

การสร้างสเปคโตรกราฟสำหรับศึกษาดวงอาทิตย์
และการสังเกตการณ์ที่ขอบดวง



นายประเสริฐ ไกรสิงห์เคชา

001600

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2522

116435177

THE CONSTRUCTION OF A SOLAR SPECTROGRAPH
AND THE OBSERVATION OF THE LIMB DARKENING

Mr. Prasert Kraisingdecha

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

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1979

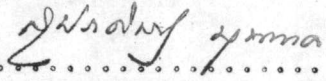
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างสเปคโตรกราฟสำหรับศึกษาดวงอาทิตย์และการสังเกตการณ์
ที่ขอบดวง

โดย นายประเสริฐ ไกรสิงห์เคชา

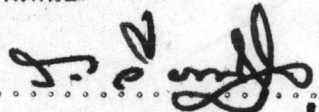
แผนกวิชา ฟิสิกส์

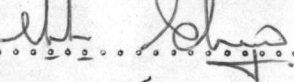
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประพนธ์ ไชวเจริญสุข

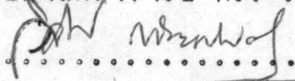
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

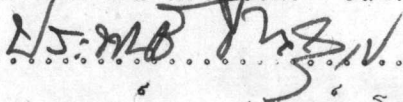

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประคิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ระวี ภาวิไล)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาณุไฉว เจริญกุล)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร เส็งหะพันธุ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประพนธ์ ไชวเจริญสุข)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างสเปกโตรกราฟสำหรับศึกษาดวงอาทิตย์และการสังเกตการณ์
ที่ขอบดวง

ชื่อนิสิต นายประเสริฐ ไกรสิงห์เกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประพนธ์ ไชวเจริญสุข

แผนกวิชา ฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2521



บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ประกอบสเปกโตรกราฟขึ้นเองจากอุปกรณ์ที่มีอยู่บางส่วนและ
สร้างขึ้นเองบางส่วน สเปกโตรกราฟนี้มีลักษณะเฉพาะตัว คือ แสงที่ตกบนเกรตติงไม่เป็น
แสงขนาน โค้ดทดสอบคุณภาพของสเปกโตรกราฟนี้ในห้องทดลอง พบว่ามีความคลาดค่อน-
ข้างมาก และได้นำมาใช้ถ่ายภาพสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ फिल्मข้อมูลที่ได้ถูกนำมา
วิเคราะห์เชิงปริมาณ เพื่อหาเส้นการมีที่ขอบดวงที่ความยาวคลื่น 7 ค่า ได้แก่
4200, 4400, 4600, 4800, 5000, 5200 และ 5500 อังสตรอมตามลำดับ
ผลการเปรียบเทียบผลที่ได้กับข้อมูลอ้างอิงที่ความยาวคลื่น 5000 และ 5500 อังสตรอม
พบว่ามีค่าแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 5 แสดงว่าสเปกโตรกราฟที่ประกอบขึ้นนั้นพอใช้ได้
สำหรับการสังเกตการณ์ที่ขอบดวงอาทิตย์

กิติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยนี้ผู้เขียนได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประพนธ์ ไชวเจริญสุข อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้คำแนะนำ แนวคิด วิธีการแก้ปัญหา ตลอดจนการฝึกฝนวิธีการทำงานวิจัยด้วย ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ในงานวิจัยนี้ผู้เขียนได้รับความกรุณาให้ยืมอุปกรณ์และห้องสังเกตการณ์จากศาสตราจารย์ ดร. ระวี ภาวิไล และห้องทดลองจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัชนี รักวีรธรรม ซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณ คุณพงศกร คันทิวณิช-ชานนท์ ที่ให้ยืมอุปกรณ์บางส่วน คุณวิศิษฐ์ เจริญสิทธิ์ และคุณประสาพร จรุงจา ที่ช่วยวาดภาพประกอบ และคุณวนิดา เทียนชัยแสง ซึ่งช่วยเหลือในการพิมพ์วิทยานิพนธ์นี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ฎ
รายการภาพประกอบ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. มุมเหตุของการศึกษาควงอาทิตย์	1
2. ข้อมูลทางดาราศาสตร์เกี่ยวกับดวงอาทิตย์	1
2.1 ลักษณะทั่วไป	1
2.2 อุณหภูมิยังผลของดวงอาทิตย์	2
3. โครงสร้างของดวงอาทิตย์	3
3.1 โครงสร้างภายใน	3
3.2 บรรยากาศ	5
4. ปรากฏการณ์สำคัญในโฟโตสเฟียร์	8
4.1 คอกวง	8
4.2 จุดมืด	9
4.3 แฟลคคิวเลของโฟโตสเฟียร์	10
5. วัตถุประสงค	10
6. วิธีดำเนินงาน	11
บทที่ 2 การมีคที่ขอบวงของดวงอาทิตย์	13
1. สมการของการมีคที่ขอบวง	14
2. นิยามพื้นฐาน	15
2.1 ความเข้มจำเพาะ	15



	หน้า
2.2 ความเข้มจำเพาะเฉลี่ย	18
2.3 พลั๊กซ์	18
2.4 การไม่แปรผันของความเข้มจำเพาะ	20
3. การแผ่รังสีแบบวัตถุดำ	21
4. กฎของเคอร์ชอฟ	22
4.1 สัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนและการปล่อย	22
4.2 กฎของแพลงค์-เคอร์ชอฟ	22
5. สมการของการถ่ายเทพลังงาน	23
5.1 ฟังก์ชันของแหล่งกำเนิด	23
5.2 ภาวะขอบเขต	25
5.3 การแกสมการ	26
6. การสร้างแบบจำลองบรรยากาศของดวงอาทิตย์	28
บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีของสเปกโตรกราฟ	29
1. ช่องเปิดแสงเข้า	29
2. ตัวทำแสงขนาน	29
3. ตัวกระจาย	30
3.1 เกรตติ้ง	30
3.2 สมการของเกรตติ้ง	33
3.3 การกระจาย	33
3.4 กำลังแยก	34
4. ตัวรวมแสง	35
5. ฟิล์ม	35
บทที่ 4 อุปกรณ์และสิ่งเกศการณ	37
1. อุปกรณ์	37

1.1	กล้องโทรทรรศน์	37
1.2	สเปคโตรกราฟ	37
2.	การจัดวางอุปกรณ์สังเกตการณ์	42
3.	การทดสอบและวิเคราะห์อุปกรณ์	44
3.1	ความกว้างของสลิต	44
3.2	กำลังขยายของสเปคโตรกราฟ	46
3.3	การมีคปริเวณขอบภาพอันเนื่องมาจากเลนส์กล้องถ่ายภาพ	46
3.4	กำลังแยกของฟิล์ม	49
3.5	การกระจายของสเปคโตรกราฟ	49
3.6	กำลังแยกของสเปคโตรกราฟในทางทฤษฎี	49
3.7	รูปลักษณะของอุปกรณ์	50
4.	สังเกตการณ์	53
4.1	ช่วงเวลา	53
4.2	ขนาดของการให้แสงและการล้างฟิล์ม	53
4.3	วิธีการเก็บข้อมูล	53
4.4	ปัญหาของการถ่ายภาพและการแก้ไข	55
บทที่ 5	การวิเคราะห์ข้อมูล	56
1.	การคัดเลือกฟิล์มข้อมูล	56
2.	การวัดความเทาของฟิล์มด้วยเครื่องมือโครเคนซีโตมิเตอร์..	56
2.1	วิธีการวัดความเทาของฟิล์มข้อมูล	58
3.	การหาเส้นลักษณะของฟิล์มข้อมูล	60
3.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มจำเพาะที่ผิวควง อาทิตย์กับที่ระนาบฟิล์ม	60
3.2	การให้แสง	65

