

การคำนวณรูปทรงเส้นไฮโครเจนอัลฟา



นางสาวนิรมล ปิตะนีละผลิน

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2522

001285

I18980386

THE COMPUTATION OF H_{α} LINE PROFILES

Miss Niramol Pitaniaphalin

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics


Graduate School

Chulalongkorn University


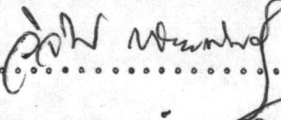
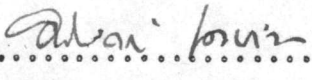
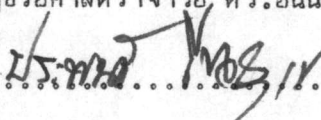
1979

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การคำนวณรูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟา
โดย นางสาวนิรมล ปิตะนิละผลิน
ภาควิชา ฟิสิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ โสว เจริญสุข

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ ชินนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


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

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เล็งทะพันธ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันตสิน เตชะกำพูน)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ โสว เจริญสุข)

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การคำนวณรูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟา

ชื่อนิสิต นางสาวนิรมล ปิตะนิละผลิน

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ ไชวเจริญสุข

ภาควิชา ฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2522

บทคัดย่อ



เรานำรูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟา 2 ชุดที่วัดได้จากหลอดแกสไฮโดรเจนที่อุณหภูมิต่างกันมาคำนวณหิกรูปลักษณะของอุปกรณ์ออกโดยใช้หลักการของการแปลงฟูเรียร์ แล้วคำนวณฟังก์ชันของรูปทรงเส้นที่เขียนใน เหมอมของสภาวะทางฟิสิกส์ที่ทำให้เกิดการขยายกว้างของเส้นสเปกตรัมย่อยของเส้นไฮโดรเจนอัลฟาที่อุณหภูมิต่าง ๆ มาเปรียบเทียบ พบว่าสามารถคำนวณหารูปทรงเส้นได้ใกล้เคียงกับการวัดมาก อุณหภูมิที่ใช้คำนวณรูปทรงเส้นดังกล่าวถือว่าเป็นอุณหภูมิยังผลของแกสไฮโดรเจนภายในหลอด นอกจากนี้ได้ทำการคำนวณรูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟาจากดวงอาทิตย์โดยการสมมติแอลทีอี และใช้สภาวะทางฟิสิกส์จากโมเดลบีซีเอ รูปทรงเส้นที่คำนวณได้ไม่ตรงกับรูปทรงเส้นที่มีผู้สังเกตไว้ เพราะบรรยากาศดวงอาทิตย์โดยเฉพาะที่ชั้นนอก ๆ ไม่ได้อยู่ในสภาวะแอลทีอี แต่เมื่อลองแก้ไขโดยใช้เทอมแก๊ฟังก์ชันกำเนิดที่ต่างจากเมื่ออยู่ในสภาวะแอลทีอีซึ่งมีผู้คำนวณไว้แล้ว ปรากฏว่าคำนวณรูปทรงเส้นได้ใกล้เคียงกับการสังเกตมากขึ้น

Thesis Title The Computation of H_{α} Line Profiles
Name Miss Niramol Pitaniaphalin
Thesis Advisor Assistant Professor Praponth Sowchareonsuk, Ph.D.
Department Physics
Academic Year 1979

ABSTRACT

Two sets of line profiles observed from a hydrogen tube at different temperatures are reduced. Fourier transformation is used in the deconvolution of instrumental profile from the observed profiles. Then the H_{α} line profile function is derived in terms of physical conditions giving rise to line broadening and splitting; and, several line profiles are computed in comparison with observation at various temperatures. In each case we can find a computed profile which closely fits the observed profile. Therefore, the temperature used in computing the line profile can be interpreted as the effective temperature of the hydrogen gas in the tube. Furthermore, the solar H_{α} line profile is computed by assuming LTE and using physical conditions from the BCA model. The computed profile does not fit the observed profile since departure from LTE occurs in the chromosphere. However, when the source function is crudely corrected for the departure from LTE, the computed profile becomes more compatible with the observed profile.

