

การกระจาย เชิงมุมของนิวตรอนในบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล



นายวีระพงศ์ จิวประดิษฐ์กุล

004892

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2523

ANGULAR DISTRIBUTION OF ATMOSPHERIC NEUTRONS

AT SEA LEVEL

Mr. Weerapong Chewpraditkul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การกระจายเชิงมุมของนิวตรอนในบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล  
โดย                              นายวีระพงศ์ จิวประดิษฐ์กุล  
ภาควิชา                              ฟิสิกส์  
อาจารย์ที่ปรึกษา              ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลิขิต ฉัตรสกุล

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  
(ศาสตราจารย์ แสง โพธิ์เงิน)

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดำรง เมธาศิริ)

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร สุทธิพงศ์)

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลิขิต ฉัตรสกุล)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การกระจายเชิงมุมของนิวตรอนในบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล  
 ชื่อผู้จัดทำ              นายวิระพงศ์ จิวประดิษฐ์กุล  
 อาจารย์ที่ปรึกษา        ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลีชิต ฉัตรสกุล  
 ภาควิชา                      ฟิสิกส์  
 ปีการศึกษา                2522



บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาการกระจายเชิงมุมของนิวตรอนในบรรยากาศ โดยใช้หลอดวัดนิวตรอนชนิดสัดส่วนโบรอนไตรฟลูออไรด์ จำนวน 2 หลอด ติดตั้ง ณ ดิถพิสิภัส จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเทียบได้กับระดับน้ำทะเล

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความเข้มนิวตรอนมีค่าสูงสุดในแนวตั้งและลดลงเมื่อมุม zenith เพิ่มขึ้น โดยการวางหลอดวัดให้แกนของหลอดขนานกับแนวเหนือ-ใต้และแนวตะวันออก-ตะวันตก พบว่าความเข้มนิวตรอนจะมีลักษณะสมมาตรทางด้านทิศตะวันออกกับทิศตะวันตก และทางด้านทิศเหนือกับทิศใต้

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประจำวันของความเข้มนิวตรอนในบรรยากาศอีกด้วย จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความเข้มในเวลากลางวันมีมากกว่าในเวลากลางคืนโดยมีความเข้มสูงสุดเวลาประมาณเที่ยงวัน



## กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ก็ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลิขิต  
ฉัตรสกุล ท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ดูแลสั่งสอนทางด้านวิชาการ ทางด้านกำลังใจ และ  
แม่ไม้หาส่วนตัว นอกจากนี้ยังได้กรุณาช่วยตรวจทานและแก้ไข จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ  
ลงได้ด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในระหว่างทำงานผู้เขียนได้รับคำ  
แนะนำปรึกษา ตลอดจนช่วยเหลือให้ยืมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในงานวิจัย จากพี่  
และ เพื่อนหลายท่าน ผู้เขียนรู้สึกดีในใจในความเป็นมิตรที่ได้รับ ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ค
กิตติกรรมประกาศ .....	ง
รายการตารางประกอบ .....	ช
รายการรูปประกอบ .....	ณ



บทที่

1. บทนำ .....	1
2. การชนของอนุภาคพลังงานสูงกับนิวเคลียส.....	5
2.1 กระบวนการนิวเคลียร์คาสเคด.....	5
2.2 กระบวนการระเหย.....	18
3. นิวตรอนในบรรยากาศ.....	25
3.1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มของนิวตรอนกับเส้นละติจูดแม่เหล็กโลก เมื่อความดันบรรยากาศคงที่.....	27
3.2 การเปลี่ยนแปลงความเข้มของนิวตรอนกับความดันบรรยากาศ....	28
3.3 การเปลี่ยนแปลงความยาวการดูดกลืนเฉลี่ยกับเส้นละติจูดแม่เหล็กโลก, 30	
3.4 การเปลี่ยนตำแหน่งความเข้มสูงสุดกับเส้นละติจูดแม่เหล็กโลก ....	32

