

การหาทางเดินอนุภาคใน 3 มิติ



นายนิรันดร์ เจริญกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 253๘

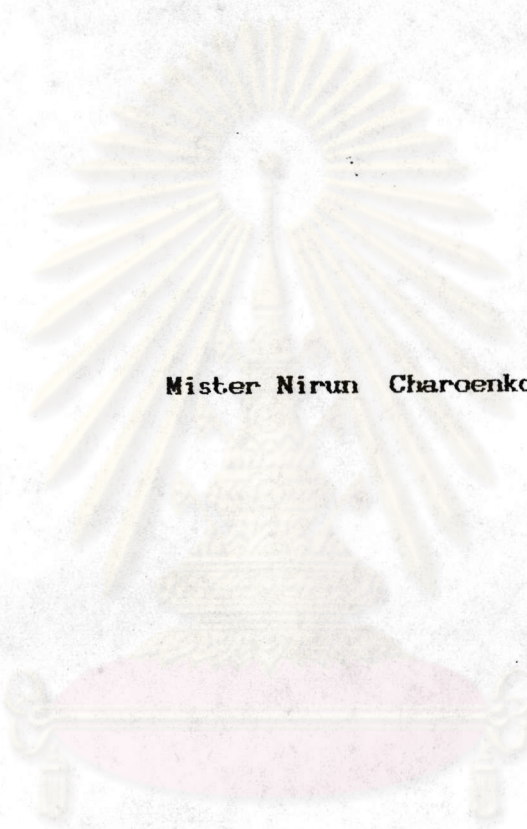
ISBN 974 - 568 - 2๐4 - 7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012559

I10299403

Reconstruction of Particles ' Tracks in Three Dimensions.



Mister Nirun Charoenkool

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974 - 568 - 204 - 7

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การหาทางเดินอนุภาคใน 3 มิติ

โดย

นายนิรันดร์ เจริญกุล

ภาควิชา

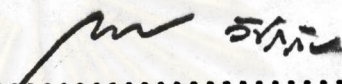
ฟิสิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา

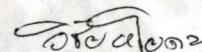
รองศาสตราจารย์ ดร. กิโยะ ปันยารชุน

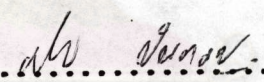


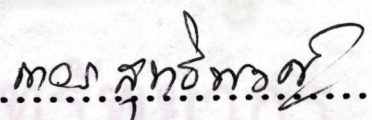
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้มหาวิทยาลัย ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

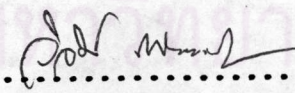

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วิษกรกิจ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ วิชัย หัยยอม)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. กิโยะ ปันยารชุน)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ถาวร สุขธิพงศ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร เล็งหัตนัญ)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหาทางเดินอนุภาคใน 3 มิติ
ชื่อนิสิต	นายนิรันดร์ เจริญกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. กิโย โย บันยารชุน
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2529



บทคัดย่อ

ข้อมูลที่ได้ จากภาพถ่ายทางเดินอนุภาคจากห้องฟองนั้นเป็นข้อมูลใน 2 มิติ ทั้งยังมีใช้ระบบพิกัดเดียวกันกับระบบพิกัดของห้องฟอง ส่วนข้อมูลที่ต้องการในการศึกษาอนุภาคนั้นควรเป็นข้อมูลใน 3 มิติ และมีระบบพิกัดเดียวกับระบบพิกัดของห้องฟอง วิทยานิพนธ์นี้เป็นวิธีการคำนวณหาทางเดินของอนุภาคใน 3 มิติที่มีระบบพิกัดที่แน่นอน โดยใช้ข้อมูลจากการวัดตำแหน่งบนภาพถ่ายทางเดินอนุภาคจากมุมมองที่แตกต่างกัน 2 มุม แนวความคิดที่นำมาใช้วิเคราะห์หาคำตอบที่ต้องการก็คือ ถือว่าอนุภาคมีทางเดินในห้องฟองเป็นเฮลิคซ์ และเส้นทางเดินของแสงทุกเส้นทางถือว่าเป็นเส้นตรงทั้งหมด

งานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือการวิเคราะห์ทางเดินอนุภาคโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับเวกเตอร์, เรขาคณิตสามมิติ และวิธีทางตัวเลข อีกส่วนก็คือการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณตามการวิเคราะห์ที่กล่าวถึง

