การออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวจากแสงเลี้ยวเบน

Design and Fabrication of the Refractive Index of Liquid by Diffracted Light

กัลยณัฐ แสงสุริยา

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กุมภาพันธ์ 2553
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ กัลยณัฐ แสงสุริยา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์สำเภา จงจิตต์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ณสรรค์ ผลโภค)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สำเภา จงจิตต์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรสิงห์ ไชยคุณ)

..... กรรมการ
(ดร. สรายุทธ เดชะปัญญา)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)
วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์สำเภา จงจิตต์ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์นิรันดร์ วิทิตอนันต์ ที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ณสรรค์ ผลโภค ที่ให้ความกรุณามาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สุรสิงห์ ไชยคุณ และดร. สรายุทธ เดชะปัญญา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้อำนวยการโรงเรียนนาดูนประชาสรรพ์ ตลอดจนเพื่อนครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุภีร์ คุณแม่ปภิญญา แสงสุริยา และพี่ ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

กัลยณัฐ แสงสุริยา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

49990289: สาขาวิชา: ฟิสิกส์ศึกษา; วท.ม. (ฟิสิกส์ศึกษา)
คำสำคัญ: ค่าดัชนีหักเห/ การเลี้ยวเบนแสง/ สารละลาย/ ความเข้มข้น/ เลเซอร์

กัลยณัฐ แสงสุริยา : การออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวจากแสงเลี้ยวเบน (DESIGN AND FABRICATION OF THE REFRACTIVE INDEX OF LIQUID BY DIFFRACTED LIGHT) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สำเภา จงจิตต์, วท.ม. 140 หน้า. ปี พ.ศ. 2553.

ค่าดัชนีหักเห (n) เป็นสมบัติทางแสงอย่างหนึ่งของสสารซึ่งสามารถหาได้หลายวิธี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง และหาค่าดัชนีหักเหของ น้ำ และสารละลายน้ำตาล ค่าดัชนีหักเหจากชุดทดลองนี้หาได้จากสมการ $n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2$ โดยตัวกลางที่ 1 เป็นอากาศ ($n_1 = 1$) และตัวกลางที่ 2 เป็นของเหลวที่ต้องการหาค่าดัชนีหักเห ส่วนความยาวคลื่นแสงของตัวกลางที่ 1 (อากาศ) และตัวกลางที่ 2 (ของเหลว) หาด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงผ่าน สลิตเดี่ยว สลิตคู่ และเกรตติง มีผลการศึกษาดังนี้ ชุดทดลองที่สร้างขึ้นประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ กล่องพลาสติกสำหรับใส่ของเหลวที่ต้องการหาค่าดัชนีหักเห พร้อมตัวเลี้ยวเบนแสงเพื่อให้เกิดการแทรกสอดบนฉากที่วางอยู่ห่างออกไป 3 แบบ ได้แก่สลิตเดี่ยว สลิตคู่ และเกรตติง เมื่อนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปหาค่าดัชนีหักเหของน้ำพบว่ามีค่าประมาณ 1.29-1.37 และเมื่อนำไปวัดค่าดัชนีหักเหของสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ค่าดัชนีหักเหของน้ำตาลสัมพันธ์กับความเข้มข้นของน้ำตาลแบบเชิงเส้นตามสมการ $n_{Sugar} = 0.0049x + 1.247$ ($R^2 = 0.9954$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

42925473: MAJOR: PHYSICS EDUCATION; M.Sc. (PHYSICS EDUCATION)
KEYWORDS: REFRACTIVE INDEX/ DIFFRACTED LIGHT/ SOLUTION CONCENTRATION/LASER
KULYANAT SANGSURIYA : DESIGN AND FABRICATION OF THE REFRACTIVE INDEX OF LIQUID BY DIFFRACTED LIGHT. ADVISORY COMMITTEE: SAMPHAO JONGJITTA, M.Sc. 140 P. 2010.

