

การหาปริมาณตะกั่ว- 214 และบิสมัท- 214 ในบรรยากาศกรุงเทพฯ

โดยแกมมาสเปคโตรเมตรี



นางสาว รัชณี สอึงทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษิตตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๖๒

002564

i 17096078

Determination of Pb-214 and Bi-214 in Bangkok  
Atmosphere by Gamma Spectrometry

Miss Rachanee Saingthong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1979



หัวข้อวิทยานิพนธ์    การหาปริมาณตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 ในบรรยากาศกรุงเทพฯ  
 โดยแกมมาสเปกโตรเมตรี  
 ชื่อผู้คิด            นางสาว รัชณี สอึ้งทอง  
 อาจารย์ที่ปรึกษา    ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ จันทรวงศ์  
 ภาควิชา              ฟิสิกส์  
 ปีการศึกษา          2522

บทคัดย่อ



สารกัมมันตรังสีส่วนหนึ่งในอากาศที่มีผลต่อระบบการหายใจ ได้แก่ ตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 ซึ่งอยู่ในรูปของอนุภาคเล็ก ๆ ที่มีประจุไฟฟ้าเกาะติดกับฝุ่นละอองในบรรยากาศ จึงทำการวัดปริมาณความเข้มข้นของตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 โดยดูดอากาศผ่านแผ่นกรองอากาศชนิดใยแก้วด้วยเครื่องดูดอากาศความเร็วสูง เก็บตัวอย่างอากาศจากถนน 7 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร ได้ตัวอย่างแผ่นกรองอากาศทั้งหมด 42 ตัวอย่าง วัดสเปกตรัมของกัมมันตภาพรังสีแกมมาจากตัวอย่างแผ่นกรองอากาศที่เตรียมไว้ด้วยหัววัดรังสี Ge(Li) วิเคราะห์ข้อมูลและคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 ในบรรยากาศกรุงเทพมหานคร ปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ยเป็น  $(3.1 \pm 0.2) \times 10^{-12}$  ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ  $(1.2 \pm 0.1) \times 10^{-11}$  ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ผลคำนวณบางส่วนที่แตกต่างออกไปสามารถอธิบายโดยใช้หลักการคุณสมบัติของบรรยากาศได้

9

Thesis Title    Determination of Pb-214 and Bi-214    in Bangkok  
                  Atm sphere by Gamma Spectrometry

Name             Miss. Rachanee Saingthong

Thesis Advisor Assistant Professor Pichet C. Nawapong, Ph.D.

Department      Physics

Academic Year   1979

#### Abstract


Radiation Effects on the respiratory system may occur as a result of inhaling the natural radioisotopes  $^{214}\text{Pb}$  and  $^{214}\text{Bi}$ . Since they are electrically charged, they tend to attach themselves to inert dusts that are normally present in the atmosphere. Samples of air were examined to ascertain the concentration per unit volume. Air particles were collected on fibre glass filters using a high volume jet air sampler. The samples were collected from seven different locations in Bangkok streets. The forty - two air samples were monitored for gamma activities by a Ge(Li) detector. The gamma spectra were then examined and analysed. The average concentrations (in microgram/cubic metre) of  $^{214}\text{Pb}$  and  $^{214}\text{Bi}$  in the Bangkok atmosphere were found to be  $(3.1 \pm 0.2) \times 10^{-12}$  and  $(1.2 \pm 0.1) \times 10^{-11}$  respectively. Some of the different calculated results should explain by principle of properties of the atmosphere.

## กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์  
ดร.พิเชษฐ จันทรนพวงศ์ ซึ่งให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านมาตลอด  
ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์วิฑิต เกตุคุปต์  
ทำหน้าที่ผู้อำนวยการกองสุขภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านใน  
กองสุขภาพ และกองการวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสุวัฒน์ บุณนาค ที่ได้อำนวยความสะดวกใน  
ด้านเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยนี้



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ค
กิจกรรมประกาศ .....	ฅ
รายการตารางประกอบ .....	ฉ
รายการรูปประกอบ .....	ช
	
บทที่ 1 บทนำ .....	1
บทที่ 2 ทฤษฎี .....	4
2.1 การหาค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี .....	4
2.2 กฎการสลายตัว .....	5
2.3 การสลายตัวเป็นอนุกรม .....	6
2.4 การคำนวณหาจำนวนอะตอมของธาตุกัมมันตรังสีที่เกาะติดกับฝุ่นละออง ในอากาศ .....	7
2.5 ข้อผิดพลาดของปริมาณหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณอื่นที่มีค่าผิดพลาด เกิดขึ้น .....	8
2.6 คุณสมบัติของบรรยากาศ .....	11
บทที่ 3 เครื่องวัดรังสี .....	15
3.1 หัววัดรังสีชนิดสารกึ่งตัวนำ .....	15
3.2 หัววัดรังสี Ge(Li) .....	17
3.2.1 ลักษณะของหัววัด .....	17
3.2.2 การเกิดอิเล็กตรอนและโฮลในหัววัดโดยกัมมันตภาพรังสี แกมมา .....	21
3.2.3 ความสามารถในการแยกสัญญาณของหัววัด .....	21

บทที่ 4 วิธีดำเนินงานและผลการวัดปริมาณตะกั่ว- 214 กับบิสมัท- 214 ในอากาศ....	25
4.1 อุปกรณ์และเครื่องใช้ในการดำเนินงาน .....	25
4.1.1 เครื่องดูดอากาศความเร็วสูงและแผ่นกรองอากาศ .....	25
4.1.2 หัววัดรังสี (Ge(Li)).....	25
4.2 การเก็บตัวอย่างอากาศ .....	27
4.3 การวัดปริมาณตะกั่ว- 214 และบิสมัท- 214 ในอากาศ .....	28
4.3.1 ตรวจสอบว่าตะกั่ว- 214 และบิสมัท- 214 เป็นธาตุกัมมันตรังสี ธรรมชาติในอากาศ .....	28
4.3.2 ศึกษาหาช่วงเวลาการนับที่เหมาะสม .....	29
4.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี Ge(Li) .....	36
4.5 วิธีการคำนวณปริมาณตะกั่ว- 214 และบิสมัท- 214 ในอากาศ .....	45
4.5.1 ปริมาณตะกั่ว- 214 .....	45
4.5.2 ปริมาณบิสมัท- 214 .....	48
 บทที่ 5 วิเคราะห์ผลของปริมาณตะกั่ว- 214 และบิสมัท- 214 ในบรรยากาศกรุงเทพฯ ความสูงระดับพื้นดิน .....	 54
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอนะ .....	66
เอกสารอ้างอิง .....	71
ประวัติผู้เขียน .....	73



## รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
(2-1) ระดับพลังงานกัมมันตภาพรังสีแกมมาของตะกั่ว -214 และบิสมัท -214 .....	4
(2-2) แสดงค่าผิดพลาดของปริมาณหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณอื่นในลักษณะต่าง ๆ...	10
(4-1) ปริมาณกัมมันตภาพรังสีแกมมาที่วัดได้จากตัวอย่างแผ่นกรองอากาศบริเวณแห่งที่ 1..	35
(4-2) แสดงการคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี Ge(Li) โดยใช้ Tc-99m (140.51 kev) เป็นสารมาตรฐาน .....	37
(4-3) แสดงการคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี Ge(Li) โดยใช้ I-131 (364.49 kev) เป็นสารมาตรฐาน .....	38
(4-4) แสดงการคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี Ge(Li) โดยใช้ Cs-137 (661.62 kev) เป็นสารมาตรฐาน .....	39
(4-5) แสดงการคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี Ge(Li) โดยใช้ Co-60 (1173.23 kev) เป็นสารมาตรฐาน .....	40
(4-6) แสดงการคำนวณหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสี Ge(Li) โดยใช้ Co-60 (1332.52 kev) เป็นสารมาตรฐาน .....	41
(4-7) ค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี Ge(Li) ที่ระดับพลังงานต่าง ๆ ของตะกั่ว -214 และบิสมัท - 214 .....	45
(4-8) แสดงการคำนวณอัตราการสลายตัวกัมมันตภาพรังสีแกมมาของตะกั่ว -214 บน แผ่นกรองอากาศที่เวลาปิดเครื่องดูดอากาศ ( $D_1^0$ ) .....	47
(4-9) แสดงการคำนวณอัตราการสลายตัวกัมมันตภาพรังสีแกมมาของบิสมัท- 214 บนแผ่น กรองอากาศที่เวลาปิดเครื่องดูดอากาศ ( $D_2^0$ ) .....	50
(4-10) ปริมาณตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 ในบรรยากาศกรุงเทพฯ ความสูงระดับ พื้นดินของสถานที่แห่งที่ 1, 2 และ 3 .....	51
(4-11) ปริมาณตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 ในบรรยากาศกรุงเทพฯ ความสูงระดับพื้นดิน ของสถานที่แห่งที่ 4, 5 และ 6 .....	52

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
(4-12) ปริมาณตะกั่ว - 214 และบิสมัท -214 ในบรรยากาศกรุงเทพฯ ความสูงระดับ พื้นดินของสถานีที่แห่งที่ 7 .....	53
(6-1) ปริมาณตะกั่ว -214 ในบรรยากาศ ความสูงระดับพื้นดินตามสถานีที่ต่าง ๆ ...	69

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2-1	ลักษณะโพรไฟล์ของอุณหภูมิบรรยากาศที่น่าสนใจ .....	11
2-2	ผลโพรไฟล์ของอุณหภูมิบรรยากาศโลกที่มีต่อการเคลื่อนที่ของอากาศ .....	13
2-3	ลักษณะโพรไฟล์ของอุณหภูมิบรรยากาศซึ่งเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และมีลมตามสภาพปกติ .....	14
3-1	แสดงแถบของพลังงาน , ตัวจ่ายอิเล็กตรอนและตัวรับอิเล็กตรอนของแถบที่มีสิ่ง เจือปน .....	15
3-2	ลักษณะการเปลี่ยนโพรไฟล์ของกลุ่มพาหุให้อิเล็กตรอนและกลุ่มพาหุรับอิเล็กตรอน ..	19
3-3	แสดงภาพผ่าซีกของหัววัดรังสี Ge(Li) .....	20
3-4	แสดงผังวงจรของระบบหัววัดรังสี Ge(Li) .....	20
3-5	ปฏิกิริยาแบบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในหัววัดรังสี เนื่องจากกัมมันตภาพรังสีแกมมา ที่เข้ามา .....	22
3-6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกัมมันตภาพรังสีแกมมากับค่า เลขอะตอม ของสารที่ใช้ทำหัววัด .....	22
3-7	แสดงภาพของสัญญาณที่ส่งออกจากหัววัดกัมมันตภาพรังสีซึ่งมีพลังงานเดียวกัน ....	23
4-1	อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจอากาศ .....	26
4-2	หัววัดรังสี Ge(Li) พร้อมทั้งเครื่องกำเนิดรังสี .....	26
4-3	แสดงแผนภาพตำแหน่งของสถานที่บริเวณเก็บตัวอย่างอากาศ .....	27
4-4	สเปกตรัมของกัมมันตภาพรังสีแกมมาที่วัดได้จากตัวอย่างแผ่นกรองอากาศ	
(a)	ตั้งแต่ CHANNEL NUMBER 0 ถึง CHANNEL NUMBER 1024 ..	30
(b)	ตั้งแต่ " 1024 " " 2048 ..	31
(c)	ตั้งแต่ " 2048 " " 3072 ..	32
(d)	ตั้งแต่ " 3072 " " 4096 ..	33

## รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
4-5	แสดงแผนภาพช่วงเวลาการนับกัมมันตภาพรังสีจากตัวอย่างแผ่นกรองอากาศ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 ในอากาศ .....	34
4-6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสี Ge(Li) กับพลังงานกัมมันตภาพรังสีแกมมา .....	42
5-1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว - 214-และบิสมัท -214 ในอากาศกับลำดับที่ของการเก็บตัวอย่างอากาศแห่งที่ 1.....	57
5-2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว - 214และบิสมัท - 214 ในอากาศกับลำดับที่ของการเก็บตัวอย่างอากาศแห่งที่ 2.....	58
5-3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 ในอากาศกับลำดับที่ของการเก็บตัวอย่างอากาศแห่งที่ 3 .....	59
5-4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 ในอากาศกับลำดับที่ของการเก็บตัวอย่างอากาศแห่งที่ 4 .....	60
5-5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว - 214และบิสมัท - 214 ในอากาศกับลำดับที่ของการเก็บตัวอย่างอากาศแห่งที่ 5 .....	61
5-6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว - 214 และบิสมัท - 214 ในอากาศกับลำดับที่ของการเก็บตัวอย่างอากาศแห่งที่ 6 .....	62
5-7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว - 214และบิสมัท - 214ในอากาศกับลำดับที่ของการเก็บตัวอย่างอากาศแห่งที่ 7 .....	63
5-8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว - 214กับช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างแผ่นกรองอากาศที่ติดต่อกันในแต่ละวัน .....	66