เนื่องจากการวิเคราะห์นี้ได้ถือว่าแสงเดินเป็นเส้นตรงทั้งหมดและทางเดินอนุภาคเป็นเฮลิคซ์ โดยสมมุติซึ่งคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงอยู่บ้างดังนั้นผลการคำนวณจึงได้เพียงค่าประมาณ การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ไปใช้ควรได้แก้ไข ณ สองจุดนี้ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งของ
รองศาสตราจารย์ ดร.ภิญโญ บัญหารชุน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้แนะนำและให้
ข้อคิดต่าง ๆ ในการวิจัยมาโดยตลอด และในการวิจัยนี้ส่วนสำคัญอันหนึ่งคือการสร้างโปรแกรม
คอมพิวเตอร์ ผู้ให้การสนับสนุนในครั้งนี้อย่างดียิ่งคือ นางสาวลัดดาวัลย์ ด่านศิริวิโรจน์ ผู้ให้ยืมเครื่อง
คอมพิวเตอร์ใช้ตลอดการวิจัยนี้ จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา - มารดา และครูอาจารย์ผู้เคยประสิทธิ์
ประสาทความรู้ ให้ข้าพเจ้าได้ศึกษาได้สำเร็จตามความมุ่งหมายด้วย

ศูนย์วิทยพัทธยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ณ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. ทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณ	4
3. ลักษณะของตำแหน่งจากภาพ.....	6
4. การเตรียมข้อมูล	11
5. การจัดการกับข้อมูลเพื่อให้ได้ทางเดินของอนุภาคใน 3 มิติ	18
6. โปรแกรมคอมพิวเตอร์	41
7. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	84
เอกสารอ้างอิง	93
ภาคผนวก	
ก. โปรแกรมเปลี่ยนระบบแกนพิกัด	94
ข. โปรแกรมวิเคราะห์ทางเดินอนุภาคใน 3 มิติ	101
ค. ตำแหน่งจุดอ้างอิงระนาบ C	111
ง. การคำนวณหาจุดใกล้ที่สุดระหว่างเส้นตรงสองเส้นใน 3 มิติ	112
จ. การเปลี่ยนสมการ (5.39) เป็นสมการ (5.40)	113
ประวัติผู้เขียน	114

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	รูปร่างและขนาดจุดอ้างอิง	7
2.	ตำแหน่งจุดอ้างอิงบนระนาบ A	8
3.	ตำแหน่งจุดอ้างอิงบนระนาบ B	9
4.	ตำแหน่งจุดอ้างอิงบนระนาบ C	111



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1. ผังตำแหน่งกล้องกับห้องฟองและแม่เหล็กมองจากด้านกล้อง.....	6
2. ผังตำแหน่งกล้องกับห้องฟองมองด้านข้าง(ตามแกน y)	6
3. ภาพจุดอ้างอิงที่จะเห็น โดยกล้องหมายเลข 1	7
4. ภาพจุดอ้างอิงที่จะเห็น โดยกล้องหมายเลข 2	8
5. ภาพจุดอ้างอิงที่จะเห็น โดยกล้องหมายเลข 3	8
6. ตัวอย่างทางเดินอนุภาคที่จะเห็น โดยกล้องที่ 1	10
7. ตัวอย่างทางเดินอนุภาคที่จะเห็น โดยกล้องที่ 2	10
8. ตัวอย่างทางเดินอนุภาคที่จะเห็น โดยกล้องที่ 3	10
9. ลักษณะตำแหน่งของเครื่องอ่านตำแหน่งจากภาพ	11
10. ลักษณะของเครื่องวัดตำแหน่งจากภาพ	12
11. ภาพห้องฟองมองตามแกน X	14
12. ผังงานอย่างคร่าว ๆ	18
13. แสดงการเปลี่ยนระบบพิกัด	20
14. ก. ระบบพิกัดของเครื่องวัด	21
ข. ระบบพิกัดของห้องฟอง	21
15. แสดงพิกัดในรูปที่ 14. ทั้ง ก. และ ข. พร้อม ๆ กัน	22
16. แสดงระบบพิกัดของห้องฟองและของเครื่องวัด	23
17. แสดงตำแหน่งในแกน Z ของเลนส์ ภาพและจุดอ้างอิง	23
18. แสดงตำแหน่งเลนส์ , ภาพจุดอ้างอิง และตำแหน่งจุดอ้างอิงในสองระบบ	27
19. ภาพเส้นทางเดินอนุภาคและระบบแกนพิกัดที่ไม่เหมาะสมจะทำสมการการถดถอยพหุนาม	27
20. แสดงการหมุนแกนจากระบบพิกัดห้องฟองไปให้สะดวกแก่การสร้างฟังก์ชันถดถอยพหุนาม	28
21. รูปผิวกรวย	30
22. ภาพแสดงจุดตัดของเส้นตรงกับผิวกรวย	32
23. แสดงการหาจุดเริ่มต้นของทางเดินอนุภาคในสามมิติ โดยการลากเส้นตรงจากจุดในภาพถ่ายผ่านตำแหน่งเลนส์ของแต่ละกล้อง	34