กิติกรรมประกาศ

ในงานวิจัย ผู้เขียนได้รับคำแนะนำ สั่งสอนทั้งในด้านความรู้และการทำวิจัย ตลอดจนวิธีการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ ไชวเจริญสุข อาจารย์ที่ปรึกษาด้วยความกรุณาอันประมาณีได้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และงานวิจัยนี้ไม่อาจสำเร็จลงได้ด้วยดีถ้าไม่ได้รับความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำและบริการเป็นอย่างดีสำหรับการคำนวณโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของงานวิจัย ผู้เขียนขอ ขอบคุณ เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านเป็นอย่างสูง



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ญ
รายการรูปประกอบ	ฉ



บทที่

1	บทนำ	1
1.1	เส้นไฮโดรเจนอัลฟา	1
1.2	รูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟา	1
1.2.1	การคำนวณหาอุณหภูมิของผลภายในหลอดแก๊ส	2
1.2.2	การคำนวณรูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟาจากดวงอาทิตย์	3
2	ทฤษฎีของรูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟา	4
2.1	เส้นสเปกตรัมย่อยเนื่องจากโครงสร้างละเอียดและการเลื่อนของแลมบ์	4
2.1.1	โครงสร้างละเอียดของระดับพลังงานในอะตอมไฮโดรเจน	4
2.1.2	การเลื่อนของแลมบ์	11
2.2	เส้นสเปกตรัมย่อยเนื่องจากผลสตาร์ค	12
2.3	การขยายกว้างของเส้นไฮโดรเจนอัลฟา	19
2.3.1	การขยายกว้างตามธรรมชาติ	20
2.3.2	การขยายกว้างเนื่องจากอนุภาคแวดล้อม	23
2.3.2.1	การขยายกว้างอภินาต	23
2.3.2.2	การขยายกว้างเนื่องจากฮีเลกตรอน	24
2.3.2.3	การขยายกว้างเนื่องจากอนุภาคที่มีประจุ	24

2.3.3	การขยายกว้างเนื่องจากผลตอบเปลี่ยน	25
3	รูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟาจากหลอดแกสไฮโดรเจน	29
3.1	ทฤษฎีของการแปลงฟูเรียร์	29
3.1.1	นิยาม	29
3.1.2	การแปลงฟูเรียร์ของฟังก์ชันที่สำคัญในวิชาสเปกตรัม	29
3.1.2.1	ฟังก์ชันรูปกล่อง	30
3.1.2.2	ฟังก์ชันเกาส์เซียน	30
3.1.2.3	ฟังก์ชันเดลตา	32
3.1.3	ประโยชน์ของการแปลงฟูเรียร์ในวิชาสเปกตรัม	33
3.1.4	การคำนวณการแปลงฟูเรียร์	34
3.1.5	การคำนวณการแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว	36
3.2	รูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟาจากการวัด	40
3.2.1	รูปทรงเส้นจากข้อมูลดิบ	40
3.2.2	รูปลักษณะของอุปกรณ์	43
3.2.3	รูปทรงเส้นจากการวัด	46
3.3	การเปรียบเทียบผลการวัดกับการคำนวณทางทฤษฎี	56
3.4	การเปรียบเทียบฟังก์ชันไวท์กับฟังก์ชันเกาส์เซียน	58
4.	รูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟาจากบรรยากาศดวงอาทิตย์	63
4.1	การส่งผ่านรังสีในบรรยากาศดวงอาทิตย์	63
4.2	การคำนวณรูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟาจากดวงอาทิตย์	70
4.2.1	การหา S_V	70
4.2.2	การหา τ_V	72
4.2.2.1	การหา τ_C	72
4.2.2.2	การหา τ_L	73
4.3	การเปรียบเทียบผลการคำนวณกับการสังเกต	77

5	สรุปและวิจารณ์	79
5.1	การคำนวณการแปลงฟูเรียร์	79
5.1.1	การเปลี่ยนแปลง 79	79
5.1.2	สัญญาณรบกวน	80
5.1.3	การกระเพื่อม	80
5.2	การคำนวณรูปทรงเส้นจากหลอดแกส	82
5.3	การคำนวณรูปทรงเส้นจากดวงอาทิตย์	83
5.4	การใช้ฟังก์ชันเกาส์เขียนแทนฟังก์ชันไวเกท	84
	เอกสารอ้างอิง	85
ภาคผนวก ก.	โปรแกรมการคำนวณหึกรูปลักษณะของอุปกรณ์ออกจากรูปทรงเส้นของ ข้อมูลดิบที่วัดได้จากหลอดแกส	86
ข.	โปรแกรมการคำนวณรูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ...	90
ค.	โปรแกรมการคำนวณรูปทรงเส้นไฮโดรเจนอัลฟาจากดวงอาทิตย์	93
ประวัติ	103

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงค่า f ของเส้นสเปกตรัมย่อยเนื่องจากโครงสร้างละเอียดและการเลื่อนของแลมบ์	12
2.2 แสดงค่า f ของเส้นสเปกตรัมย่อยเนื่องจากผลสตาร์ค	19
2.3 แสดงค่าคงที่ของความหน่วงตามธรรมชาติของเส้นย่อยเนื่องจากโครงสร้างละเอียดและการเลื่อนของแลมบ์	22
2.4 แสดงค่าคงที่ของความหน่วงตามธรรมชาติของเส้นย่อยเนื่องจากผลสตาร์ค	23
4.1 แสดงสภาวะทางฟิสิกส์ที่ความลึกต่าง ๆ จากโมเดลพีซีเอ	71
4.2 แสดงค่าความลึกทางแสงของสเปกตรัมต่อเนื่องที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ เทียบกับที่ 5000 อังสตรอม.....	72

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภาพพลังงานย่อยในระดับที่ 2 และ 3 ของไฮโดรเจนเนื่องจาก โครงสร้างละเอียด	10
2.2 แผนภาพพลังงานย่อยในระดับที่ 2 และ 3 ของไฮโดรเจนเนื่องจาก โครงสร้างละเอียดและการเลื่อนของแลมบ์	11
2.3 แผนภาพพลังงานย่อยในระดับที่ 2 และ 3 ของไฮโดรเจนเนื่องจาก ผลสตาร์ก	18
3.1 กราฟของฟังก์ชันที่ได้จากการแปลงฟูเรียร์ของฟังก์ชันต่าง ๆ	31
ก. การแปลงฟูเรียร์ฟังก์ชันรูปกล่องเป็นฟังก์ชันซิงค์	31
ข. การแปลงฟูเรียร์ฟังก์ชันเกาส์เซียนเป็นฟังก์ชันเกาส์เซียน	31
ค. การแปลงฟูเรียร์ฟังก์ชันเดลตา	31
ง. การแปลงฟูเรียร์ฟังก์ชันซาทเป็นฟังก์ชันซาท	31
3.2 ก. รูปทรงเส้นของข้อมูลดิบที่ความต่างศักย์ประมาณ 2500 โวลต์ ..	41
3.2 ข. รูปทรงเส้นของข้อมูลดิบที่ความต่างศักย์ประมาณ 700 โวลต์ ..	42
3.3 รูปทรงเส้นปรอทที่ใช้แทนรูปลักษณะของอุปกรณ์	44
3.4 กราฟของฟังก์ชันเกาส์เซียนที่ใกล้เคียงกับรูปทรงเส้นปรอทมากที่สุด	45
3.5 ก. รูปทรงเส้นที่ได้จากการแปลงฟูเรียร์ข้อมูลดิบที่ความต่างศักย์ ประมาณ 2500 โวลต์	47
3.5 ข. รูปทรงเส้นที่ได้จากการแปลงฟูเรียร์ข้อมูลดิบที่ความต่างศักย์ ประมาณ 700 โวลต์	48
3.6 รูปทรงเส้นที่ได้จากการแปลงฟูเรียร์รูปลักษณะของอุปกรณ์	49
3.7 กราฟของตัวกรองที่ใช้ตัดสัญญาณรบกวน	51

3.8 ก.	รูปทรงเส้นที่ความต่างศักย์ประมาณ 2500 โวลต์ ซึ่งหักรูปลักษณะของอุปกรณ์และผ่านตัวกรองแล้วในโคเมนของความถี่	52
3.8 ข.	รูปทรงเส้นที่ความต่างศักย์ประมาณ 700 โวลต์ ซึ่งหักรูปลักษณะของอุปกรณ์และผ่านตัวกรองแล้วในโคเมนของความถี่	53
3.9 ก.	รูปทรงเส้นจากการวัดที่ความต่างศักย์ประมาณ 2500 โวลต์ ..	54
3.9 ข.	รูปทรงเส้นจากการวัดที่ความต่างศักย์ประมาณ 700 โวลต์ ..	55
3.10 ก.	รูปทรงเส้นจากการคำนวณที่อุณหภูมิ 1700 เคลวิน	59
3.10 ข.	รูปทรงเส้นจากการคำนวณที่อุณหภูมิ 700 เคลวิน	60
3.11	กราฟระหว่างอุณหภูมิในฟังก์ชันไวท์กับการกระจายในฟังก์ชัน เกาส์เซียน.	62
4.1	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ความลึกต่าง ๆ ในบรรยากาศดวงอาทิตย์	64
4.2	แสดงนิยามของความเข้มจำเพาะ	65
4.3	แสดงการอธิบายทิศทางของความเข้มจำเพาะที่ความลึก z	66
4.4	แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณรังสีเมื่อผ่านตัวกลาง	67
4.5	รูปทรงเส้นจากดวงอาทิตย์ที่คำนวณโดยสมมติแอลทีอี	76
4.6	รูปทรงเส้นจากดวงอาทิตย์ที่คำนวณโดยใช้เทอมแก้ฟังก์ชันกำเนิด	78
5.1	แสดงการกระเพื่อมของสเปกตรัมที่ได้จากการหักรูปลักษณะของอุปกรณ์ออกจากข้อมูลดิบ	81