Abstract

Refractive index (n) is an optical property of the matters which can be obtained from various methods. The objectives of this work are to fabricate apparatus of refractive index by diffracted light technique and study the influence of solution concentration to refractive index. The refractive index of liquid from this apparatus was calculated from equation $n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2$, which the first media is air ($n_1 = 1$) and the second media is the liquid that want to find the refractive index. The wavelength of light in the first media (air) and the second media (liquid) were measured by diffracted light from single slit, double slit and grating. The fabricated apparatus are composed of laser, transparent plastic case to fill the desired liquid for refractive index measurement and 3 types of diffraction equipments which are single slit, double slit and grating to obtain the interference pattern on screen. The results revealed that the refractive index of water at room temperature was about 1.29-1.37. The refractive index of sugar solution vary with and sugar concentration in linearity with $n_{Sugar} = 0.0049x + 1.247$ ($R^2 = 0.9954$).

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 4

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 5

แสงและสมบัติของแสง..... 5

การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง..... 11

ดัชนีหักเหของตัวกลาง..... 18

การสร้างชุดทดลองหรืออุปกรณ์การทดลอง..... 20

การสอนแบบทดลอง..... 23

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 26

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 27

กรอบแนวคิดของการวิจัย..... 28

การออกแบบและสร้างเครื่องมือ..... 30

การหาค่าดัชนีหักเหของน้ำด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้น..... 34

การทดลองหาค่าดัชนีหักเหของสารละลายน้ำตาล..... 35

การจัดทำเอกสารประกอบชุดทดลอง..... 36

การประเมินชุดทดลอง..... 37

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	39
การออกแบบและสร้างชุดทดลอง	39
การทดลองวัดค่าดัชนีหักเหของน้ำ	48
การทดลองวัดค่าดัชนีหักเหของสารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ	63
การประเมินชุดทดลองที่สร้างในงานวิจัย	65
5 สรุปผลและอภิปรายผล	69
สรุปผล	69
อภิปรายผล	71
ข้อเสนอแนะ	73
เอกสารอ้างอิง	74
ภาคผนวก	75
ภาคผนวก ก	75
ภาคผนวก ข	84
ภาคผนวก ค	116
ประวัติย่อของผู้วิจัย	140

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ค่าดัชนีหักเหแสงของสารชนิดต่าง ๆ โดยประมาณ (n) เทียบกับค่า 1.0000 ของสุญญากาศ เมื่อใช้แสงที่มีขนาดความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร..... 19

4-1 ระยะ x เมื่อแปรค่า D ของสลิตเดี่ยวจากการคำนวณทางทฤษฎี..... 39

4-2 ระยะ x เมื่อแปรค่า D ของสลิตคู่จากการคำนวณทางทฤษฎี..... 40

4-3 ระยะ x เมื่อแปรค่า D ของสลิตเกรตติงจากการคำนวณทางทฤษฎี..... 41

4-4 ค่าความยาวคลื่นแสงในอากาศเมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยว..... 46

4-5 ค่าความยาวคลื่นแสงในอากาศเมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่..... 47

4-6 ค่าความยาวคลื่นแสงในอากาศเมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านเกรตติง..... 47

4-7 ค่าความยาวคลื่นแสงในอากาศเมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยว..... 49

4-8 ค่าความยาวคลื่นแสงในน้ำเมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยว..... 49

4-9 ค่าดัชนีหักเหของน้ำเมื่อใช้สลิตเดี่ยวเป็นตัวเลี้ยวเบนแสง..... 52

4-10 ค่าความยาวคลื่นแสงในอากาศเมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่..... 54

4-11 ค่าความยาวคลื่นแสงในน้ำเมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่..... 54

4-12 ค่าดัชนีหักเหของน้ำเมื่อใช้สลิตคู่เป็นตัวเลี้ยวเบนแสง..... 57

4-13 ค่าความยาวคลื่นแสงในอากาศเมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเกรตติง..... 59

4-14 ค่าความยาวคลื่นแสงในน้ำเมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเกรตติง..... 59

4-15 ค่าดัชนีหักเหของน้ำเมื่อใช้เกรตติงเป็นตัวเลี้ยวเบนแสง..... 62

4-16 ค่าดัชนีหักเหของสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน..... 63

4-17 ค่าดัชนีหักเหของน้ำที่อุณหภูมิห้องเมื่อใช้สลิตเดี่ยวเป็นตัวเลี้ยวเบนแสง..... 66

4-18 ค่าดัชนีหักเหของน้ำที่อุณหภูมิห้องเมื่อใช้สลิตคู่เป็นตัวเลี้ยวเบนแสง..... 66

4-19 ค่าดัชนีหักเหของน้ำที่อุณหภูมิห้องเมื่อใช้เกรตติงป็นตัวเลี้ยวเบนแสง..... 66

4-20 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลอง..... 67

4-21 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลอง..... 68

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 รังสีตกกระทบ รังสีหักเห และรังสีสะท้อนของแสงที่เดินทางจากอากาศไปยังน้ำ…….. 3

2-1 สเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า..... 6

2-2 สมบัติคลื่นของแสง……..... 6

2-3 ปรากฏการณ์โฟโตอิเลคตริก……..... 7

2-4 การแทรกสอดของแสงผ่านช่องแคบหรือสลิตคู่..... 9

2-5 การเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว……..…….. 10

2-6 แนวทางเดินของแสงผ่านสลิตเดี่ยว……..... 11

2-7 แถบของการเลี้ยวเบนจากสลิตเดี่ยวและระยะห่างระหว่างแถบมืดแรกกับแถบสว่างกลาง (x_1) และ แถบมืดที่สองกับแถบสว่างกลาง (x_2)……..... 11

2-8 แนวเสริมกันและแนวหักล้างของการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่……. 12

2-9 การแทรกสอดบนฉาก……..……... 13

2-10 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านสลิตเดี่ยว……...……..…….. 14

2-11 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านสลิตคู่……...……..... 15

2-12 การแทรกสอดของสลิตเดี่ยวและสลิตคู่……...…….…….... 16

2-13 การเลี้ยวเบนเนื่องจากเกรตติงจะสังเกตเห็นแถบสว่างกลางและแถบสว่างอันดับที่ 1 และ 2 ทางด้านขวาและทางด้านซ้ายของแถบสว่างกลาง……...…… 17

2.14 การเลี้ยวเบนจากเกรตติง……..……...……..... 17

3-1 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....……..……...……..... 29

3-2 แนวทางเดินของแสงผ่านสลิตเดี่ยว.....……..……...……..... 30

3-3 แนวทางเดินของแสงผ่านสลิตคู่.....……..……...……..... 31

3-4 แนวทางเดินของแสงผ่านเกรตติง.....……..……...……..... 31

3-5 แนวทางเดินของแสงผ่านเกรตติงที่ใช้คำนวณทางทฤษฎี.....……..... 32

3-6 ไดอะแกรมของชุดทดลองที่จะสร้างขึ้นในงานวิจัยนี้.....……...……..... 33

4-1 ชุดทดลองวัดค่าดัชนีหักเห กรณีใช้สลิตเดี่ยวและสลิตคู่เป็นตัวเลี้ยวเบนแสง……. 42

4-2 แท่งใส่กระบอกเลเซอร์……..……...……..…… 43

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-3 ฉากรับริ้วการแทรกสอดของแสง……..……..……..…… 44

4-4 รางเลื่อนฉาก……..……...……...…… 44

4-5 กล่องพลาสติกใสสำหรับใส่ของเหลวที่ต้องการหาค่าดัชนีหักเห…..……..…… 44

4-6 ชุดทดลองการหาค่าดัชนีหักเหของแสงเมื่อใช้แผ่นเกรตติงเป็นตัวเลี้ยวเบนแสง..... 45

4-7 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยวในอากาศที่ระยะ D 50 cm… 50

4-8 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยวในอากาศที่ระยะ D 100 cm.. 50

4-9 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยวในอากาศที่ระยะ D 150 cm.. 50

4-10 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยวในน้ำที่ระยะ D 50 cm…… 51

4-11 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยวในน้ำที่ระยะ D 100 cm….. 51

4-12 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยวในน้ำที่ระยะ D 150 cm 51

4-13 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่ในอากาศที่ระยะ D 50 cm…… 55

4-14 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่ในอากาศที่ระยะ D 100 cm…. 55

4-15 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่ในอากาศที่ระยะ D 150 cm….. 55

4-16 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่ในน้ำที่ระยะ D 50 cm…….. 56

4-17 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่ในน้ำที่ระยะ D 100 cm…… 56

4-18 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตคู่ในน้ำที่ระยะ D 150 cm…… 56

4-19 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านสลิตเดี่ยวในอากาศที่ระยะ D 50 cm... 60

4-20 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านเกรตติงในอากาศที่ระยะ D 100 cm… 60

4-21 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านเกรตติงในอากาศที่ระยะ D 150 cm… 60

4-22 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านเกรตติงในน้ำที่ระยะ D 50 cm…… 61

4-23 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านเกรตติงในน้ำที่ระยะ D 100 cm…….. 61

4-24 ตัวอย่างแถบการแทรกสอดของแสงเลี้ยวเบนผ่านเกรตติงในน้ำที่ระยะ D 150 cm…….. 61

4-25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีหักเหกับความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล
จากชุดทดลองที่จัดขึ้นในงานวิจัย…… 64

ข-1 ตัวอย่างการเกิดริ้วการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่หรือเกรตติง…….. 90

ข-2 ตัวอย่างการเกิดริ้วการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตเดี่ยว.....……..…….. 91

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ข-3 แสดงการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว..... 96
ข-4 แนวทางเดินของแสงผ่านสลิตเดี่ยว..... 97
ข-5 ริ้วของการเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยว..... 97
ข-6 แสดงแนวเสริมกันและแนวหักล้างของการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่..... 98
ข-7 แสดงการแทรกสอดบนฉาก..... 99
ข-8 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านสลิตเดี่ยว..... 100
ข-9 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านสลิตคู่..... 100
ข-10 การแทรกสอดของสลิตเดี่ยวและสลิตคู่..... 101
ข-11 การเลี้ยวเบนเนื่องจากเกรตติง..... 102
ข-12 แสดงการเลี้ยวเบนเนื่องจากเกรตติง..... 102
ข-13 แนวทางเดินของแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว..... 105
ข-14 แนวทางเดินของแสงผ่านช่องแคบคู่..... 105
ข-15 แนวทางเดินของแสงผ่านเกรตติง..... 105
ข-16 ชุดทดลองวัดค่าดัชนีหักเห กรณีใช้สลิตเดี่ยวและสลิตคู่เป็นตัวเลี้ยวเบนแสง..... 106
ข-17 ชุดทดลองวัดค่าดัชนีหักเหเมื่อใช้เกรตติงเป็นตัวเลี้ยวเบนแสง..... 107
ค-1 แสดงการเลี้ยวเบนของแสงผ่านสลิตเดี่ยว..... 121
ค-2 แนวทางเดินของแสงผ่านสลิตเดี่ยว..... 122
ค-3 ริ้วของการเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยว..... 122
ค-4 แสดงแนวเสริมกันและแนวหักล้างของการแทรกสอดของแสงผ่านสลิตคู่..... 123
ค-5 แสดงการแทรกสอดบนฉาก..... 124
ค-6 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านสลิตเดี่ยว..... 125
ค-7 การแทรกสอดเมื่อแสงผ่านสลิตคู่..... 125
ค-8 การแทรกสอดของสลิตเดี่ยวและสลิตคู่..... 126
ค-9 การเลี้ยวเบนเนื่องจากเกรตติง..... 127
ค-10 แสดงการเลี้ยวเบนเนื่องจากเกรตติง..... 127

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ค-11 แนวทางเดินของแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว……..…….…… 130
ค-12 แนวทางเดินของแสงผ่านช่องแคบคู่……..……..……... 130
ค-13 แนวทางเดินของแสงผ่านเกรตติง……..……..…. 130
ค-14 ชุดทดลองวัดค่าดัชนีหักเห กรณีใช้สลิตเดี่ยวและสลิตคู่เป็นตัวเลี้ยวเบนแสง……. 131
ค-15 ชุดทดลองวัดค่าดัชนีหักเหเมื่อใช้เกรตติงเป็นตัวเลี้ยวเบนแสง……..…… 132

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University