu\text{g/g}$ of V and As.

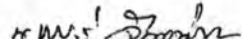
ภาควิชา..... นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ลายมือชื่อนิสิต..... 

สาขาวิชา..... นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 

ปีการศึกษา 2537

ลายมือชื่ออาจารย์ผู้พิมพ์..... 



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของรองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร และผู้ช่วยศาสตราจารย์นเรศร์ จันทน์ขาว ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ อาจารย์วัลลภ บุญคง อดีตรองเลขาธิการสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และคุณพิศาล ทังพิทยกุล ที่ได้ให้คำปรึกษา คำชี้แนะ คำแนะนำ ของงานวิจัยมาด้วยดีตลอด

ขอขอบคุณสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ ในการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณจุมพล ศิริสวัสดิ์ และเจ้าหน้าที่ กองคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ จังหวัดลำปาง ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	3
วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ลักษณะของฝุ่นละอองในบรรยากาศ.....	4
แหล่งที่มาของฝุ่นในบรรยากาศ.....	7
ชนิดของฝุ่นละออง.....	11
องค์ประกอบของฝุ่นละออง.....	14
ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อมนุษย์.....	15
บทที่ 3 ทฤษฎี.....	18
การวิเคราะห์โดยเทคนิคนิวตรอนแอกติเวชัน.....	18
ต้นกำเนิดนิวตรอน.....	18
ปฏิกิริยานิวเคลียร์.....	21
การเกิดและการสลายตัวของไอโซโทปรังสี.....	23

	สารบัญต่อ	หน้า
	การวิเคราะห์โดยเทคนิคนิวตรอนเอกติเวชัน.....	26
	ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี.....	27
	วิธีการหาปริมาณของธาตุโดยเทคนิคนิวตรอนเอกติเวชัน.....	28
บทที่ 4	วัสดุ อุปกรณ์ และการดำเนินการวิจัย.....	31
	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง.....	31
	อุปกรณ์ในการวัดรังสี.....	32
	ต้นกำเนิดนิวตรอน.....	33
	สารเคมีที่ใช้.....	41
	การดำเนินการวิจัย.....	41
บทที่ 5	ผลการวิจัย.....	53
	ผลการทดสอบความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์.....	53
	การวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นเชิงคุณภาพ.....	53
	ตัวอย่างฝุ่นละอองที่เก็บจากอากาศบริเวณศูนย์เครื่องมือวิจัย....	
	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	53
	การวิเคราะห์หาธาตุในตัวอย่างฝุ่นในอากาศ บริเวณศูนย์ เครื่องมือ	
	วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	65
	การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุในตัวอย่างฝุ่นในอากาศใน.....	
	จังหวัดลำปาง.....	66
บทที่ 6	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	74
	สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย.....	74
	ข้อเสนอแนะ.....	76

สารบัญต่อ

หน้า

รายการอ้างอิง.....	77
ภาคผนวก ก.....	79
ประวัติผู้เขียน.....	82

ตารางที่

หน้า

2.1	การแพร่กระจายของฝุ่นละออง.....	5
2.2	ลักษณะ เฉพาะ ของอนุภาคขนาดต่างๆจากแหล่งที่มาต่างๆกัน.....	6
2.3	ปริมาณการปล่อยฝุ่นละอองออกสู่สิ่งแวดล้อม ในประเทศสหรัฐอเมริกา ในแต่ละปี.....	8
2.4	ปริมาณการปล่อยฝุ่นละอองทั่วประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ.1968.	9
2.5	ฝุ่นซึ่งเกิดจากการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ.1968.....	9
2.6	อัตราการปล่อยสารมลพิษจากการสันดาปของเชื้อเพลิงต่าง ๆ.....	10
2.7	ปริมาณสารมลพิษอากาศจากแหล่งต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2525.....	11
2.8	แสดงองค์ประกอบของฝุ่น.....	14
3.1	ขีดต่ำสุดของการตรวจวิเคราะห์ของธาตุบางชนิดโดยวิธี นิวตรอนแอกติเวชัน.....	30
4.1	ปริมาณของธาตุต่างๆที่มีในสารมาตรฐานเปรียบเทียบ.....	45
4.2	คุณสมบัติทางนิวเคลียร์ของ ไอโซโทปกัมมันตรังสีต่างๆ.....	47
4.3	การอาบรังสีนิวตรอนและการนับรังสีแกมมาของสารตัวอย่าง.....	48
5.1	ผลการทดสอบความเชื่อถือได้ของการวิเคราะห์.....	59
5.2	ผลการวิเคราะห์โลหะปนเปื้อนในกระดาศกรองชนิดใยแก้ว.....	61
5.3	ผลการวิเคราะห์โลหะปนเปื้อนในกระดาศกรองเซลลูโลส.....	62
5.4	รายละเอียดของฝุ่นที่เก็บจากศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	63
5.5	ผลการวิเคราะห์ธาตุในฝุ่นบริเวณศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยวิธี NAA.....	64
5.6	ผลการวิเคราะห์ธาตุในฝุ่นบริเวณศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยวิธี WDX และ EDX.....	65
5.7	ผลการวิเคราะห์ธาตุในฝุ่นบริเวณศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยวิธี AAS.....	66
5.8	รายละเอียดตัวอย่างฝุ่นเก็บโดยเครื่อง PM ₁₀ Hi-vol.....	67
5.9	รายละเอียดตัวอย่างฝุ่นเก็บโดยเครื่อง Hi-Vol.....	69

5.10	ผลการวิเคราะห์ที่เก็บโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างแบบ PM ₁₀ Hi-Vol โดยวิธี NAA.....	71
5.11	ผลการวิเคราะห์ที่เก็บโดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างแบบ Hi-Vol โดยวิธี NAA.....	72
5.12	ผลการวิเคราะห์โดยวิธี AAS.....	73

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1	ระบบทางเดินหายใจ..... 15
รูปที่ 2.2	การตกตัวของฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ ภายในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ.....17
รูปที่ 4.1	รายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ของ High-volume air sampler แบบ B/M 2000 MX.....34
รูปที่ 4.2	ลักษณะภายในและภายนอกของเครื่อง High-volume air sampler แบบ B/M 2000 MX.....35
รูปที่ 4.3	แสดงส่วนเก็บตัวอย่าง Filter adaper และ Motor ของเครื่อง High volume air sampler รุ่น 2000 M.....36
รูปที่ 4.4	แสดงส่วนลักษณะ โครงสร้างของเครื่อง High volume air sampler รุ่น 2000 M.....37
รูปที่ 4.5	ลักษณะของเครื่องมือ และการไหลของอากาศของเครื่อง PM ₁₀ High volume air sampler.....38
รูปที่ 4.6	ส่วนประกอบของเครื่อง PM ₁₀ High volume air sampler....39
รูปที่ 4.7	ระบบการวัดรังสีแกมมา ด้วยหัววัดรังสีแกมมาชนิดสารกึ่งตัวนำ.....40
รูปที่ 4.8	การคำนวณหาจำนวนนับสุทธิ.....50
รูปที่ 4.9	ภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง และภาชนะนำสารเข้าอาบรังสีนิวตรอน...52
รูปที่ 5.1	แสดง Spectrum ของตัวอย่างหมายเลข 26 เก็บที่อำเภอสบป่าด เก็บโดย Hi-vol54
รูปที่ 5.2	แสดง Spectrum ของตัวอย่างหมายเลข 12 เก็บที่ ร.พ.แม่เมาะ โดย PM ₁₀ Hi-vol.....55
รูปที่ 5.3	แสดง Spectrum ของตัวอย่างหมายเลข 12 เก็บที่ ร.พ.แม่เมาะ โดย PM ₁₀ Hi-vol.....56
รูปที่ 5.4	แสดง Spectrum ของตัวอย่างหมายเลข 12 เก็บที่ ร.พ.แม่เมาะ โดย PM ₁₀ Hi-vol.....57
รูปที่ 5.5	แสดง Spectrum ของตัวอย่างหมายเลข 15 เก็บที่ อำเภอสบป่าด โดย Hi-vol.....58