	หน้า
3.3 ความเทาของฟิล์ม	67
3.4 ความสัมพันธ์ของการให้แสงกับความเทาที่เกิดขึ้น	69
3.5 ความชันของเส้นลักษณะหรือแกมมา	71
3.6 การเขียนกราฟของเส้นลักษณะจากข้อมูลที่ได้	72
3.7 การปรับและเลื่อนจุด	75
4. การหาเส้นการมีคที่ขอบดวง	80
4.1 การหาค่าแห่งกลางดวง	80
4.2 การหาค่า $\log_{10} E$ ที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนดวงอาทิตย์ ..	84
4.3 การปรับเส้นโค้ง	84
4.4 เส้นการมีคที่ขอบดวง	85
4.5 การเปรียบเทียบข้อมูล	85
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์	93
1. คุณภาพของสเปกโตรกราฟที่ประกอบขึ้นเอง	93
2. กล้องโทรทรรศน์	94
3. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
3.1 ความคลาดเคลื่อนของค่าแห่งกลางดวงจากสถิติ ...	95
3.2 ความคลาดของสเปกโตรกราฟ	95
3.3 การล้างฟิล์ม	96
4. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์	96
เอกสารอ้างอิง	98
ภาคผนวก	99
ประวัติ	103

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงมุมเลี้ยวเบนออกจากเกรตติงของแสงความยาวคลื่นต่าง ๆ เมื่อมุมตกกระทบของลำแสงเข้าสู่เกรตติงมีค่าประมาณ 18 องศา	44
5.1	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการและของสหสัมพันธ์ของเส้นลักษณะของ ฟิล์มขมูล	79

รายการภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า	
2.1	เปรียบเทียบระดับความลึกเฉลี่ยในชั้นโฟโตสเฟียร์ที่ปล่อยรังสีออกมา จากกลางดวงและบริเวณใกล้ขอบดวง	13
2.2	นิยามของความเข้มจำเพาะ	16
2.3	แสดงทิศทางของกรรแสงไม่ขึ้นกับความลึกของบรรยากาศ	17
2.4	แสดงชั้นบรรยากาศบาง ๆ ที่เป็นแผ่นขนาน	17
2.5	แสดงการพิสูจน์ความไม่แปรผันของความเข้มจำเพาะ	20
2.6	การแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของความเข้มจำเพาะเมื่อรังสีผ่านสสาร.	23
2.7	แสดงความหนาของแผ่นบรรยากาศกับความลึกที่ค้น	24
3.1	แสดงการจัดเกรตติ้งแสงผ่านแบบที่นิยมกัน	31
3.2	แสดงการวางเกรตติ้งสะท้อนแบบระนาบที่นิยมกันทั่วไป ก. ใ้กับเลนส์ ข. ใ้กับกระจกเว้า	32
4.1	แสดงลักษณะและขนาดของสลิต	38
4.2	แสดงลักษณะการบิดเกรตติ้งกับเส้นสร้างภาพและกล้องถ่ายภาพ	39
4.3	แสดงลักษณะของแผ่นบังไตทอนแสง	42
4.4	แสดงแผนภาพของการวางอุปกรณ์ขณะถ่ายภาพเก็บข้อมูล	43
4.5	แสดงขนาดของช่องเปิดที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของสลิต	45
4.6	แสดงการกระจายเชิงเส้นของสเปกโตรกราฟที่ได้จากการถ่ายภาพ สเปกตรัมของหลอดฮีเลียม	47
4.7	แสดงผลการหาค่าการกระจายของสเปกตรัมบนฟิล์มข้อมูล	48
4.8	แสดงรูปลักษณะของอุปกรณ์ตามแนวสลิต	51
4.9	แสดงรูปลักษณะของอุปกรณ์ตามแนวการกระจาย	52
4.10	แสดงการวางสลิตกับภาพดวงอาทิตย์	53
4.11	แสดงการวางสลิตกับแนวภาพดวงอาทิตย์ขณะเทียบมาตรฐาน	54

