สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์หาโลหะในอากาศบริเวณรอบๆ สนามบินสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีการอาบนิวตรอน

นาย วิวัฒน์ แสงเพ็ชร

วพ.
ว743ก
2549

เลขหมู่.....76639.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....3 S.A. 2550

b.....118 5093x.....
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา พ.ศ.2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE DETERMINATION OF METALS IN AIR AROUND SUVARNABHUMI AIRPORT BY NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS

Mr.Viwat Sangphet

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Bachelor Of Science

Department of Applied Physics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	การวิเคราะห์หาโลหะในอากาศบริเวณรอบๆ สนามบินสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีการอาบนิวตรอน
นักศึกษา	นาย วิวัฒน์ แสงเพ็ชร
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ – เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ปรีชา เทียนสมประสงค์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.กรองแก้ว ทิพยศักดิ์
	ดร.วรรณา วิมลวัฒนาภัณฑ์
	น.ส.ศรินรัตน์ วงษ์ลี

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ผศ.สาหร่าย เล็กชะอุ่ม	
กรรมการ	รศ.วิชาญ เตชิตธีระ	
กรรมการ	รศ.ดร.อารีย์ วิเชียรฉาย	
กรรมการที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ปรีชา เทียนสมประสงค์	
กรรมการที่ปรึกษาร่วม	ผศ.กรองแก้ว ทิพยศักดิ์	
	ดร.วรรณา วิมลวัฒนาภัณฑ์	
	น.ส.ศรินรัตน์ วงษ์ลี	

.....

(รองศาสตราจารย์วิชาญ เตชิตธีระ)

หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	การวิเคราะห์หาโลหะในอากาศบริเวณรอบๆ สนามบินสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีการอาบนิวตรอน
นักศึกษา	นาย วิวัฒน์ แสงเพ็ชร
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์-เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ปรีชา เทียนสมประสงค์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.กรองแก้ว ทิพยศักดิ์
	ดร.วรรณา วิมลวัฒนาภัณฑ์
	น.ส.ศรินรัตน์ วงษ์ลี

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หาโลหะในอากาศบริเวณรอบๆสนามบินสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีการอาบนิวตรอน ทำโดยการเก็บฝุ่นละอองด้วยเครื่อง High Volume Air Sampler โดยเลือกสถานที่สำหรับเก็บฝุ่นละอองอากาศ 2 แห่ง คือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล) กับ ที่เกริกวิทยาลัย โดยแบ่งการเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 ช่วง คือ ก่อนเปิดดำเนินการใช้สนามบิน (วันที่ 19-31 มกราคม 2549) และ หลังเปิดดำเนินการใช้สนามบิน (วันที่ 1-13 พฤศจิกายน 2549) พบว่า ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่เกริกวิทยาลัยหลังจากเปิดดำเนินการใช้สนามบินมีค่าลดลง ซึ่งคาดว่ามาจากการก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิและเกริกวิทยาลัยอยู่ใกล้สนามบินสุวรรณภูมิมากกว่าสจลแต่ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่สจลหลังจากเปิดดำเนินการใช้สนามบินมีค่าเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการคมนาคมที่มากขึ้นและการย้ายถิ่นของแรงงานหลังจากสนามบินสุวรรณภูมิเปิดดำเนินการ ซึ่งค่าเฉลี่ยต่อวันของฝุ่นละอองที่เกริกวิทยาลัยก่อนเปิดดำเนินการใช้สนามบินพบว่ามีค่าเท่ากับ 137.66 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นค่าที่เกินค่ามาตรฐาน(120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และส่งผลเสียต่อระบบทางเดินหายใจ ตัวอย่างฝุ่นละอองที่เตรียมเรียบร้อยแล้ว ถูกนำไปอาบนิวตรอนแล้วนำไอโซโทปรังสีที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยระบบวัดรังสีแกมมา โลหะที่พบได้แก่ Al Ca La Mg Mn Na Sc Th Ti และ V โลหะที่ตรวจพบส่วนใหญ่ ไม่พบความเปลี่ยนแปลง ยกเว้นธาตุ La Mn Na และ Th มีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังจากสนามบินสุวรรณภูมิเปิดดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Titie	The Determination of Metals in Air Around Suvarnabhumi Airport by Neutron Activation Analysis
Name	Mr.Viwat Sangphet
Department	Applied Physics Faculty of Science
Program	Applied Physics-Science and Industry Instrumentation
Academic Year	2006
Special Project Advisor	Assist.Prof.Dr.Preecha Teansomprasong
Special Project co-Advisor	Krongkaew Tittayasak
	Dr.Wanna Wimolwappanapun
	Miss Sarimrat Wonglee

ABSTRACT

Metals in air around Suvarnabhumi airport were investigated by Neutron Activation Analysis. The dust samples were collected using a high volume air sampler at 2 places,KMITL and Krirk College. The samples were collected for two periods, before and after the airport operating which were in January 2006 and November 2006 respectively. The result showed that the average dust quantity at Krirk College decreased after the airport opened. This might be attributed to the construction of the airport as Krirk College situates not very far from the airport. However the average dust quantity at KMITL increased after the airport opened. It may be attributed from higher number of motor vehicles and labors moving to this area. The average dust quantity per day at Krirk College ,before the airport opened, found was 137.66 $\mu g / m^3$. This quantity is over the standard value which is 120 $\mu g / m^3$ and can harm human respiratory system. The dusts collected were activated by neutron and the radioisotope samples were then analysed by the gamma ray spectroscopy. The metals found were Al, Ca, La, Mg, Mn, Na, Sc, Th, Ti, and V. The quantities of metal found were not change except La, Mn, Na, and Th were found increased after the airport opened.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาโครงงานพิเศษเรื่องการวิเคราะห์ธาตุโลหะในอากาศบริเวณรอบๆสนามบินสุวรรณภูมิ ด้วยวิธีการ Neutron Activation Analysis ในครั้งนี้จะไม่ประสบผลสำเร็จได้ถ้าไม่มีบุคคลเหล่านี้

ขอขอบคุณ ผศ.ดร. ปรีชา เทียนสมประสงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่เป็นแรงผลักดันทำให้เกิดโครงงานนี้และสอนสิ่งดีๆที่สามารถนำไปใช้กับอนาคตเช่น การมีสติในการทำงาน

ขอขอบคุณ ดร.วรรณา วิมลวัฒนาภัณฑ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงงานพิเศษที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กับ ผศ.กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงงานพิเศษที่ภาคเคมี คณะวิทยาศาสตร์ พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำและคอยตักเตือนการทำงานให้ได้เป็นผลสำเร็จ

ขอขอบคุณ น.ส.ศรินรัตน์ วงษ์ลี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงงานพิเศษที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งเป็นพี่เลี้ยงในการทำการทดลองทุกอย่างให้คำแนะนำต่างๆ อย่างดีและเป็นกันเองมาก

ขอขอบคุณ น.ส. กนกรส ถมปลิก น.ส. พุทธิมน ไกวัลอาภรณ์ และ น.ส.วรางคณา ประภาติกุล นักศึกษา ภาควิชา เคมี ที่ช่วยให้คำแนะนำในเรื่องกระดาษกรอง และการเก็บฝุ่นละออง

ที่สำคัญที่สุด ขอขอบคุณบิดา มารดา และ ครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจให้กำลังทรัพย์ และให้คำสอนต่างๆ ทำให้เราเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพของสังคม

นาย วิวัฒน์ แสงเพ็ชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 การวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบนิวตรอน	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การเก็บฝุ่นละออง	8
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้การวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบนิวตรอน	11
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	
4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ	18
4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณ	22
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	แสดงเวลาในการอาบรังสีนิวตรอนและเวลาในการวัดรังสีแกมมา	15
ตารางที่ 4.1	แสดงปริมาณฝุ่นละอองตัวอย่างรวมที่สจล	16
ตารางที่ 4.2	แสดงปริมาณฝุ่นละอองตัวอย่างรวมที่เกริกวิทยาลัย	16
ตารางที่ 4.3	ไอโซโทปและพลังงานของรังสีแกมมาที่พบในฝุ่นละอองตัวอย่าง	17
ตารางที่ 4.4	แสดงชนิดของไอโซโทปรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้นในฝุ่นละอองตัวอย่าง	19
ตารางที่ 4.5	แสตงชนิดของไอโซโทปรังสีที่มีครึ่งชีวิตปานกลางในฝุ่นละอองตัวอย่าง	20
ตารางที่ 4.6	แสดงชนิดของไอโซโทปรังสีที่มีครึ่งชีวิตยาวในฝุ่นละอองตัวอย่าง	21
ตารางที่ 4.7	แสดงปริมาณของธาตุ Al Ca La Mg และMn ที่ตรวจพบในฝุ่นละอองตัวอย่าง	23
ตารางที่ 4.8	แสดงปริมาณของธาตุ Na Sc Th Ti และV ที่ตรวจพบในฝุ่นละอองตัวอย่าง	24
ตารางที่ 4.9	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณโลหะต่างๆในฝุ่นละอองตัวอย่าง	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 3.1	แผนผังแสดงตำแหน่งของสจลซึ่งตั้งอยู่ทางทิศเหนือของสนามบินสุวรรณภูมิ และเกริกวิทยาลัยซึ่งตั้งอยู่ทางทิศใต้ของสนามบินสุวรรณภูมิ	8
รูปที่ 3.2	บริเวณเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองณ ลานคบเพลิงของสนามกีฬาสจล	9
รูปที่ 3.3	บริเวณเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในเกริกวิทยาลัย	9
รูปที่ 3.4	ท่ออาบรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย	11
รูปที่ 3.5	ท่ออาบรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย	12
รูปที่ 3.6	แผนผังแสดงการจัดเครื่องมือ	13
รูปที่ 3.7	รูประบบวัดรังสีแกมมา	13
รูปที่ 3.8	หัววัดรังสี HPGe	14
รูปที่ 4.1	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Na กับ Mg	26
รูปที่ 4.2	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Na กับ Mg	26
รูปที่ 4.3	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Al กับ Ca	27
รูปที่ 4.4	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Al กับ Ca	27
รูปที่ 4.5	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Sc กับ La	28
รูปที่ 4.6	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Sc กับ La	28
รูปที่ 4.7	กราฟแสดงปริมาณธาตุ V กับ Mn	29
รูปที่ 4.8	กราฟแสดงปริมาณธาตุ V กับ Mn	29
รูปที่ 4.9	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Th	30
รูปที่ 4.10	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Th	30
รูปที่ 4.11	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Ti	31
รูปที่ 4.12	กราฟแสดงปริมาณธาตุ Ti	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ

ปัจจุบันกรุงเทพฯ มีการดำเนินกิจกรรมที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจำนวนมาก เช่น การเพิ่มขึ้นของโรงงานอุตสาหกรรม การขยายตัวของกิจกรรมการขนส่งและคมนาคม ทำให้ปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะการก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิในเขตลาดกระบัง ซึ่งหากไม่มีการควบคุมหรือตรวจสอบคุณภาพอากาศเพื่อหาแนวทางการป้องกันและแก้ไข ให้ควบคู่ไปกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจดังกล่าว พื้นที่แถบชานเมืองนี้อาจจะมีฝุ่นละอองเฉลี่ยมากกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ในระยะเวลา 24 ชม.)

สารที่ก่อมลพิษในอากาศที่สำคัญในขณะนี้ คือ โลหะหนัก, ซึ่งเป็นปัญหาต่อสุขภาพของมนุษย์ โลหะหนักในอากาศซึ่งมาจากน้ำมันที่ใช้กับยานพาหนะจะมีเลขอะตอมมากกว่า 23

โครงงานพิเศษนี้จะศึกษาปริมาณโลหะในอากาศที่คาดว่าจะมีเพิ่มขึ้นเมื่อสนามบินสุวรรณภูมิได้เปิดดำเนินการใช้งาน โดยจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะโดยการแปรสภาพสารให้กลายเป็นสารกัมมันตรังสีด้วยการอาบนิวตรอน (Neutron Activation Analysis , NAA)

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุโดยเทคนิค NAA
2. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นและชนิดของโลหะในอากาศบริเวณใกล้สนามบินสุวรรณภูมิ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในอากาศบริเวณรอบๆท่าอากาศสุวรรณภูมิก่อนและหลังการเปิดใช้สนามบิน โดยเลือกสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล) และเกริกวิทยาลัย เป็นสถานที่เก็บฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน / เดือน	ม.ค. 2549	ก.พ. 2549	มี.ค. 2549	เม.ย. 2549	พ.ค. 2549	มิ.ย. 2549	ก.ค. 2549	ส.ค. 2549	ก.ย. 2549	ต.ค. 2549	พ.ย. 2549	ธ.ค. 2549	ม.ค. 2550	ก.พ. 2550
1. เก็บตัวอย่างฝุ่น	■										■			
2. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและทำการทดลอง			■	■	■	■	■	■	■	■	■			
3. สรุปผลการทดลอง และ เขียนรายงาน											■	■	■	■

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้ถึงเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุด้วยด้วยวิธี NAA
2. ทราบถึงสภาพของอากาศบริเวณรอบๆท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ก่อนและระหว่างเปิดใช้สนามบิน
3. ทราบชนิดและปริมาณของโลหะในอากาศบริเวณรอบๆท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

ไอโซโทป หมายถึง ธาตุชนิดเดียวกันแต่มีน้ำหนักอะตอม ต่างกันเนื่องมาจากความแตกต่างของจำนวนนิวตรอนที่อยู่ภายในนิวเคลียส ตัวอย่างเช่น ออกซิเจนที่เราหายใจอยู่ทุกวันนี้จะมีไอโซโทปถึง 3 ชนิด คือ O-16 O-17 และ O-18 เป็นต้น ไอโซโทปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ไอโซโทปที่เสถียร (stable isotope) และไอโซโทปที่ไม่เสถียร(unstable isotope) ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ไอโซโทปรังสี (radioisotope) ไอโซโทปที่เสถียรคือ ไอโซโทปที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ พวกนี้จะมีความเสถียรและโดยปกติจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ส่วนไอโซโทปรังสี คือไอโซโทปที่ไม่เสถียรจะสลายตัว ด้วยการปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปของรังสี ได้แก่ รังสีแอลฟา เบตาและ แกมมา ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของไอโซโทปนั้นๆ การวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบนิวตรอนเป็นการนำสารไอโซโทปธรรมดาไปอาบรังสีนิวตรอน นิวเคลียสของธาตุก็จะดูดกลืนนิวตรอนกลายเป็นสารไอโซโทปรังสีแล้วปล่อยรังสีออกมา จากปริมาณและค่าพลังงานของรังสีที่ปล่อยออกมาสามารถใช้วิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของธาตุได้

2.1 การวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบนิวตรอน

การวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบนิวตรอนเป็นการวิเคราะห์แบบไม่ทำลาย (Non-destructive Analysis) สารตัวอย่างและสารมาตรฐานที่รู้น้ำหนัก ถูกนำเข้าอาบรังสีพร้อมกัน แล้ววัดกัมมันตภาพรังสีของสารทั้งสองชนิด ปริมาณธาตุที่ต้องการวิเคราะห์สามารถคำนวณหาได้จากสมการต่อไปนี้ (ดูหัวข้อ 2.1.2)

$$\frac{\text{น้ำหนักของธาตุในสารตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักของธาตุในสารมาตรฐาน}} = \frac{\text{ปริมาณรังสีจากธาตุในสารตัวอย่าง}}{\text{ปริมาณรังสีจากธาตุในสารมาตรฐาน}}$$

เมื่อนิวตรอนถูกดูดกลืนโดยนิวเคลียสของธาตุอัตราการเกิดไอโซโทปรังสี (Activation rate : A) จะเป็นไปตามสมการ (2.1)

$$A = \sigma\phi N \qquad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่อาบนิวตรอนไอโซโทปรังสีที่เกิดขึ้น มีการสลายตัวด้วยดังนั้น อัตราการผลิตสุทธิของไอโซโทปรังสี (Production rate) จึงเป็นผลต่างของอัตราการเกิดกับอัตราการสลายดังสมการที่ (2.2)

$$Production\ \ rate\ =\ Activation\ \ rate - Decay\ \ rate$$

หรือ $$\frac{dN^*}{dt} = \sigma\phi N - \lambda N^* \qquad (2.2)$$

เมื่อ N^* คือ จำนวนอะตอมของไอโซโทปรังสีณเวลาหนึ่ง

λ คือ ค่าคงที่ในการสลายตัวของไอโซโทปรังสี

N คือ จำนวนอะตอมของสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

Φ คือ ความเข้ม หรือฟลักซ์ของนิวตรอน ($n/cm^2.sec$)

σ คือ ภาคตัดขวางของการดูดกลืนนิวตรอน (neutron absorption cross section)

ถ้าใช้เวลาในการอาบนิวตรอนด้วยเวลา t_i เมื่อ $t_i = 0$, $N^*(0) = 0$ ทำการอินทิเกรตสมการที่ (2.2) จะได้จำนวนอะตอมของไอโซโทปรังสีดังสมการ (2.3)

$$N^*(t_i) = \frac{\sigma\phi N}{\lambda}\left(1 - e^{-\lambda t_i}\right) \qquad (2.3)$$

ดังนั้นเราจะได้

$$A(t_i) = \lambda N^*(t_i) = \sigma\phi N\left(1 - e^{-\lambda t_i}\right) \qquad (2.4)$$

ด้านซ้ายมือของสมการ (2.4) คือ กัมมันตรังสี (activity) ของไอโซโทปรังสีที่เวลา t_i ใดๆ

ถ้าเวลาผ่านไป t_d ก่อนทำการวัดรังสี ค่ากัมมันตภาพรังสีจะลดลงตามกฎการสลายตัว และมีค่าเป็น

$$A(t_d) = A(t_i)e^{-\lambda t_d}$$

ดังนั้น $$A(t_d) = \sigma\phi N\left(1 - e^{-\lambda t_i}\right)e^{-\lambda t_d} \qquad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคำจำกัดความของ Avogadro's Number ธาตุมีน้ำหนัก W จะมีจำนวนอะตอมเท่ากับ

$$N = \frac{WN_{av}}{A_W} \tag{2.6}$$

เมื่อ N คือ จำนวนอะตอมของธาตุ

W คือ น้ำหนักของธาตุ

N_{av} คือ Avogadro's number (6.02×10^{23} อะตอม/โมล)

A_W คือ น้ำหนักอะตอมของธาตุ

ประสิทธิภาพสัมบูรณ์โฟโตพีค*(Absolute Photopeak Efficiency: ε)* ของหัววัดรังสีมีค่าเท่ากับ

$$\varepsilon = \frac{R}{A(t)I_r} \tag{2.7}$$

เมื่อ R คือ อัตรานับของรังสีแกมมาที่พลังงาน E

$A(t)$ คือ ค่ากัมมันตภาพของต้นกำเนิดรังสี

I_r คือ ความเข้มสัมบูรณ์ของรังสีแกมมาที่พลังงาน E

จากสมการ (2.5),(2.6) และ (2.7) อัตราการนับของรังสีแกมมาที่พลังงาน E จะมีค่าเป็น

$$R = \varepsilon I_r \frac{WN_{av}}{A_W}\sigma\phi(1-e^{-\lambda t_i})e^{-\lambda t_d} \tag{2.8}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาว่าธาตุที่มีในสารตัวอย่างประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง โดยนำสารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ไปอาบนิวตรอน ไอโซโทปเสถียรในสารตัวอย่างจะดูดกลืนนิวตรอนกลายเป็นไอโซโทปรังสี แล้ววัดหาค่าพลังงานของรังสีที่ปล่อยออกมาและอายุครึ่งชีวิตด้วยระบบการนับวัดรังสีที่เหมาะสม จะสามารถหาชนิดของธาตุที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง โดยการเปรียบเทียบ ค่าพลังงานของรังสีแกมมาที่วัดได้กับค่าในฐานข้อมูลมาตรฐาน (Gamma Ray Catalogue) ก็จะสามารถหาชนิดของธาตุที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้

2.1.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis)

การวิเคราะห์เชิงปริมาณเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณธาตุในสารตัวอย่าง วิธีการที่นิยมใช้ ได้แก่วิธีการเปรียบเทียบ (Comparative Method) กับสารมาตรฐานซึ่งรู้ปริมาณที่แน่นอนของธาตุองค์ประกอบ โดย การนำสารตัวอย่างและสารมาตรฐานไปอาบรังสีพร้อมกันด้วยเวลา t_i โดยมีเงื่อนไขของสภาวะเวลาและตำแหน่งที่เหมือนกันทุกอย่าง แล้วนำไปวัดหาปริมาณรังสีแกมมาที่ถูกปล่อยออก

ถ้าให้ X และ S แทนสารตัวอย่างและสารมาตรฐานตามลำดับ จากสมการที่ (2.8) อัตรานับของสารตัวอย่างและสารมาตรฐานจะมีค่าตามสมการ (2.9) กับ (2.10) ตามลำดับ

$$R_X = \varepsilon I_r \frac{W_x N_{av}}{A_w} \sigma\phi(1-e^{-\lambda t_i})e^{-\lambda t_{d_1}} \qquad (2.9)$$

$$R_S = \varepsilon I_r \frac{W_s N_{av}}{A_w} \sigma\phi(1-e^{-\lambda t_i})e^{-\lambda t_{d_2}} \qquad (2.10)$$

โดย t_{d_1} และ t_{d_2} เป็นเวลาที่ผ่านไปก่อนไอโซโทปรังสีของสารตัวอย่างและสารมาตรฐานตามลำดับ จะถูกตรวจนับปริมาณรังสีแกมมา เมื่อหารสมการที่ (2.9) ด้วยสมการที่ (2.10) จะได้ค่าน้ำหนักของธาตุในสารตัวอย่างเป็น

$$W_x = \frac{W_s R_x e^{-\lambda t_{d_2}}}{R_s e^{-\lambda t_{d_1}}} \qquad (2.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า $t_{d_2} - t_{d_1} <<$ อายุครึ่งชีวิตของไอโซโทปรังสีที่วัด

$$e^{-\lambda t_{d_2}} \cong e^{-\lambda t_{d_1}}$$

ดังนั้น

$$W_X = \frac{W_s R_x}{R_s} \qquad (2.12)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในอากาศมี 2 ขั้นตอน คือ การเก็บฝุ่นละออง และการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะ โดยเทคนิค NAA

3.1 การเก็บฝุ่นละออง

3.1.1. สถานที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

เนื่องจากฝุ่นที่มีขนาดเล็กจะแพร่กระจายในอากาศและสามารถเล็ดลอดเข้าไปในระบบหายใจ ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลง สถานที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ในบรรยากาศ มี 2 แห่งได้แก่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กับ เกริกวิทยาลัย ดังแสดงในรูปที่ 3.1

รูป 3.1 แผนผังแสดงตำแหน่งของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังซึ่งตั้งอยู่ทางทิศเหนือของสนามบินสุวรรณภูมิและเกริกวิทยาลัยซึ่งตั้งอยู่ทางทิศใต้ของสนามบินสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่บริเวณลานคบเพลิงของสนามกีฬาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กับเกริกวิทยาลัย ดังกล่าวเป็นสถานที่เลือกเก็บฝุ่นเนื่องจากเป็นบริเวณที่สะดวก และ เหมาะสมต่อการติดตั้งซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสนามบิน
แสดงดังรูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3 ตามลำดับ

รูปที่ 3.2 บริเวณเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ณ ลานคบเพลิงของสนามกีฬาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รูปที่ 3.3 บริเวณเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในเกริกวิทยาลัย

3.1.2. ระยะเวลาการเก็บฝุ่นละออง

ระยะเวลาในการเก็บฝุ่นละออง มี 2 ช่วงเวลาคือ ก่อนเปิดดำเนินการใช้สนามบิน (ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2549 คือ ตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม 2549 ถึง วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2549) โดยวันที่ 19-24 มกราคม 2549 ทำการเก็บที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังส่วนวันที่ 26-31 มกราคม 2549 ทำการเก็บที่เกริกวิทยาลัยและหลังเปิดดำเนินการใช้สนามบิน (ช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 คือ ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2549 ถึง วันที่ 13 พฤศจิกายน 2549) โดยวันที่ 1-6 พฤศจิกายน 2549 ทำการเก็บที่เกริกวิทยาลัยส่วนวันที่ 8-13 พฤศจิกายน 2549 ทำการเก็บที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3. วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

เก็บฝุ่นละอองด้วยเครื่อง High Volume Air Sampler ที่อัตราการไหล70 ลบ.ม. /ชม. โดยใช้กระดาษกรองควอทซ์ขนาด 22.8×18 ตารางเซนติเมตร ก่อนที่กระดาษกรองจะถูกนำไปกรองอากาศเพื่อเก็บฝุ่นละอองเพื่อนำมาวิจัยนั้นกระดาษกรองถูกตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีรอยฉีกขาดด้วยแสง กระดาษกรองที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะถูกเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติ ที่อุณหภูมิ (15-30)± 3 °C ความชื้น (20 – 45) ±5 % เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นก็นำกระดาษ ติดตั้งในเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นโดยเก็บฝุ่นละอองที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (เนื่องจากฝุ่นอะอองที่มีขนาดเล็กเล็กกว่า 10 ไมครอนจะสามารถเข้าไปในระบบทางเดินหายใจได้) ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นและบันทึกข้อมูลต่างๆได้แก่ เวลาที่เก็บตัวอย่าง อัตราการไหล(70 ลบ.ม./ชม.) การเก็บตัวอย่างทำการเก็บครั้งละ 24 ชั่วโมง เมื่อครบ24 ชั่วโมง กระดาษถูกนำออกมาพับครึ่งหนึ่งตามแนวยาว โดยให้ด้านที่มีฝุ่นเข้าหากัน เก็บกระดาษกรองใส่ในถุงซิป และนำไปเก็บในตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (วิธีการเดียวกับก่อนเก็บตัวอย่าง) นำกระดาษกรอง มาตัดแบ่งเป็น 12 ส่วน เท่า ๆ กัน นำหนึ่งส่วนไปวิเคราะห์ด้วยวิธี NAA และนำส่วนที่เหลือไปใช้ในการวิเคราะห์หลายๆแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้การวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบนิวตรอน

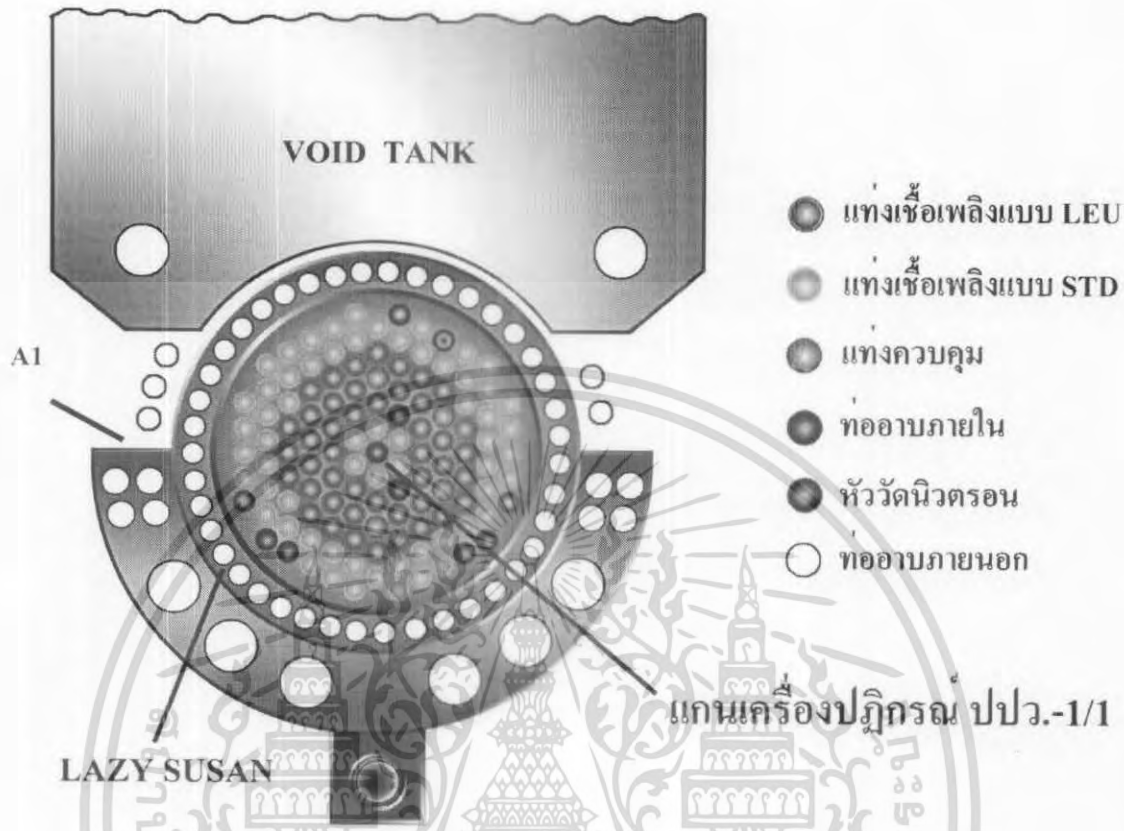
ฝุ่นตัวอย่างที่เตรียมได้ถูกนำเข้าไปอาบนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย (ปปว-1/1) ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติจากนั้นทำการตรวจวัดปริมาณรังสีที่เกิดขึ้นด้วยระบบวัดรังสีแกมมา

3.2.1.ระบบการอาบนิวตรอน

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย (ปปว-1/1) ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เป็นตัวกำเนิดนิวตรอนที่ได้จากปฏิกิริยาการแตกตัวแบบลูกโซ่ของU-235ซึ่งใช้เป็นแท่งเชื้อเพลิงในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย โดยจะต้องนำสารตัวอย่างที่เตรียมแล้วเข้าอาบนิวตรอนภายในเครื่องปฏิกรณ์ฯ ในตำแหน่งปลายท่ออาบ ในขณะที่เครื่องทำงานที่กำลัง 1MW ซึ่งมีค่าเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์สูงสุดประมาณ 2.4×10^{13} n/cm^2-scc โดยใช้ท่ออาบรังสีจำนวน 2 ท่อ ได้แก่ ท่อ A1 (ใช้วิเคราะห์ไอโซโทปรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตสั้น)กับ ท่อ Lazy Susan (ใช้วิเคราะห์ไอโซโทปรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตปานกลางและยาว)
ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ รูปที่ 3.5

รูปที่ 3.4 ท่ออาบรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

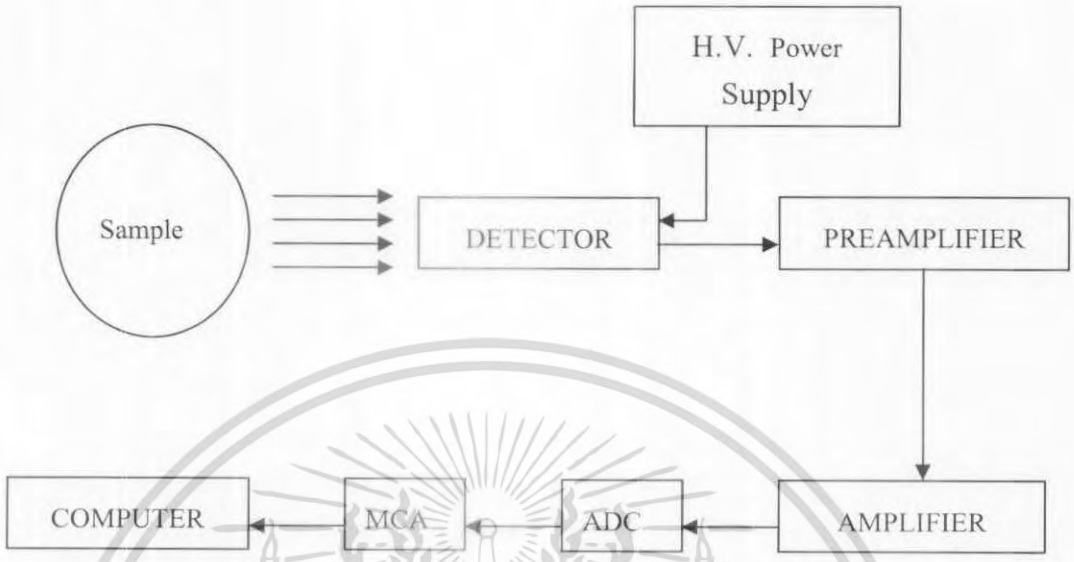


รูปที่ 3.5 ท่ออาบรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย

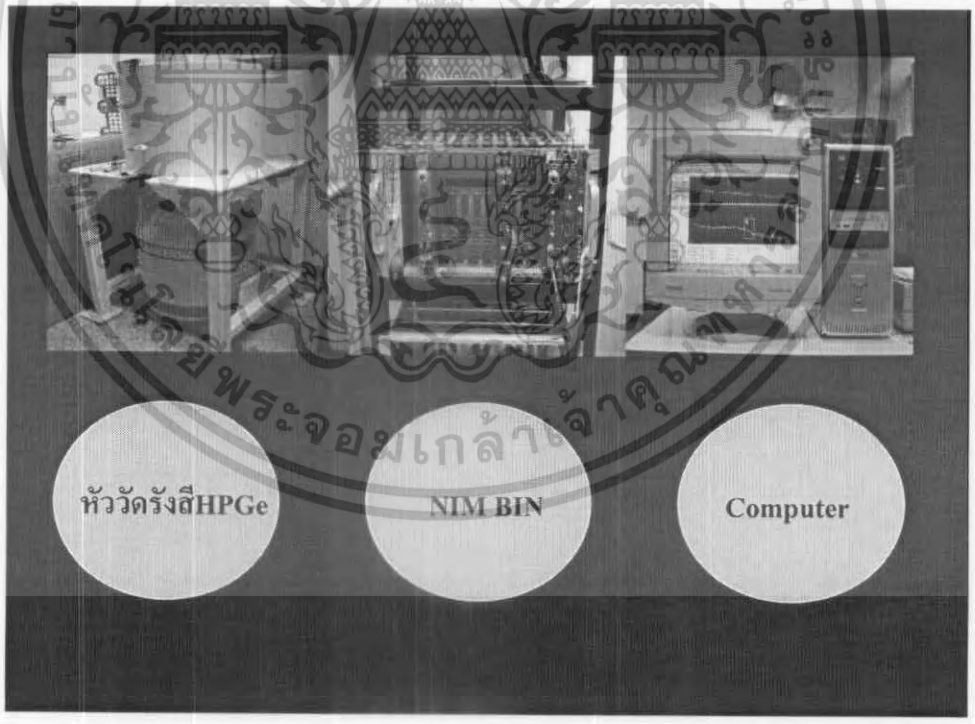
3.2.2. ระบบวัดรังสีแกมมา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดรังสีประกอบด้วย หัววัดรังสีแกมมา HPGe Detector (High-Purity Germanium) และ Conventional Electronics Equipment ซึ่งเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์อีกทอดหนึ่ง เพื่อรวบรวมข้อมูล และ แสดงผลทางจอภาพ ดังรูปที่ 3.6 และ รูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

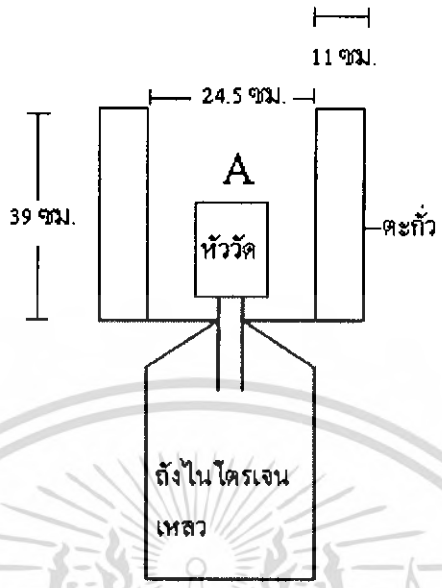


รูปที่ 3.6 แผนผังแสดงการจัดเครื่องมือ



รูปที่ 3.7 รูประบบวัดรังสีแกมมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 หัววัดรังสี HPGe

หัววัดรังสีที่ใช้ เป็นหัววัดรังสีแบบหลุม โดยใช้สารกึ่งตัวนำ ผลึกเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ (Well Type – High Purity Germanium) ยี่ห้อ Canberra โมเดล GCW 1522 ผลึกเจอร์มาเนียมมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 53 มม. ยาว 53 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางหลุม 16 มม. ลึก 40 มม. ค่ากำลังแยก(resolution)ของหัววัดเท่ากับ 2.2 keV ค่าประสิทธิภาพของหัววัดเท่ากับ 15% ที่พลังงาน 1.33 MeV หัววัดรังสีนี้ทำงานด้วยค่าแรงดันไฟเลี้ยง 2000 โวลต์ (Operating Voltage) เมื่อมีรังสีแกมมาเข้ามาทำอันตรกิริยากับหัววัดสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะถูกขยายโดยภาคขยายสัญญาณเบื้องต้น (Preamplifier) และเครื่องขยายสัญญาณหลัก(Amplifier) และส่งต่อไปยังอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล(Analog to Digital Converter :ADC) จากนั้นจะส่งไปยังอุปกรณ์วิเคราะห์สัญญาณแบบหลายช่อง (MCA card)ในที่นี้ใช้ จำนวนช่อง 4,096 ช่อง โดยแสดงผลผ่านโปรแกรม Ginnie 2000 ในรูปที่ 3.8 A เป็นตำแหน่งที่ใช้วางตัวอย่างที่ต้องการตรวจวัดปริมาณรังสีแกมมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ขั้นตอนการทดลอง

การวิเคราะห์ฝุ่นละอองตัวอย่าง สารตัวอย่างและสารมาตรฐานที่ใช้มี 2 ชนิดคือ San Joaquin Soil(S) และ Marine Sediment(M) น้ำหนักสารมาตรฐานแต่ละตัวที่ใช้คือ 0.05 กรัม สารตัวอย่างและสารมาตรฐานถูกบรรจุในถุงพลาสติก Polyethylene พร้อมการปิดผนึกทั้ง 4 ด้าน เพื่อป้องกันไม่ให้ไอโซโทปรังสีไปปนเปื้อนหัววัดรังสี นำสารตัวอย่างและสารมาตรฐานไปอาบนิวตรอนพร้อมกันที่สภาวะเดียวกันที่ท่ออาบรังสี A1 โดยทำการวิเคราะห์ธาตุที่มีค่าครึ่งชีวิตสั้นจากการวัดปริมาณรังสีแกมมาโดยใช้ระบบวัดรังสีแกมมา และ นำไปอาบนิวตรอนพร้อมกันที่สภาวะเดียวกันที่ท่อ Lazy Susan ทำการวิเคราะห์ธาตุที่มีค่าครึ่งชีวิตปานกลางและยาว จากการวัดปริมาณรังสีแกมมาโดยใช้ระบบวัดรังสีแกมมาดังตารางที่ (3.1) นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ถึงชนิดและปริมาณของธาตุ (ค่าครึ่งชีวิตสั้น $t_{1/2}$ เป็นนาที-ชั่วโมง ,ค่าครึ่งชีวิตปานกลาง $t_{1/2}$ เป็นวัน,ค่าครึ่งชีวิตยาว $t_{1/2}$ เป็นเดือน-ปี)

ตารางที่ 3.1 แสดงเวลาในการอาบรังสีนิวตรอนและเวลาในการวัดรังสีแกมมา

ไอโซโทปรังสี	ท่ออาบรังสี	เวลาในการอาบรังสีนิวตรอน	เวลาในการสลายตัว	เวลาในการวัดรังสีแกมมา	ระยะระหว่างไอโซโทปรังสีกับหัววัด
ค่าครึ่งชีวิตสั้น	A1	2 นาที	10 นาที	5 นาที	5 ซม.
			30 นาที	5 นาที	5 ซม.
ค่าครึ่งชีวิตปานกลาง	Lazy Susan	10 ชั่วโมง	4 วัน	10 นาที	5 ซม.
ค่าครึ่งชีวิตยาว			13 วัน	40 นาที	0 ซม.(ติดหัววัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

เมื่อนำแผ่นกรองที่เก็บฝุ่นละอองเรียบร้อย ไปหาปริมาณฝุ่นละอองตัวอย่าง

แสดงดังตาราง4.1 (สจล) และ ตาราง4.2 (เกริกวิทยาลัย)

ตาราง 4.1 แสดงปริมาณฝุ่นละอองตัวอย่างที่เก็บเป็นเวลา 24 ชม.ที่สจล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง			
ก่อนเปิดใช้สนามบิน		หลังเปิดใช้สนามบิน	
ตัวอย่าง	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	ตัวอย่าง	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร
L1	69.84	L7	95.68
L2	79.03	L8	90.43
L3	74.00	L9	81.06
L4	64.25	L10	110.37
L5	63.95	L11	127.48
L6	75.58	L12	108.81
ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบน	71.11±6.18	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบน	102.31±16.60

ตาราง 4.2 แสดงปริมาณฝุ่นละอองตัวอย่างที่เก็บเป็นเวลา 24 ชม.ที่เกริกวิทยาลัย

เกริกวิทยาลัย			
ก่อนเปิดใช้สนามบิน		หลังเปิดใช้สนามบิน	
ตัวอย่าง	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	ตัวอย่าง	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร
G1	123.79	G7	101.65
G2	135.88	G8	85.64
G3	148.45	G9	73.15
G4	171.78	G10	65.61
G5	147.15	G11	86.58
G6	98.89	G12	111.84
ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบน	137.66±24.77	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบน	87.41±17.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เมื่อนำแผ่นกรองที่เก็บฝุ่นละอองเรียบร้อย ไปอาบรังสีและผ่านการตรวจวัดรังสีแกมมา พบว่ามีธาตุในฝุ่นละอองตัวอย่าง ดังแสดงใน ตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ไอโซโทปและพลังงานของรังสีแกมมาที่พบในฝุ่นละอองตัวอย่าง

ธาตุ	ไอโซโทป	ค่าครึ่งชีวิต	พลังงานของสีแกมมาที่ปล่อยออกมา (keV)
Al	^{28}Al	2.24 min	1779
As	^{76}As	26.32 h	559, 563, 657, 1216
Br	^{82}Br	35.3 h	618, 698, 776, 827
Ca	^{49}Ca	8.7 min	3084
Cl	^{38}Cl	37.3 min	1642, 2167
Cr	^{51}Cr	27.72 d	320
Fe	^{59}Fe	44.5 d	1099, 1293
I	^{128}I	25.0 min	442
K	^{42}K	12.36 h	1525
La	^{140}La	40.23 h	329, 1596
Mg	^{27}Mg	9.45 min	844, 1014
Mn	^{56}Mn	2.58 h	847, 1810
Na	^{24}Na	15 h	1369, 2754
Sb	^{124}Sb	60.2 d	1691
Sc	^{46}Sc	83.8 d	889, 1120
Th	^{233}Th	27 d	300, 312
Ti	^{51}Ti	5.8 min	320
V	^{52}V	3.76 min	1434
Zn	^{65}Zn	243.8 d	1114

76639

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

ฝุ่นละอองที่อาบนิวตรอนแล้วเมื่อนำไปตรวจสอบหาค่าพลังงานของรังสีแกมมาที่ถูกปล่อยออกมาก็จะบอกถึงไอโซโทปรังสีของธาตุที่มีอยู่ในฝุ่นละออง ซึ่งผลการวิเคราะห์แยกแสดงออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ไอโซโทปรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้น, ปานกลาง และ ยาว
ดังแสดงในตาราง 4.4, 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

หมายเหตุ

1. B1-B9 คือ กระดาษกรองก่อนนำไปเก็บตัวอย่าง
2. ก่อนเปิดใช้สนามบิน
(L1-L6 คือฝุ่นละอองตัวอย่าง เก็บที่สงขลาในระหว่างวันที่ 19-24 ม.ค. 2549
G1-G6 คือฝุ่นละอองตัวอย่าง เก็บที่เกริกวิทยาลัย ในระหว่างวันที่ 26-31 ม.ค. 2549)
3. หลังเปิดใช้สนามบิน
(G7-G12 คือฝุ่นละอองตัวอย่าง เก็บที่เกริกวิทยาลัย ในระหว่างวันที่ 1-6 พ.ย. 2549
L7-L12 คือฝุ่นละอองตัวอย่าง เก็บที่สงขลาในระหว่างวันที่ 8-13 พ.ย. 2549)

ใช้สัญญาลักษณ์ ข้อ 1-3 จะใช้สำหรับตารางที่ 4.4-4.8
สำหรับสัญญาลักษณ์ที่ใช้ตารางที่ 4.4- 4.6 เป็นดังนี้

/ = ธาตุที่พบได้ในสารตัวอย่าง
- = ธาตุที่ไม่พบในสารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4 แสดงชนิดของไอโซโทปรังสีที่มีครึ่งชีวิตสั้นในฝุ่นละอองตัวอย่าง

Isotope / Code	Al-28	Ca-49	Cl-38	I-128	K-42	Mg-27	Mn-56	Na-24	Ti-51	V-52
B_1	/	/	/	-	-	/	/	/	/	/
B_2	/	/	/	-	-	/	/	/	-	-
B_3	/	/	/	-	-	/	/	/	-	-
B_4	/	/	/	/	-	/	/	/	-	-
B_5	/	/	/	-	/	/	/	/	-	/
B_6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
B_7	/	/	/	/	/	/	/	/	-	/
B_8	/	/	/	-	/	/	/	/	-	-
B_9	/	/	/	-	/	/	/	/	-	-
L_1	/	/	/	/	-	/	/	/	/	/
L_2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
L_3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
L_4	/	/	/	/	-	/	/	/	-	/
L_5	/	/	/	-	-	-	/	/	-	/
L_6	/	/	/	/	-	/	/	/	/	/
G_1	/	/	/	-	-	/	/	/	/	/
G_2	/	/	/	-	/	/	/	/	/	/
G_3	/	/	/	-	-	/	/	/	/	/
G_4	/	/	/	-	-	/	/	/	/	/
G_5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G_6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G_7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G_8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
G_9	/	/	/	/	-	/	/	/	/	/
G_{10}	/	/	/	/	-	/	/	/	/	/
G_{11}	/	/	/	/	-	/	/	/	-	/
G_{12}	/	/	/	/	-	/	/	/	/	/
L_7	/	/	/	/	-	/	/	/	/	/
L_8	/	/	/	/	/	/	/	/	-	/
L_9	/	/	/	/	-	/	/	/	/	/
L_{10}	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
L_{11}	/	/	/	/	/	/	/	/	-	/
L_{12}	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5 แสดงชนิดของไอโซโทปรังสีที่มีครึ่งชีวิตปานกลางในฝุ่นละอองตัวอย่าง

Isotope / Code	As-76	Br-82	Cr-51	Fe-59	La-140	Th-233
B_1	-		/	/	/	/
B_2			/	/	/	/
B_3		-	/	/	/	/
B_4	-	-	/	/	/	/
B_5	-		/	/	/	/
B_6		-	/	/	/	/
B_7	/	-	/	/	/	/
B_8	-		/	/	/	/
B_9			/	/	/	/
L_1	-		/	/	/	/
L_2	-		/	/	/	/
L_3			/	/	/	/
L_4	/		/	/	/	/
L_5	/	/	/	/	/	/
L_6	-		/	/	/	/
G_1	-		/	/	/	/
G_2	/	-	/	/	/	/
G_3	/	-	/	/	/	/
G_4			/	/	/	/
G_5	-	-	/	/	/	/
G_6	/	/	/	/	/	/
G_7	/	/	/	/	/	/
G_8			/	/	/	/
G_9	/	/	/	/	/	/
G_{10}			/	/	/	/
G_{11}	-	-	/	/	/	/
G_{12}	/	/	/	/	/	/
L_7	/	/	/	/	/	/
L_8		-	/	/	/	/
L_9	-		/	/	/	/
L_{10}	/	/	/	/	/	/
L_{11}		-	/	/	/	/
L_{12}		-	/	/	/	/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6 แสดงชนิดของไอโซโทปรังสีที่มีครึ่งชีวิตยาวในฝุ่นละอองตัวอย่าง

Isotope / Code	Sb-124	Sc-46	Zn-65
B_1	/	/	/
B_2	/	/	/
B_3	/	/	/
B_4	-	/	/
B_5	/	/	/
B_6	/	/	/
B_7	/	/	/
B_8	/	/	/
B_9	-	/	/
L_1	/	/	/
L_2	/	/	/
L_3	/	/	/
L_4	/	/	/
L_5	/	/	/
L_6	/	/	/
G_1	/	/	/
G_2	/	/	/
G_3	/	/	/
G_4	/	/	/
G_5	/	/	/
G_6	/	/	/
G_7	/	/	/
G_8	/	/	/
G_9	/	/	/
G_{10}	/	/	-
G_{11}	/	/	/
G_{12}	/	/	/
L_7	/	/	/
L_8	/	/	/
L_9	/	/	/
L_{10}	/	/	/
L_{11}	/	/	/
L_{12}	/	/	/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ปริมาณรังสีที่วัดได้จากฝุ่นละอองตัวอย่างถูกนำไปคำนวณหาปริมาณของธาตุโดยอาศัยสมการที่2.12 ผลที่ได้สำหรับธาตุ Al, Ca, La, Mg, Mn, Na, Sc, Th, Ti, และ V แสดงอยู่ในตารางที่ 4.7-4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.7 แสดงปริมาณของธาตุ **Al Ca La Mg** และ **Mn** ที่ตรวจพบในฝุ่นละอองตัวอย่าง (หน่วย นาโนกรัม/ลบ.ม.)

ธาตุ / สารตัวอย่าง	Al	Ca	La	Mg	Mn
L1	47.25 ± 12.52	438.93 ± 212.94	4.78E-02 ± 3.90E-03	-	1.71 ± 0.16
L2	69.00 ± 25.65	153.96 ± 7.71	5.03E-02 ± 1.11E-02	13.79 ± 3.46	2.38 ± 0.00
L3	50.61 ± 5.19	56.25 ± 9.59	2.70E-02 ± 2.75E-02	-	1.43 ± 0.03
L4	56.51 ± 32.28	42.27 ± 26.34	4.33E-02 ± 6.99E-04	12.32 ± 8.71	1.08 ± 0.02
L5	57.09 ± 6.02	35.22 ± 39.77	4.47E-02 ± 8.73E-03	-	1.56 ± 0.07
L6	71.98 ± 213.03	61.53 ± 10.91	5.99E-02 ± 7.00E-03	3.23	2.03 ± 0.06
G1	192.90 ± 11.13	230.10 ± 51.88	1.20E-01 ± 1.42E-02	39.96 ± 15.12	5.83 ± 0.37
G2	182.32 ± 19.44	252.59 ± 47.56	1.49E-01 ± 2.55E-02	69.16 ± 4.16	5.40 ± 0.02
G3	141.88 ± 12.81	217.36 ± 71.78	8.23E-02 ± 1.35E-02	-	5.03 ± 0.10
G4	316.61 ± 9.44	533.26 ± 216.66	1.26E-01 ± 5.02E-03	28.20 ± 8.44	6.51 ± 0.35
G5	102.10 ± 30.54	250.91 ± 34.44	1.18E-01 ± 5.86E-03	37.66 ± 4.57	5.64 ± 0.36
G6	79.86 ± 32.71	147.72 ± 60.42	8.33E-02 ± 4.37E-03	22.88 ± 4.16	2.90 ± 0.26
G7	133.55 ± 12.52	274.06 ± 144.82	1.13E-01 ± 4.00E-03	39.33 ± 3.02	4.08 ± 0.37
G8	82.07 ± 25.65	134.37 ± 6.44	4.91E-02 ± 1.19E-02	19.63 ± 10.47	2.28 ± 0.23
G9	71.62 ± 5.19	86.98 ± 17.56	5.37E-02 ± 1.37E-03	37.09 ± 10.14	1.22 ± 0.11
G10	100.52 ± 32.28	115.16 ± 36.40	6.15E-02 ± 7.45E-04	-	1.24 ± 0.13
G11	118.37 ± 6.02	126.24 ± 19.98	6.48E-02 ± 1.30E-03	12.47 ± 7.85	2.67 ± 0.14
G12	260.90 ± 213.03	198.81 ± 60.64	1.07E-01 ± 2.35E-02	18.02 ± 25.36	3.93 ± 0.12
L7	33.01 ± 11.13	58.73 ± 45.75	4.09E-02 ± 1.04E-03	3.48 ± 3.82	5.74 ± 0.21
L8	73.70 ± 19.44	62.13 ± 8.77	4.53E-02 ± 1.88E-03	-	4.92 ± 0.13
L9	51.34 ± 12.81	87.62 ± 7.24	3.57E-02 ± 1.39E-02	34.03 ± 13.42	3.90 ± 0.30
L10	103.53 ± 9.44	240.73 ± 139.69	8.76E-02 ± 3.90E-03	-	4.49 ± 0.11
L11	86.84 ± 30.54	239.67 ± 66.87	1.10E-01 ± 5.81E-03	38.75 ± 3.83	5.38 ± 0.26
L12	126.08 ± 32.71	137.48 ± 63.64	9.37E-02 ± 1.57E-02	-	4.31 ± 0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.8 แสดงปริมาณของธาตุ **Na Sc Th Ti** และ **V** ที่ตรวจพบในฝุ่นละอองตัวอย่าง (หน่วย นาโนกรัม/ลบ.ม.)

ธาตุ / สารตัวอย่าง	Na	Sc	Th	Ti	V
L1	17.20 ± 2.59	9.829E-03 ± 4.355E-04	0.02	1.35 ± 2.30	1.18 ± 0.75
L2	24.05 ± 1.57	1.127E-02 ± 1.569E-03	0.03	5.63 ± 3.05	1.39 ± 0.22
L3	20.27 ± 1.72	9.042E-03 ± 5.226E-04	0.01	3.67 ± 3.72	1.11 ± 0.57
L4	15.09 ± 3.07	7.940E-03 ± 4.236E-04	0.01	-	1.18 ± 0.74
L5	13.40 ± 1.42	7.783E-03 ± 1.220E-03	0.02	-	1.12 ± 0.59
L6	9.29 ± 0.83	1.219E-02 ± 6.676E-04	0.01	-	2.23 ± 1.48
G1	37.49 ± 1.68	3.906E-02 ± 1.562E-03	0.06	6.07 ± 6.55	2.61 ± 1.47
G2	41.50 ± 2.49	2.994E-02 ± 1.020E-03	0.05	-	2.59 ± 1.62
G3	31.69 ± 1.08	3.162E-02 ± 9.683E-04	0.07	6.14 ± 7.21	2.69 ± 1.49
G4	55.50 ± 1.91	5.230E-02 ± 3.654E-03	0.11	-	4.12 ± 2.60
G5	49.77 ± 10.36	2.578E-02 ± 1.689E-03	0.04	2.85 ± 3.92	2.43 ± 1.31
G6	31.36 ± 1.36	1.554E-02 ± 6.505E-04	0.05	4.98 ± 3.66	0.49 ± 0.02
G7	32.40 ± 0.86	2.427E-02 ± 1.391E-03	0.02	10.32 ± 3.44	0.36 ± 0.10
G8	19.21 ± 0.49	1.452E-02 ± 8.860E-04	0.01	3.32 ± 4.00	0.28 ± 0.01
G9	19.81 ± 2.07	1.768E-02 ± 2.635E-03	0.02	-	0.29 ± 0.06
G10	22.70 ± 1.88	1.363E-01 ± 1.669E-01	0.03	7.53 ± 9.94	2.20 ± 2.95
G11	30.12 ± 1.32	1.710E-02 ± 5.602E-04	0.04	-	0.28 ± 0.03
G12	47.67 ± 0.94	2.330E-02 ± 1.774E-03	0.08	6.60 ± 5.13	0.26 ± 0.04
L7	31.61 ± 1.93	1.096E-02 ± 6.092E-04	-	37.24 ± 42.61	0.46 ± 0.51
L8	44.87 ± 1.69	1.338E-02 ± 8.958E-04	0.04	-	0.27 ± 0.08
L9	26.04 ± 4.47	1.349E-02 ± 7.180E-04	0.06	9.27 ± 2.09	0.14 ± 0.01
L10	38.80 ± 0.59	2.123E-02 ± 1.024E-03	0.06	-	0.53 ± 0.09
L11	38.69 ± 1.81	2.293E-02 ± 9.295E-04	0.06	-	0.46 ± 0.01
L12	39.93 ± 1.84	2.803E-02 ± 2.406E-03	0.06	-	0.51 ± 0.09

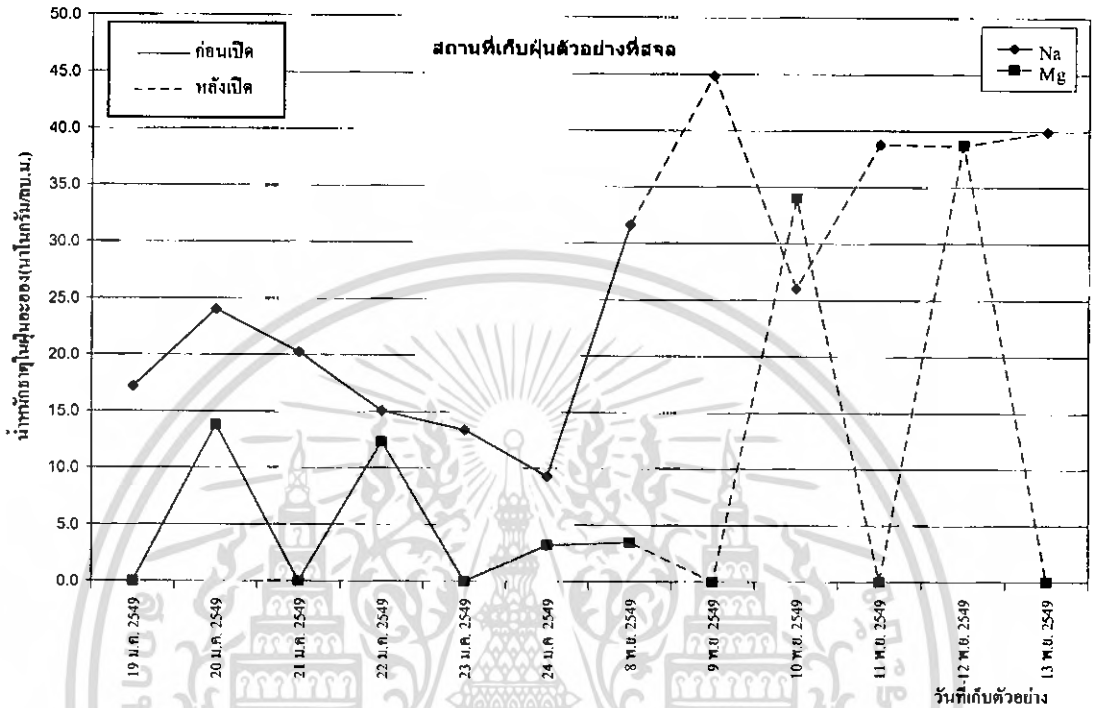
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณโลหะต่างๆในฝุ่นละอองตัวอย่าง

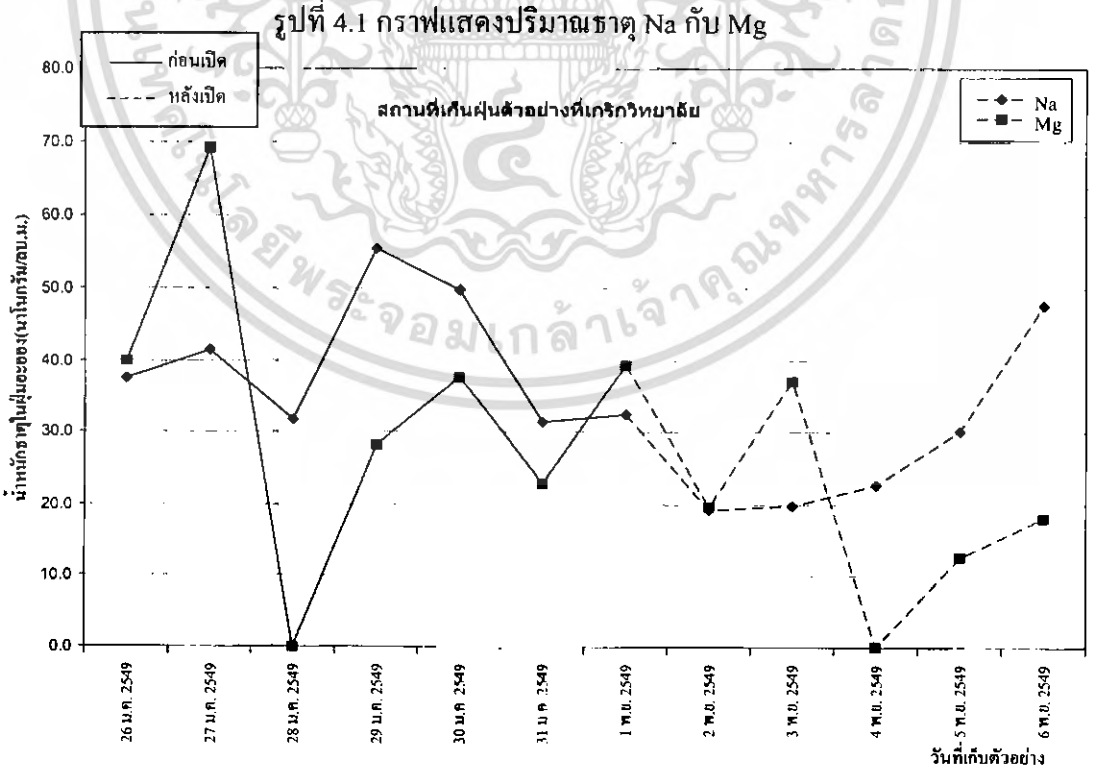
(หน่วย นาโนกรัม/ลบ.ม.)

สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง	ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง	Al	Ca	La	Mg	Mn	Na	Sc	Th	Ti	V
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ก่อนทำการเปิดสนามบิน	58.74	131.36	4.55E-02	9.78	1.70	16.55	9.68E-03	1.83E-02	3.55	1.37
	หลังทำการเปิดสนามบิน	79.08	137.73	6.89E-02	25.42	4.79	36.66	1.83E-02	5.36E-02	23.25	0.39
โรงเรียนเกริกวิทยาลัย	ก่อนทำการเปิดสนามบิน	169.28	271.99	1.13E-01	39.57	5.22	41.22	3.24E-02	6.16E-02	5.01	2.49
	หลังทำการเปิดสนามบิน	127.84	155.94	7.47E-02	25.31	2.57	28.65	3.89E-02	3.38E-02	6.94	0.61

เมื่อนำสารตัวอย่างผ่านการวิเคราะห์ผลด้วยระบบวัดรังสีแกมมา นำผลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณของธาตุต่างๆที่พบในสารตัวอย่าง นำค่าเฉลี่ยมาแสดงผลเป็นกราฟ (ดังรูปที่ 4.1-4.12)

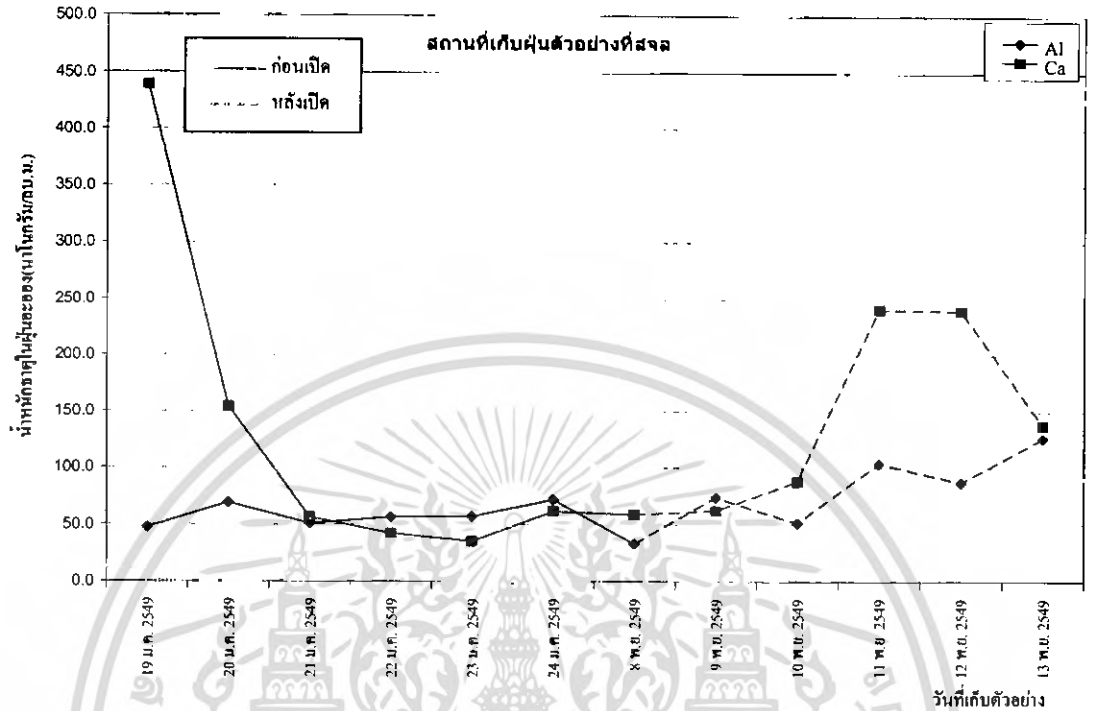


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Na กับ Mg

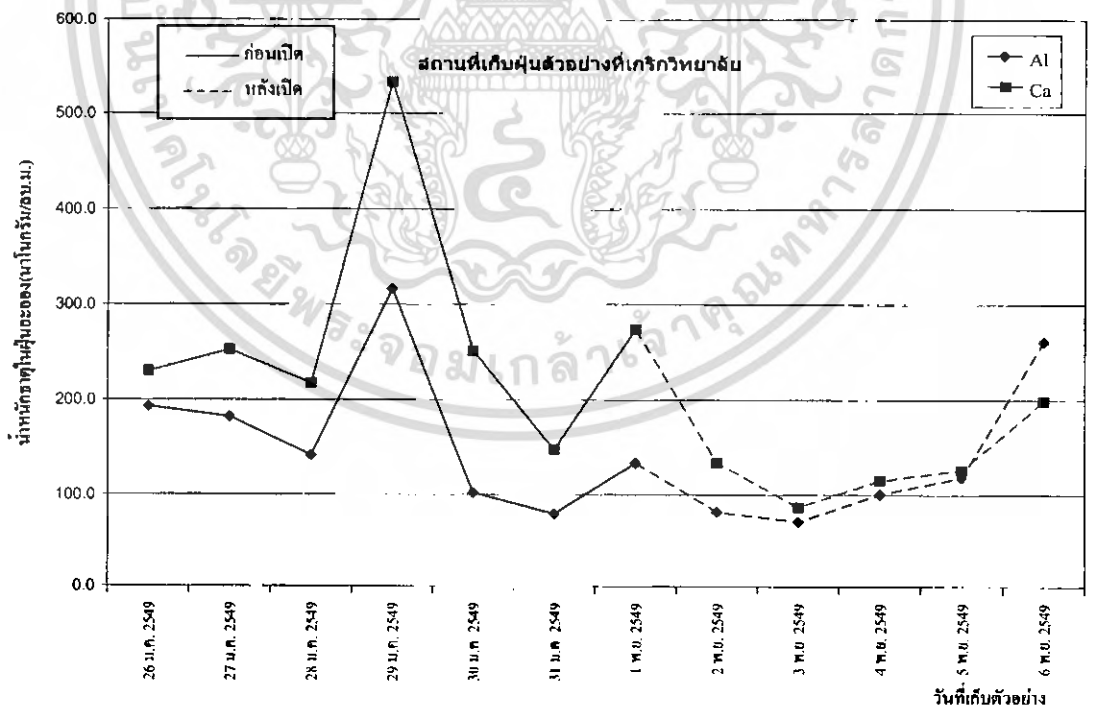


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Na กับ Mg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

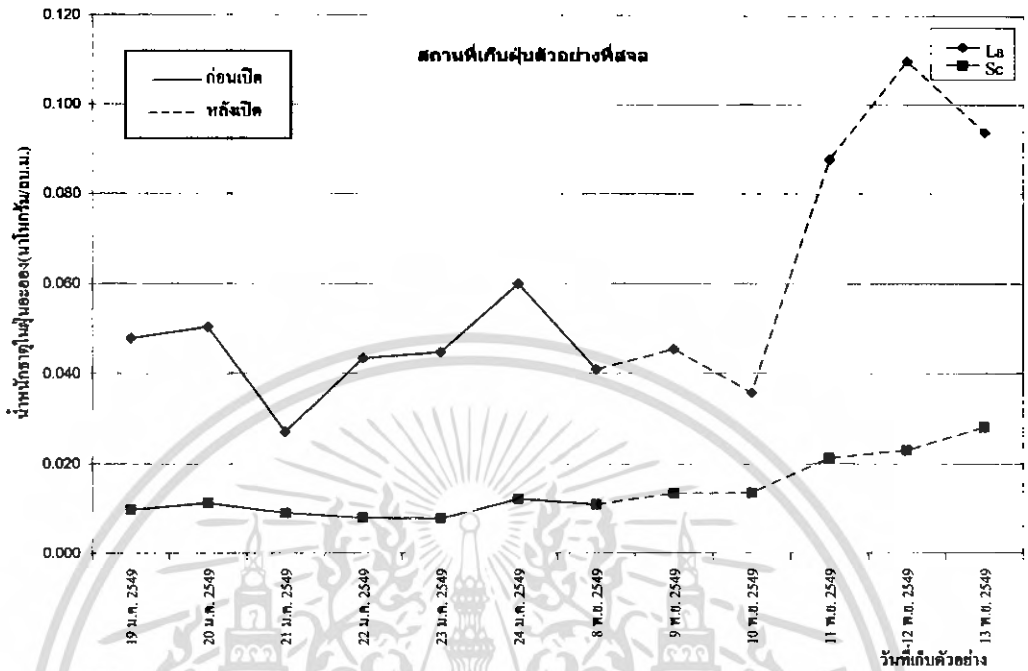


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Al กับ Ca

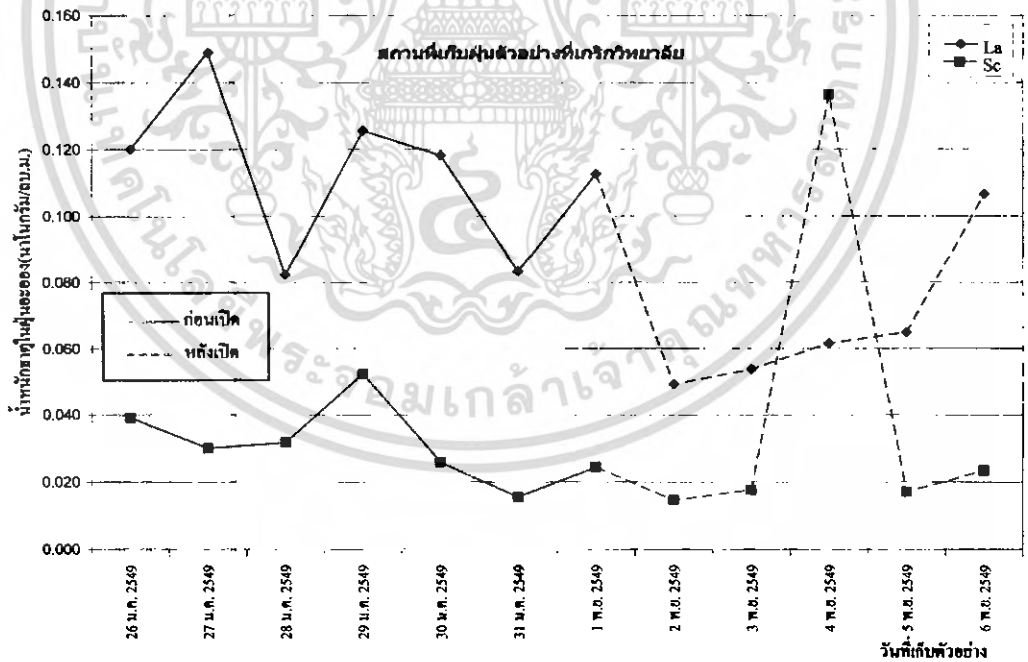


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Al กับ Ca

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

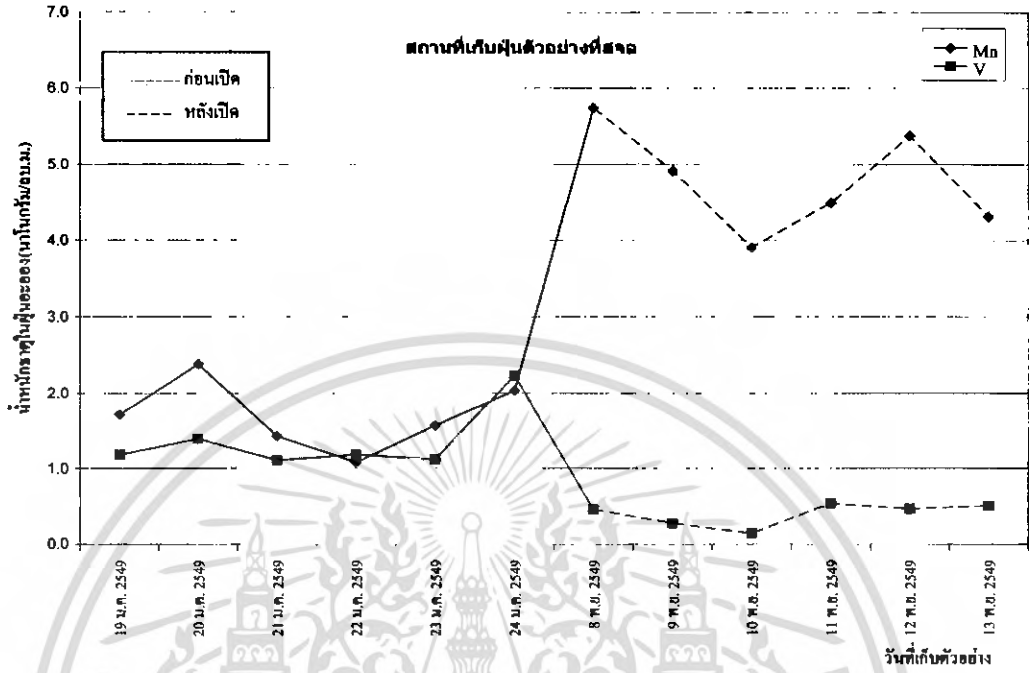


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Sc กับ La

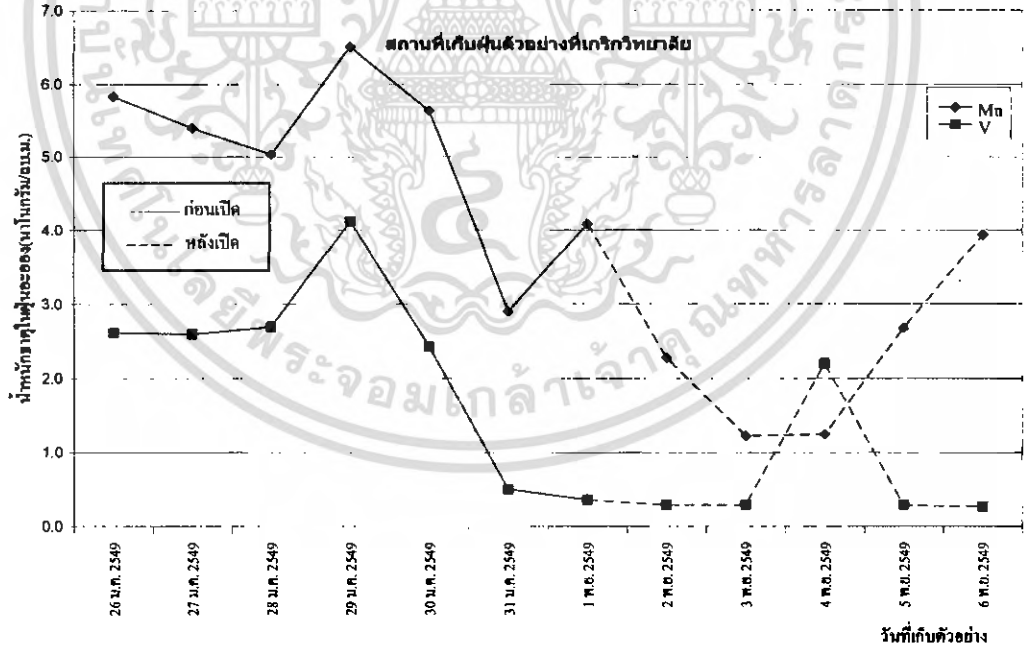


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Sc กับ La

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

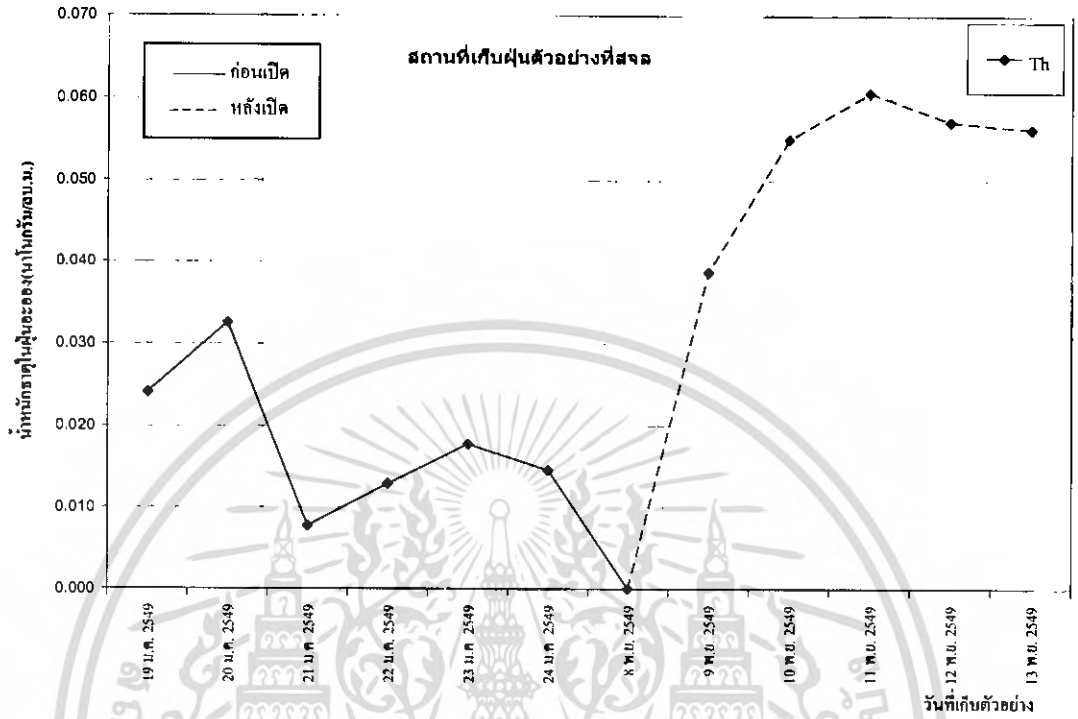


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงปริมาณธาตุ V กับ Mn

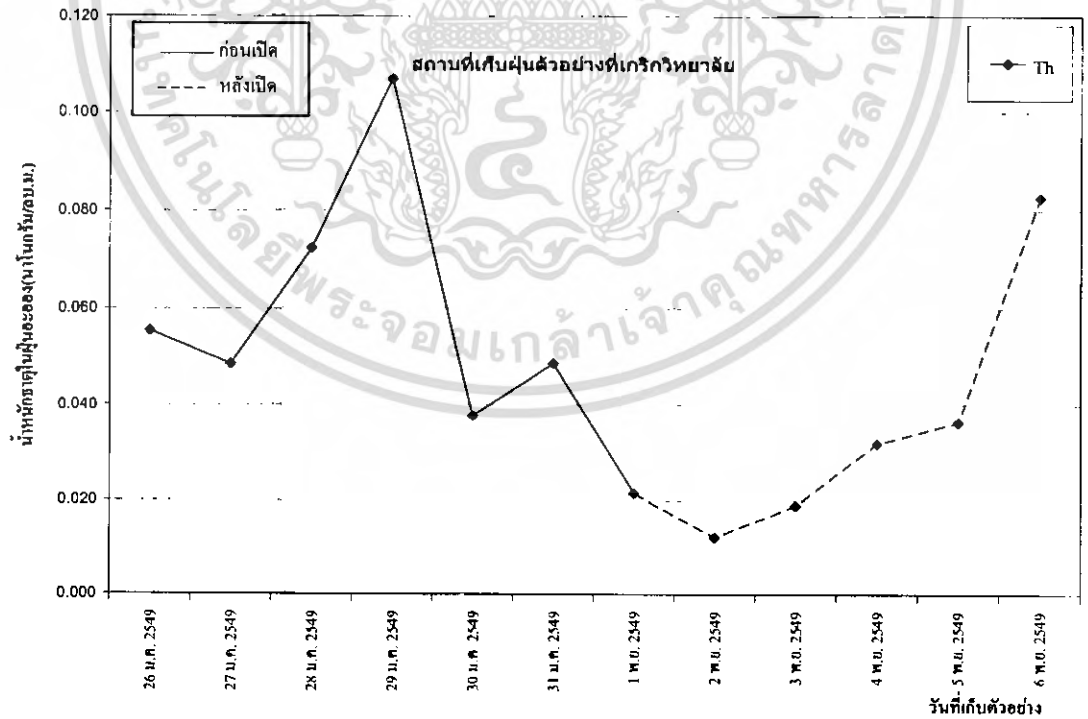


รูปที่ 4.8 กราฟแสดงปริมาณธาตุ V กับ Mn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

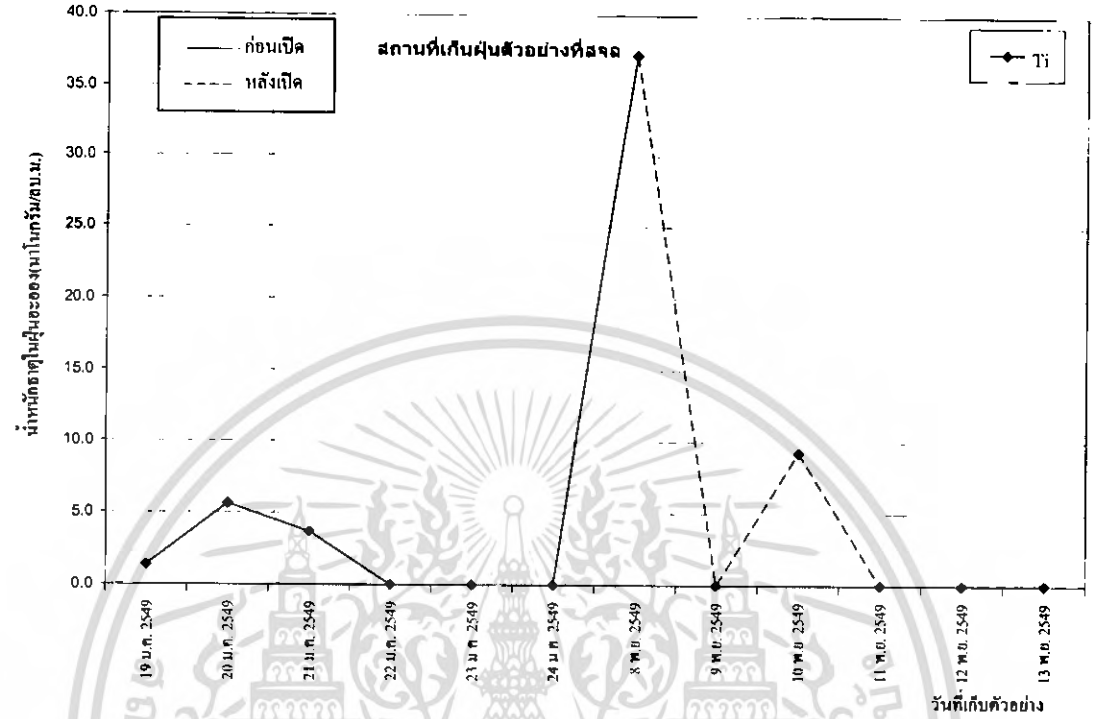


รูปที่ 4.9 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Th

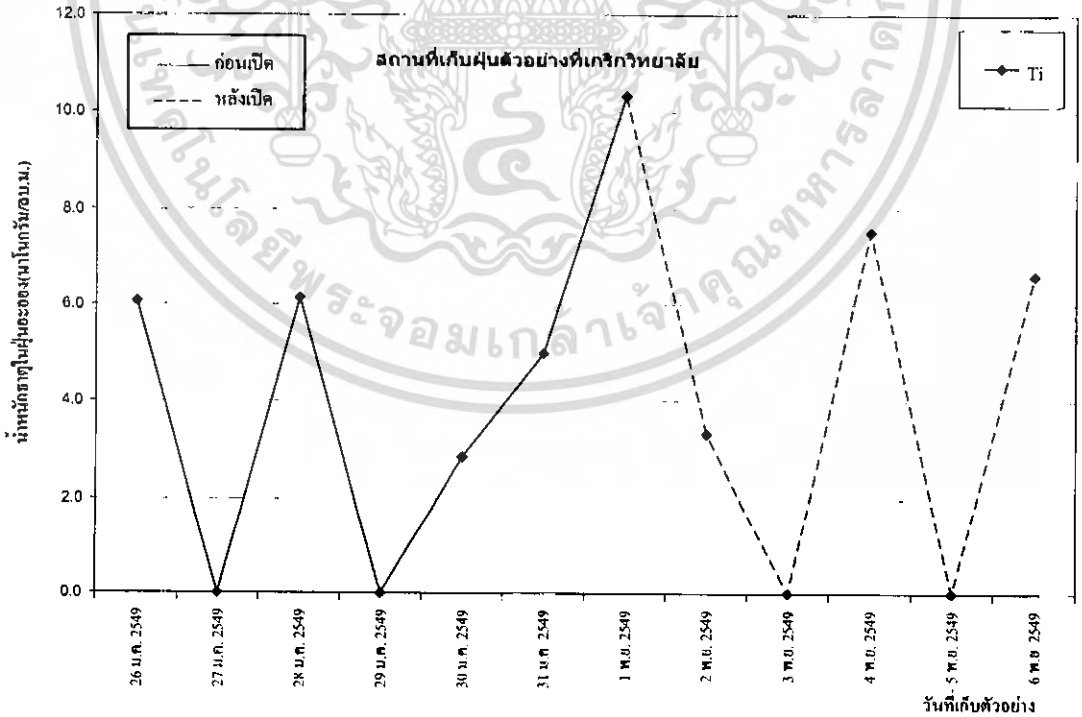


รูปที่ 4.10 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Ti



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงปริมาณธาตุ Ti

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาปริมาณโลหะในฝุ่นละอองอากาศที่ตรวจวัด ณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและเกริกวิทยาลัย ในช่วงก่อนเปิดใช้สนามบิน(19-24 มกราคม พ.ศ 2549 ที่สจล 26-31 มกราคม พ.ศ 2549 เกริกวิทยาลัย จำนวน 12 วัน) และ หลังเปิดใช้สนามบิน (1-6 พฤศจิกายน พ.ศ 2549 เกริกวิทยาลัย 8-13 พฤศจิกายน พ.ศ 2549 ที่สจล จำนวน 12 วัน) สรุปได้ดังนี้

พบว่า ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่เกริกวิทยาลัยหลังจากเปิดดำเนินการมีค่าลดลง อาจเนื่องมาจากการก่อสร้างภายในสนามบินสุวรรณภูมิเสร็จสมบูรณ์ แต่ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่สจลหลังจากเปิดดำเนินการมีค่าเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการคมนาคมที่มากขึ้นและการย้ายถิ่นของแรงงานเนื่องจากสนามบินสุวรรณภูมิเปิดดำเนินการ ซึ่งค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่เกริกวิทยาลัยก่อนเปิดดำเนินการใช้สนามบินพบว่ามีค่าเท่ากับ 137.66 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นค่าที่เกินมาตรฐาน (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และส่งผลเสียต่อระบบทางเดินหายใจ แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละอองที่สจลอาจจะมากกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ ดั้งนั้น ควรควบคุมปัจจัยที่ทำให้ฝุ่นละออง โลหะที่พบได้แก่ Al Ca La Mg Mn Na Sc Th Ti และ V โลหะที่วิเคราะห์ได้ส่วนใหญ่ ไม่พบความเปลี่ยนแปลง ที่สจลปริมาณธาตุ La Mn Na และ Th เพิ่มขึ้นหลังจากสนามบินสุวรรณภูมิเปิดดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Michael D. Glascock,An Overview of Neutron Activation Analysis.

http://www.missouri.edu/~glascock/naa_over.htm

[2] http://library.thinkquest.org/17940/texts/fission/fission.html

[3] http://www.elementalanalysis.com

[4] http://www.reak.bme.hu/nti/Education/Wigner Course/WignerManuals/Budapest/ NEUTRON_ACTIVATION_ANALYSIS.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

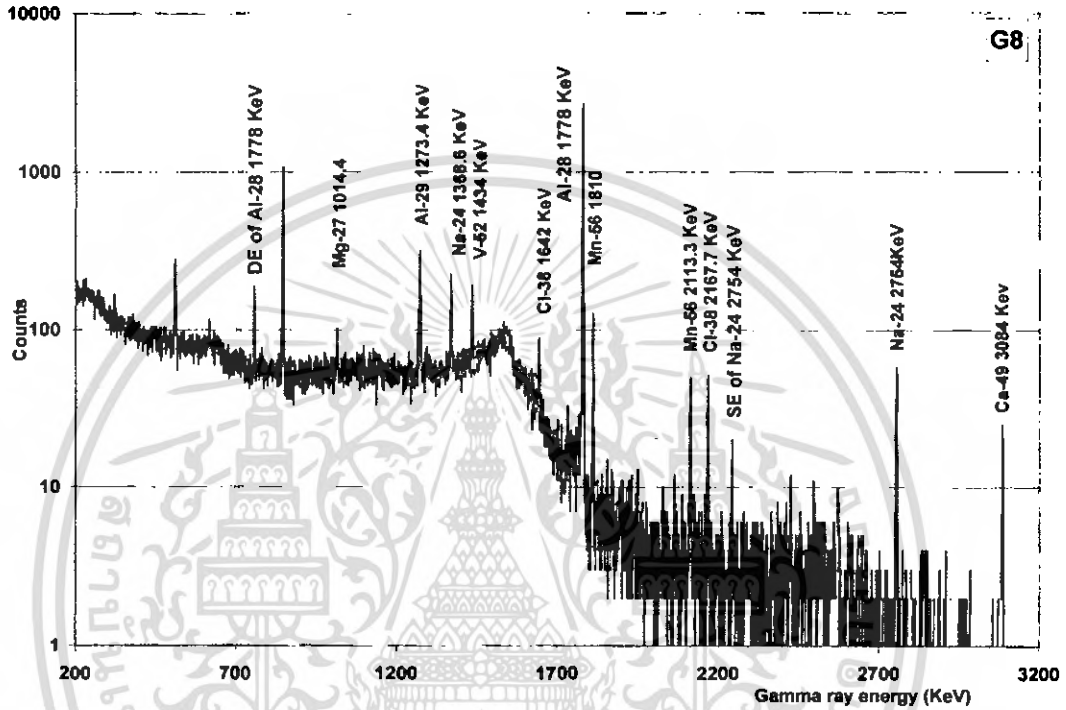
ภาคผนวก ก

แหล่งกำเนิด	ตัวบ่งชี้
ดิน	Al,Si,Ca,Sc,Ti,Fe,Mn,K
หินปูน คอนกรีต	Ca,Mg
ไอละอองน้ำทะเล	Na,Cl,Mg
ไอเสียจากยานพาหนะ	Br,Pb,Zn,C
การเผาไหม้ให้เป็นเถ้าถ่าน	Sb,Zn,Cd,Ag,Sn,Pb
การเผาไหม้ของไม้	K,C
โรงกลั่นน้ำมัน	V,Ni,Rare earths
การเผาถ่านหิน	As,Se,S,C,K
เตาหลอมแร่ โรงถลุง	In,Cd,As,Se,S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

สเปกตรัมตัวอย่างจากการวิเคราะห์ธาตุโดยการอาบด้วยนิวตรอนในท่อ A1เป็นเวลา 2 นาที สลายตัว10 นาที เวลานับรังสี 5 นาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้