4. การทดลองและผล.....	34
4.1 การศึกษากราฟประจำตัวของหลอดวัด $BF_3$ ชนิดสองหลอด ต่อ ฆนาน.....	34
4.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงประจำวันของความเข้มนิวตรอนในบรรยากาศ..	41
4.3 การศึกษาการกระจายเชิงมุมของนิวตรอนในบรรยากาศ.....	46
4.4 การศึกษาอัตรานับของนิวตรอนในบรรยากาศเมื่อวางหลอดวัดในทิศทาง ต่างกัน .....	57
5. สรุปผลและวิจารณ์.....	60
เอกสารอ้างอิง.....	64
ภาคผนวก.....	67
ก. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	67
ข. บรรยากาศมาตรฐาน.....	69
ประวัติผู้เขียน.....	73



## รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงความยาวการดูดกลืนเฉลี่ยและสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเฉลี่ยกับเส้น ละติจูดแม่เหล็กโลก .....	31
4.1 แสดงอัตรานับเมื่อมีแหล่งกำเนิดนิวตรอน Ra - Be โดยหลอดวัด BF <sub>3</sub> หมายเลข 1 .....	37
4.2 แสดงอัตรานับเมื่อมีแหล่งกำเนิดนิวตรอน Ra - Be โดยหลอดวัด BF <sub>3</sub> หมายเลข 2 .....	38
4.3 แสดงอัตรานับเมื่อมีแหล่งกำเนิดนิวตรอน Ra - Be โดยหลอดวัด BF <sub>3</sub> หมายเลข 1 และหมายเลข 2 ต่อขนาน .....	39
4.4 แสดงอัตรานับของนิวตรอนในบรรยากาศ ณ วันและเวลาต่าง ๆ .....	43
4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเข้มของนิวตรอนในบรรยากาศ ณ วันและเวลา ต่าง ๆ .....	44
4.6 แสดงอัตรานับของนิวตรอนในบรรยากาศ ณ ตำแหน่งมุมต่าง ๆ เมื่อวาง หลอดวัดให้แกนของหลอดขนานกับแนวเหนือ-ใต้ .....	51
4.7 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเข้มของนิวตรอนในบรรยากาศ ณ ตำแหน่งมุมต่าง ๆ เมื่อวางหลอดวัดให้แกนของหลอดขนานกับแนวเหนือ-ใต้ .....	52
4.8 แสดงอัตรานับของนิวตรอนในบรรยากาศ ณ ตำแหน่งมุมต่าง ๆ เมื่อวาง หลอดวัดให้แกนของหลอดขนานกับแนวตะวันออก-ตะวันตก .....	53

ตารางที่	หน้า
4.9	แสดง เปอร์เซนต์ความ เข้มของนิวตรอนในบรรยากาศ ณ ตำแหน่งมุมต่าง ๆ เมื่อวางหลอดวัดให้แกนของหลอดขนานกับแนวตะวันออก-ตะวันตก ..... 54
4.10	แสดง อัตรานับของนิวตรอนในบรรยากาศ เมื่อวางหลอดวัดในทิศทางต่าง ๆ ตามแนวระนาบ ..... 59

## รายการรูปประกอบ



รูปที่		หน้า
1.1	แผนภาพแสดงการหุ้มหลอดวัด $BF_3$ ด้วยพาร์ฟีน .....	4
2.1	จำนวนเฉลี่ยของนิวคลีออนที่ออกมาจากนิวเคลียสของธาตุยูเรเนียม , ทองแดง , และอะลูมิเนียม เมื่อถูกยิงด้วยโปรตอน .....	6
2.2	จำนวนเฉลี่ยของอนุภาคคาสเคดที่ออกมาจาก $^{100}Ru$ .....	8
2.3	การกระจายเชิงมุมของโปรตอน จากปฏิกิริยาซึ่งถูกเหนี่ยวนำโดยโปรตอน ที่มีพลังงานจลน์ 460 MeV , และ 1840 MeV .....	11
2.4	การกระจายเชิงมุมของฟายออน (ทุกประจุและทุกพลังงาน) ที่ออกมาจาก อันตรกิริยาซึ่งถูกเหนี่ยวนำโดยโปรตอนที่มีพลังงานจลน์ 460 MeV , และ 1840 MeV .....	12
2.5	สเปกตรัมพลังงานของโปรตอน ที่ถูกปล่อยออกมาจากอะลูมิเนียม , และ ยูเรเนียม .....	14
2.6	พลังงานกระตุ้นเฉลี่ยในนิวเคลียสที่เหลือจากอันตรกิริยาซึ่งถูกเหนี่ยวนำโดย โปรตอน .....	16
2.7	พลังงานกระตุ้นเฉลี่ยภายหลังการปล่อยนิวคลีออนของธาตุชนิดต่าง ๆ เมื่อ ถูกยิงด้วยโปรตอน .....	17
2.8	จำนวนเฉลี่ยของอนุภาคชนิดต่าง ๆ ที่ระเหยออกมาจากนิวเคลียสของธาตุ $^{64}Cu$ , $^{109}Ag$ , $^{181}Ta$ .....	20
2.9	สเปกตรัมพลังงานของนิวตรอนที่ระเหยออกมาจาก $^{109}Ag$ .....	22

รูปที่	หน้า
2.10	สเปกตรัมพลังงานของโปรตอน ที่ระเหยออกมาจาก $^{109}\text{Ag}$ ..... 23
2.11	สเปกตรัมพลังงานของอนุภาคอัลฟาที่ระเหยออกมาจาก $^{109}\text{Ag}$ ..... 24
3.1	สเปกตรัมพลังงานของนิวตรอนในบรรยากาศที่ระดับความลึกต่าง ๆ สำหรับ เส้นละติจูดแม่เหล็ก $44^\circ\text{N}$ ..... 26
3.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มสัมพัทธ์ของนิวตรอนกับเส้นละติจูด แม่เหล็กโลกเมื่อความดันบรรยากาศคงที่ 306 mb ..... 27
3.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของนิวตรอนกับความดันบรรยากาศ สำหรับเส้นละติจูดต่าง ๆ ในซีกโลกเหนือ ..... 29
3.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเฉลี่ยกับละติจูดแม่เหล็กโลก 32
3.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งความเข้มสูงสุดของนิวตรอนกับเส้น ละติจูดแม่เหล็กโลก ..... 33
4.1	กราฟประจำตัวของหลอดวัด $\text{BF}_3$ ..... 34
4.2	แผนภาพระบบวัดรังสีชนิดสองหลอดต่อขนาน ..... 35
4.3	กราฟประจำตัวของหลอดวัด $\text{BF}_3$ หมายเลข 1 และหมายเลข 2 และ เมื่อนำทั้งสองหลอดมาต่อขนานกัน ..... 40
4.4	แผนภาพแสดงการวางหลอดวัด $\text{BF}_3$ ทั้งสองหลอด ให้แกนหลอดวัด ขนานกับแนวตะวันออก-ตะวันตก ..... 42
4.5	กราฟแสดง เปอร์เซนต์ความเข้มของนิวตรอนในบรรยากาศ ณ วันและเวลา ต่าง ๆ ..... 45

รูปที่	หน้า
4.6	โครงสร้างส่วนหลอดวัดหุ้มด้วยพาร์ฟีน ..... 46
4.7	กราฟแสดงอัตรานับของนิวตรอนในบรรยากาศ เป็นฟังก์ชันกับความหนาของ พาร์ฟีนที่หุ้มหลอดวัด $BF_3$ ..... 47
4.8	ภาพถ่ายของกะบะ เหล็กวางอยู่บนโครงไม้ ..... 48
4.9	แผนภาพแสดงการวางตัวของหลอดวัดเอียงทำมุม เซนติต่าง ๆ ..... 49
4.10	กราฟแสดงความเข้มสัมพัทธ์ของนิวตรอนในบรรยากาศ ณ ตำแหน่งมุมต่าง ๆ เมื่อวางหลอดวัดให้แกนของหลอดขนานกับแนวเหนือ-ใต้ ..... 55
4.11	กราฟแสดงความเข้มสัมพัทธ์ของนิวตรอนในบรรยากาศ ณ ตำแหน่งมุมต่าง ๆ เมื่อวางหลอดวัดให้แกนของหลอดขนานกับแนวตะวันออก-ตะวันตก ..... 56
4.12	ภาพถ่ายของหลอดวัด $BF_3$ พร้อมแท่งพาร์ฟีนวางอยู่บนโครงเหล็ก ..... 58
5.1	กราฟแสดงอัตรานับของนิวตรอน เป็นฟังก์ชันกับพลังงานเมื่อหลอดวัด $BF_3$ ถูกหุ้มด้วยพาร์ฟีนที่มีความหนาต่าง ๆ กัน ..... 62