ภาพที่	หน้า
4.12 แสดงตำแหน่งกลางดวง ขอบดวง และแนวต่าง ๆ บนฟิล์ม	55
5.1 แสดงลักษณะของฟิล์มข้อมูลที่ตี	57
5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มจำเพาะที่ผิวดวงอาทิตย์กับ ระนาบของสลิต	60
5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มจำเพาะที่ระนาบสลิตกับที่ ระนาบฟิล์ม	62
5.4 แสดงการวัดความม i และ i'	66
5.5 แสดงการวัดความเทาเฉพาะของฟิล์ม	68
5.6 แสดงเส้นลักษณะของฟิล์มหรือกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการให้แสง กับความเทาที่เกิดขึ้น	70
5.7 แสดงกราฟที่ได้จากค่าความเทาของแผ่นบันไดทอนแสงจริงกับค่า ความเทาของแผ่นบันไดทอนแสงจากฟิล์มข้อมูลที่ความยาวคลื่น 5500 อังสตรอมก่อนการปรับจุด	74
5.8 แสดงลักษณะการติดแผ่นบันไดทอนแสงกับภาพดวงอาทิตย์ที่สลิตและแสดง จุดที่ใกล้กันและห่างกันมากบนแผ่นบันไดทอนแสงซึ่ง เป็นผลให้เกิดการ ให้แสงที่ไม่เท่ากันขึ้น	76
5.9 แสดงเส้นลักษณะของฟิล์มข้อมูลในแต่ละความยาวคลื่นภายหลังการปรับ และเลื่อนจุด	78
5.10 แสดงเส้นการมิดที่ขอบดวง เมื่อตำแหน่งกลางดวง อยู่ตรงและไม่ตรง กับสลิต	81
5.11 แสดงตำแหน่งที่เปลี่ยนไปเมื่อสลิตเลื่อนออกไปจากกลางดวงจริงเป็น ระยะ 2.0 ซม.	82
5.12 แสดงเส้นการมิดที่ขอบดวงของดวงอาทิตย์ที่ความยาวคลื่น 4200 อังสตรอม	86
5.13 แสดงเส้นการมิดที่ขอบดวงของดวงอาทิตย์ที่ความยาวคลื่น 4400 อังสตรอม	87

ภาพที่	หน้า
5.14 แสดงเส้นการมอดที่ขอบวงของวงอาทิตย์ที่ความยาวคลื่น 4600 อังสตรอม	88
5.15 แสดงเส้นการมอดที่ขอบวงของวงอาทิตย์ที่ความยาวคลื่น 4800 อังสตรอม	89
5.16 แสดงเส้นการมอดที่ขอบวงของวงอาทิตย์ที่ได้เปรียบเทียบกับข้อมูล- อ้างอิงที่ความยาวคลื่น 5000 อังสตรอม	90
5.17 แสดงเส้นการมอดที่ขอบวงของวงอาทิตย์ที่ความยาวคลื่น 5200 อังสตรอม	91
5.18 แสดงเส้นการมอดที่ขอบวงของวงอาทิตย์ที่ได้เปรียบเทียบกับข้อมูล- อ้างอิงที่ความยาวคลื่น 5500 อังสตรอม	92
6.1 ก. ภาพสเปกตรัมของดาวเมื่อถ่ายในเวลาสั้น ๆ หรือมีระบบตามดาว.	94
ข. ภาพสเปกตรัมถ่ายโดยไม่มีระบบตามดาวในช่วงเวลานานกว่า ...	94
๘.1 แสดงการมอดที่ขอบของภาพ	100
๘.2 แสดงความเทาของแผ่นบันไดทอนแสงในฟิล์มข้อมูลที่ความยาวคลื่น ต่าง ๆ ขนาดขยายของภาพ 20 เท่าและช่วงเปลี่ยนความเทา เป็น 0.083 คอเซนติเมตร	101
๘.3 แสดงความเทาของแผ่นบันไดทอนแสงจริงควยขนาดขยาย 10 เท่า และช่วงเปลี่ยนความเทา 0.135 คอเซนติเมตร	102