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
24.	ฉายเงาทางเดินอนุภาคขนานแกน Z ลงบนระนาบ Z เท่ากับค่าคงที่	35
25.	แสดงการหาจุดศูนย์กลางและรัศมี	36
26.	แสดงมุมอาซิมัท ของเส้นสัมผัสทางเดิน	37
27.	หาค่า K จาก 2 จุดแรกบนทางเดินอนุภาค	38
28.	การหามุมกับระนาบ X - Y จากเส้นสัมผัสทางเดินอนุภาค	39
29.	แสดงมุมซีกและมุมอาซิมัท	40
30.	ลำดับการทำงานตาม 6.1.1	42
31.	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำงานตาม 6.1.1	43
32.	ลำดับการทำงานเปลี่ยนระบบพิกัด	49
33.	โปรแกรมย่อยเปลี่ยนพิกัด	49
34.	โปรแกรมเปลี่ยนพิกัด	50
35.	ลำดับการทำงานคำนวณมุม	51
36.	ลำดับการทำงานหมุนแกน	51
37.	โปรแกรมคำนวณมุมและหมุนแกน	52
38.	โปรแกรมย่อยคำนวณมุม	53
39.	โปรแกรมย่อยหมุนแกน	54
40.	โปรแกรมหลักหมุนแกน	54
41.	ผังงานย่อยคำนวณค่าดีเทอร์มิแนนต์	55
42.	ลำดับการทำงานปรับระบบแกนเดียวกับแกนของห้องฟอง	56
43.	โปรแกรมย่อยคำนวณค่าดีเทอร์มิแนนต์	56
44.	โปรแกรมคำนวณตำแหน่งเลนส์และตำแหน่งเลื่อนแกน	57
45.	ลำดับการเก็บข้อมูลลงจานบันทึกแม่เหล็ก	58
46.	โปรแกรมบันทึกข้อมูลลงจานแม่เหล็ก	59
47.	ลำดับการเรียกข้อมูลจากแผ่นบันทึกแม่เหล็ก	61
48.	โปรแกรมอ่านข้อมูลจากจานบันทึกแม่เหล็ก	62
49.	ลำดับขั้นการรับข้อมูลทางเดินอนุภาคจากเบ้นนิมฟ์และการตรวจการ ป้อนข้อมูล	63
50.	โปรแกรมรับข้อมูลตรวจสอบการป้อนข้อมูลและแก้ไข	63

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

51. ลำดับการทำงานย่อยเปลี่ยน (U,V) เป็น (X,Y) และลำดับการทำงานย่อยหมุนแกน 67

52. ลำดับการทำงานหลักเปลี่ยนระบบแกนจาก (U,V) เป็น (X,Y) แล้วหมุนแกนให้ขนานกับระบบของจุดอ้างอิง และเลื่อนจุดกำเนิดให้เป็นระบบเดียวกับระบบจุดอ้างอิง 68

53. โปรแกรมย่อยเปลี่ยนระบบ (U,V) เป็น (X,Y) และโปรแกรมย่อยหมุนแกน 69

54. โปรแกรมหลักเปลี่ยนระบบ (U,V) เป็น (X,Y) แล้วโปรแกรมหมุนแกนให้ขนานแกนของระบบของห้องฟอง และโปรแกรมเลื่อนแกนให้เป็นระบบเดียวกับพิกัดของจุดอ้างอิงในห้องฟอง 69

55. ลำดับขั้นการทำงานสร้างฟังก์ชันพหุนาม 72

56. ลำดับการทำงานย่อยปรับไม่ให้ค่าในแนวเส้นทแยงมุมของแมทริกซ์เป็น 0 72

57. โปรแกรมหลักสร้างฟังก์ชันพหุนาม 73

58. โปรแกรมย่อยจัดค่าแนวเส้นทแยงมุมของแมทริกซ์ไม่ให้เป็น 0 75

59. ลำดับการทำงานหาค่าตำแหน่งใน 3 มิติ 77

60. โปรแกรมการหาค่าตำแหน่งใน 3 มิติ 78

61. ลำดับการทำงานหาค่าตอบต่างจากทางเดินใน 3 มิติ 81

62. โปรแกรมการหาค่าตอบต่าง ๆ จากทางเดินใน 3 มิติ 82

63. แสดงภาพที่จะปรากฏบนจอทันทีที่เริ่มใช้โปรแกรม 84

64. คอมพิวเตอร์รับข้อมูลจุดอ้างอิงจากภาพที่ 1 85

65. คอมพิวเตอร์รับข้อมูลจุดอ้างอิงจากภาพที่ 2 85

66. คอมพิวเตอร์เตือนให้เตรียมตัวตรวจสอบข้อมูลและแก้ไขให้ถูกต้อง .. 86

67. คอมพิวเตอร์แสดงข้อมูลที่ได้รับจากผู้ใช้และถามการตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ 87

68. คอมพิวเตอร์ปรากฏข้อความบอกให้ผู้ใช้เตรียมบ่อนข้อมูลที่เหลือ 88

69. เป็นลำดับการป้อนข้อมูลที่จะเห็นได้ทางจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ 89

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

70. คอมพิวเตอร์แสดงข้อมูลที่ป้อนเข้าไปใหม่และสอบถามความถูกต้องที่ละ
ค่าตามลำดับ 90

71. คอมพิวเตอร์แสดงผลสุดท้ายของการวิเคราะห์ทางเดินอากาศ 91



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย