กัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวในบรรยากาศ

ว่าที่ร้อยตรีบุญฤทธิ์ ล้ำสกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2523

001396

I16034934

THE LONG-LIVED RADIOACTIVITY IN THE ATMOSPHERE

Act. Sub. Lt. Boonrit Lumsakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirement

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์ กัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวในบรรยากาศ

โดย ว่าที่ร้อยตรี บุญฤทธิ์ ล้ำสกุล

ภาควิชา พิสิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ แสวง โพธิ์เงิน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์วิชัย หโยดม)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธำรง เมธาศิริ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จงอร พิรานนท์)

..... กรรมการ

(ศาสตราจารย์แสวง โพธิ์เงิน)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	กัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวในบรรยากาศ
ชื่อนิสิต	ว่าที่ ร.ต. บุญฤทธิ์ ล้ำสกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ แสวง โพธิ์เงิน
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2523

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณกัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวในบรรยากาศ ตลอดปี พ.ศ. 2521 - 2522 โดยอาศัยหลอดวัดรังสีแบบไกเกอร์ มูลเลอร์ จากทฤษฎีทางไฟฟ้าสถิตอะตอมของสารกัมมันตรังสีเมื่อสลายตัวจะมีอำนาจทางไฟฟ้าเกิดขึ้นจึงดูดกับฝุ่นละอองในบรรยากาศ ทำให้สามารถกักเก็บได้เมื่อดูดอากาศผ่านกระดาษกรอง ผลของการวิจัยนี้พบว่าปริมาณกัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวในบรรยากาศมีค่าเฉลี่ยประมาณ $32.8 \times 10^{-3} \pm 17.3 \times 10^{-3}$ pCi/m^3 เมื่อพิจารณาปริมาณกัมมันตภาพรังสีจากฝุ่น (ที่เป็นดิน) พบว่ามีค่าน้อยมาก พร้อมกันนี้ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวที่มีอยู่ในบรรยากาศโดยเฉพาะในฤดูกาลต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้คือ ปริมาณกัมมันตภาพรังสีจะมีค่าสูงในฤดูร้อนและฤดูหนาว ส่วนฤดูฝนนั้นมีค่าน้อย

Thesis title	THE LONG-LIVED RADIOACTIVITY IN THE ATMOSPHERE
Name	Act. Sub. Lt. Boonrit Lumsakul
Thesis Advisor	Professor Sawang Pho-ngern
Department	Physics
Academic Year	1980

Abstract

This thesis is the investigation of long-lived radioactivity in atmosphere from 1978 to 1979 using Geiger-Muller detectors. Decaying atoms of radioactive materials become charged and could be attracted towards dust particles in the atmosphere, thus they can be collected together with dust particles by air filtered. It was found that the total average of long-lived radioactivity is $32.8 \times 10^{-3} \pm 17.3 \times 10^{-3}$ pCi/m^3. The radioactivity from the dust itself was found to be very small. The investigation includes the study of variation of atmospheric long-lived radioactivity relative to seasonal changes increasing in summer and winter with some decreasing in rainy season.

กิตติกรรมประกาศ

ในการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ แสวง โพธิ์เงิน อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย และอาจารย์ภาควิชาพลศึกษาทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจทานและแก้ไขงานวิจัยนี้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนและน้อง ๆ ร่วมภาควิชาพลศึกษาทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้ตลอดมา

บุญฤทธิ์ ล้ำสกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

รายการตารางประกอบ ..... ฌ

รายการรูปประกอบ ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความมุ่งหมาย 1

1.2 ขอบเขตของการศึกษาและการวิจัย 1

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาและวิจัย 2

2. ทฤษฎี 3

2.1 แหล่งกำเนิดของกัมมันตภาพรังสี 3

2.2 ทฤษฎีเบื้องต้น 16

2.3 กฎการสลายตัว 16

2.3.1 การหาค่า mean life หรือ average life ของสารกัมมันตรังสี (τ) 18

2.3.2 สมการการสลายของธาตุกัมมันตรังสี .....

2.3.3 การสมดุลย์ของธาตุกัมมันตรังสี 23

ก. Secular equilibrium 23

ข. Transient equilibrium..... 25

ค. ไม่มีการสมดุลย์ (No equilibrium) 26

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

2.4 การดูดกลืนรังสี 27
2.4.1 ปฏิกิริยาระหว่างรังสีกับวัตถุ 28
ก. Photoelectric effect..... 28
ข. Compton Scattering..... 28
ค. Pair Production..... 28
2.4.2 อันตรกริยา (interaction) ที่เกิดขึ้นเมื่ออนุภาคแอลฟาและ
และอนุภาคเบตาผ่านอะตอมของสสาร 29
2.4.3 การดูดกลืนรังสีแอลฟา 30
2.4.4 การดูดกลืนรังสีเบตา 31
2.5 ส่วนประกอบและการทำงานของหลอดวัดรังสีแบบไกเกอร์-มูลเลอร์ 31
2.5.1 ปฏิกิริยาระหว่างอนุภาครังสีกับหลอดไกเกอร์ 32
2.5.2 กราฟประจำตัวของหลอดไกเกอร์ 33
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 35
3.1 เครื่องดูดอากาศและกระดาษสำหรับกรองอากาศ 35
3.2 เตาอบไฟฟ้า (Electric furnace)..... 36
3.3 เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดรังสี 36
4. การดำเนินการวิจัยและการคำนวณ 38
4.1 การหาประสิทธิภาพในการเก็บฝุ่นของกระดาษกรองอากาศ 38
4.2 การหาจำนวนนับของกระดาษกรองที่ไม่ได้อบเมื่อมีพื้นที่เท่ากระดาษ
กรองที่อบ 41
4.3 การทดลองหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบกระดาษกรองให้เป็นเถ้า 42
4.4 การทดลองหาประสิทธิภาพของหลอดวัดรังสีแบบไกเกอร์-มูลเลอร์ 43
4.5 วิธีการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวในอากาศและ
การคำนวณ 48
4.6 วิธีการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีจากดิน 54

หน้า

4.7 ปริมาณกัมมันตภาพรังสีในบรรยากาศที่มีอยู่ในบรรยากาศโดยเฉพาะ
ตลอดปี พ.ศ. 2521 - 2522 62
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ 63
5.1 สรุปผลการศึกษาและวิจัย 63
5.2 ข้อเสนอแนะ 64
เอกสารอ้างอิง 65
ประวัติผู้เขียน 66

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2-1	ไอโซโทปของอนุกรมยูเรเนียม	6
2-2	ไอโซโทปของอนุกรมธอเรียม	8
2-3	ไอโซโทปของสารกัมมันตรังสีที่เกิดจากปฏิกิริยาของรังสีคอสมิคจากการวิเคราะห์น้ำฝน	11
2-4	ไอโซโทปของสารกัมมันตรังสีที่สำคัญจากระเบิดนิวเคลียร์ (nuclear explosion)	12
2-5	ไอโซโทปของสารกัมมันตรังสีที่เกิดจากปฏิกิริยานิวตรอนช้าของระเบิดนิวเคลียร์ (nuclear explosion) ในอากาศ.....	13
2-6	ไอโซโทปของสารกัมมันตรังสีที่เกิดจากปฏิกิริยาของนิวตรอนช้าของระเบิดนิวเคลียร์ในดิน	13
4-1	การทดลองหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบกระดาษกรอง	42
4-2	ปริมาณจำนวนนับของ K-40 ในขนาดมวลต่าง ๆ ของ KCl และจำนวนนับในเวลา 1 ชั่วโมงต่อมวลของ KCl หนัก 1 กรัม	44
4-3	ข้อมูลของปริมาณกัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวในบรรยากาศตั้งแต่วันที่ 18 ก.ค. 21 ถึง 11 ก.ค. 22.....	50
4-4	ปริมาณจำนวนนับของดินส่วนผิวบริเวณข้างที่ว่าการเขตห้วยขวางในขนาดมวลต่าง ๆ และจำนวนนับในเวลา 1 ชั่วโมงต่อมวลของดินส่วนผิวหนัก 1 กรัม.	55
4-5	ข้อมูลของปริมาณฝุ่น (ที่เป็นดิน) และปริมาณกัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวที่มาจากฝุ่น (ที่เป็นดิน)	60

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แผนภาพการสลายตัวของอนุกรมยูเรเนียม	14
2.2	แผนภาพการสลายตัวของอนุกรมธอเรียม	15
2.3	สารกัมมันตรังสีที่มีการสลายจาก $N_1 \rightarrow N_2 \rightarrow N_3$.....	22
2.4	แสดง Secular equilibrium.....	24
2.5	แสดง transient equilibrium.....	26
2.6	กรณีที่ไม่มีการสมดุลย์ (No equilibrium).....	27
2.7	ส่วนประกอบต่าง ๆ ของสัมประสิทธิ์การดูดกลืนของตะกั่ว ได้แก่ photoelectric absorption, Compton scattering pair production.....	29
2.8	Specific ionization ของลำอนุภาคแอลฟาซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของระยะทางจากแหล่งกำเนิดอนุภาค	30
2.9	โครงสร้างคร่าว ๆ ของหลอดไกเกอร์	32
2.10	กราฟประจำตัวของหลอดไกเกอร์	33
3.1	เครื่องดูดอากาศและกระดาษกรอง	35
3.2	เตาอบไฟฟ้ากระแสสลับ	36
3.3	ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องมือวัดรังสี	37
4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับใน 1 ชั่วโมง/กรัมกับมวลของ KCl ในขนาดต่าง ๆ	46
4.2	แสดงปริมาณกัมมันตภาพรังสีประเภทอายุยาวในบรรยากาศ ตั้งแต่ 18 ก.ค. 21 ถึง 11 ก.ค. 22	53
4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับใน 1 ชั่วโมง/กรัมกับมวลของดินบริเวณเขตห้วยขวางในขนาดต่าง ๆ	57