สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	การเลี้ยวเบนแบบเฟรสเนล	3
	2.1 กล่าวโดยทั่วไป	3
	2.2 หลักการของฮอยเกน	3
	2.3 การเคลื่อนที่ของคลื่นและ vibration curve	5
	2.4 เฟรสเนลโซน	12
	2.5 ก. การเลี้ยวเบนแสงของรูกลม	17
	2.5 ข. การเลี้ยวเบนแสงของแผ่นกลมทึบแสง	23
	2.6 โซนเพลต	24
	2.7 Fresnel Integrals	26
บทที่ 3	อุปกรณ์และวิธีการที่ใช้เกี่ยวกับการทดลอง	31
	3.1 อุปกรณ์	31
	3.2 การทำตัวอย่างเพื่อการทดลอง	34
	3.3 การจัดตั้งเครื่องมือสำหรับการทดลอง	35
	3.4 การเก็บข้อมูล	36
บทที่ 4	ผลการทดลองและการวิเคราะห์	37
	4.1 การศึกษาทางยาวโฟกัสของโซนเพลตที่สร้างขึ้น	37
	4.2 การทดลองการเลี้ยวเบนของรูกลม	40
	4.3 การทดลองโดยการใช้เลนซ์นูนเข้าช่วยดูรูปแบบการเลี้ยวเบน	47
	4.4 การทดลองการเลี้ยวเบนของขอบวัตถุ	48
	4.5 การทดลองการเลี้ยวเบนของร่องเดี่ยว	54
	4.6 การทดลองการเลี้ยวเบนของวัตถุทึบแสง	64

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

4.7 การทดลองการเลี้ยวเบนของวัตถุกลมทึบแสง 68

4.8 การทดลองการเลี้ยวเบนของวัตถุรูปร่างแหวน 69

4.9 การทดลองการเลี้ยวเบนจากตัวอย่างวัตถุต่าง ๆ ที่ทำขึ้น 70

บทที่ 5 สรุปผลและอภิปราย 73

ภาคผนวก 78

บรรณานุกรม 87

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายการตารางประกอบ

		หน้า
ตารางที่ 4.1	แสดงผลการทดลองหาความยาวโฟกัสของโซนเพลต	37
ตารางที่ 4.2	แสดงตำแหน่งของการเกิดเฟรสเนลโซนในวัตถุ ณ ตำแหน่งภาพต่าง ๆ	46
ตารางภาคผนวก 1		78
ตารางภาคผนวก 2		81
ตารางภาคผนวก 3		83
ตารางภาคผนวก 4		85

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายการภาพประกอบ

		หน้า
รูปที่ 2.1	แสดงการแผ่คลื่นแสงตามหลักการฮอยเกน	4
รูปที่ 2.2	แสดงการแบ่งพื้นที่ผิวหน้าคลื่นทรงกลมออกเป็นแถบวงกลม อยู่ห่างจากจุด P เป็นระยะ r และ r+Δr	5
รูปที่ 2.3	แสดงการรวมกันของเวคเตอร์อัมปลิจูดจากการแทรกสอดที่จุด P	7
รูปที่ 2.4	แสดง vibration curve ที่สัมพันธ์กับการแบ่งแถบวงกลมออกเป็นแถบวงกลมประกอบย่อย ๆ	8
รูปที่ 2.5	แสดงหน้าตัดของคลื่นทรงกลมที่ถูกแบ่งออกเป็นแถบวงกลม	9
รูปที่ 2.6	แสดงการแบ่งพื้นที่ผิวหน้าคลื่นออกเป็นเฟรสเนลโซน	13
รูปที่ 2.7	แสดงการรวมของอัมปลิจูดที่เกิดจาก Half-period zone	16
รูปที่ 2.8	แสดง vibration curve ของ Half-period zone ด้วย vibration spiral	17
รูปที่ 2.9	แสดงทางเดินแสงเมื่อผ่านรูกลมแล้วเกิดการเลี้ยวเบน	18
รูปที่ 2.10	Vibration spiral curve ที่ใช้อธิบายรูปแบบการเลี้ยวเบนของวัตถุกลม	18
รูปที่ 2.11	ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของรูกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 มม. ที่ระยะภาพต่าง ๆ กัน	20
รูปที่ 2.12	ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของวัตถุทึบแสงทรงกลม	24
รูปที่ 2.13	ภาพแสดงตัวอย่างแบบของโซนเพลต	25
รูปที่ 2.14	รูปแสดงการเลี้ยวเบนแบบเฟรสเนลบนขอบวัตถุ	26
รูปที่ 2.15	รูปแสดง Cornu's spiral	29
รูปที่ 2.16	รูปแสดงการใช้ความยาวเวคเตอร์ใน Cornu's spiral กับการเลี้ยวเบนของขอบวัตถุ เพื่อหาอัมปลิจูด ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บนฉาก	30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

รูปที่ 2.17 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของค่า v, x,และ y ใน The Fresnel Integrals 30

รูปที่ 3.1 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนที่เกิดจาก pin-hole 32

รูปที่ 3.2 Diagram แสดงกรอบที่ใช้ยึด pin-hole ซึ่งปรับได้ 2 ทิศทาง 33

รูปที่ 3.3 Diagram แสดงการจัดลำแสงให้ขนานเพื่อใช้ทดลอง และการจัดเครื่องมือเพื่อการทดลอง 36

รูปที่ 4.1 ภาพแสดงการรวมแสงของโซนเพลต ณ ตำแหน่งต่าง ๆ เมื่อฉากเลื่อนเข้าหาจุดโฟกัส 38

รูปที่ 4.2 ภาพแสดงตำแหน่งโฟกัสของโซนเพลต 39

รูปที่ 4.3 ภาพแสดงการใช้โซนเพลตแทนเลนซ์รับภาพการเลี้ยวเบนของวัตถุรูป Y' 39

รูปที่ 4.4 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของรูกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 มม. เมื่อใช้ลำแสงขนานแล้วเปลี่ยนระยะภาพ 40

รูปที่ 4.5 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของรูกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 มม. ใช้ลำแสงไม่ขนาน เมื่อระยะวัตถุคงที่ แล้วเปลี่ยนระยะภาพ 42

รูปที่ 4.6 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของรูกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.8 มม. ใช้ลำแสงไม่ขนาน เมื่อระยะภาพคงที่ แล้วเปลี่ยนระยะวัตถุ 43

รูปที่ 4.7 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของรูกลมที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เมื่อกำหนดระยะภาพกับระยะวัตถุให้ 44

รูปที่ 4.8 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนที่อยู่ใกล้ ๆ วัตถุเมื่อใช้เลนซ์ช่วยดูรายละเอียด 47

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

รูปที่ 4.9 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของขอบใบมีดโกนหนวด 49

รูปที่ 4.10 Diagram แสดงตำแหน่ง P บนฉากที่สอดคล้องกับการใช้ Cornu's spiral เพื่อหาอัมปลิจูด 50

รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า v กับอัมปลิจูดของวัตถุ 53

รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า v กับความเข้มแสง 53

รูปที่ 4.13 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของวัตถุสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 1.4 มม. ยาว 3.14 มม. ใช้กับลำแสงขนาน 55

รูปที่ 4.14 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของร่องเดี่ยว กว้าง 1.7 มม. ใช้กับลำแสงขนาน 56

รูปที่ 4.15 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของร่องเดี่ยวแคบ ขนาดกว้าง 0.098 มม. ใช้ลำแสงขนาน 57

รูปที่ 4.16 ภาพแสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการเลี้ยวเบนของร่องเดี่ยวแคบต่างชนิดกัน ใช้ลำแสงขนาน 58

รูปที่ 4.17 รูปแสดงส่วนของหน้าคลื่นที่ร่องเดี่ยวเปิดให้ไปถึงฉากแล้วเกิดการเลี้ยวเบน 60

รูปที่ 4.18 รูปแสดงการใช้ Cornu's spiral กับการเลี้ยวเบนของร่องเดี่ยว 60

รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับค่า v เมื่อร่องเดี่ยวมีค่า $\Delta v = 0.4$ 62

รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับค่า v เมื่อร่องเดี่ยวมีค่า $\Delta v = 1.4$ 62

รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มกับค่า v ของร่องเดี่ยวมีค่า $\Delta v = 4.2$ 63

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หน้า

รูปที่ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มกับค่า v ของรองเดี่ยวมีค่า $\Delta v = 6.4$ 63

รูปที่ 4.23 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนที่เกิดจากเส้นผมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.092 มม. ใช้ลำแสงไม่ขนาน 64

รูปที่ 4.24 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของแถบทึบแสงโตสม่ำเสมอกว้าง 0.312 มม. ใช้ลำแสงไม่ขนาน 64

รูปที่ 4.25 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของเข็มต่างขนาดกัน พร้อมกับขอบของไอริส ใช้ลำแสงไม่ขนาน 65

รูปที่ 4.26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับค่า v ของวัตถุทึบแสงมีค่า $\Delta v = 0.4$ 67

รูปที่ 4.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับค่า v ของวัตถุทึบแสง มีค่า $\Delta v = 1.6$ 67

รูปที่ 4.28 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของวัตถุกลมทึบแสงเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.00 มม. ติดกับปลายเข็มเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มม. ลำแสงไม่ขนาน 69

รูปที่ 4.29 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของวงแหวนกลวง กว้าง 0.05 มม. ใช้ลำแสงขนาน 70

รูปที่ 4.30 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของวัตถุ ⊠ ใช้ทั้งลำแสงขนานและไม่ขนาน 71

รูปที่ 4.31 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของวัตถุ △ ใช้ลำแสงขนาน 72

รูปที่ 4.32 ภาพแสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนของวัตถุรูกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.219 มม. จุดศูนย์กลางห่างกัน 0.815 มม. 72

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved