อำนาจการแยกแยะของการแทรกสอดสนามใกล้สำหรับการตรวจวัดความเอียงของระนาบ

วันทนา เก้าเอี้ยน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา มิถุนายน 2559 ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา ้วิทยานิพนธ์ของ วันทนา เก้าเอี้ยน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

**A A - A** อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คร.สรไกร ศรีศุภผล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ยุทธพร ริกแร๊ม ประธาน 

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คร.สรไกร ศรีศุภผล)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ คร.สรายุธ เคชะปัญญา)

Mu 15 กรรมการ

(ดร.ศรัณย์ ภิบาลชนม์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา

I ม คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คร.เอกรัฐ ศรีสุข) วันที่.... เดือน... มิ ฏ ๖๖ ๔๛ การวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษา โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2556

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ. ดร.สรไกร ศรีศุภผล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วย ความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุน ทุนการศึกษา และทุนวิจัยตลอดหลักสูตร

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อซุ่ยหะ เก้าเอี้ยน คุณแม่นงลักษณ์ เก้าเอี้ยน น้อง ๆ ญาติ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแค่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและ ประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

วันทนา เก้าเอี้ยน

56920172: สาขาวิชา: ฟิสิกส์ศึกษา; วท.ม. (ฟิสิกส์ศึกษา) คำสำคัญ: ปรากฏการณ์ทาล์บอต /การแทรกสอดสนามใกล้

วันทนา เก้าเอี้ยน: อำนาจการแยกแยะของการแทรกสอดสนามใกล้สำหรับการตรวจวัด ความเอียงของระนาบ (RESOLUTION POWER OF NEAR-FIELD INTERFERENCE FOR MEASURING PLANAR INCLINATION) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สรไกร ศรีศุภผล, วท.ด. 36 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

งานวิจัชนี้ศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงกับเกรทติงที่มีต่อริ้วรอยการแทรกสอด แบบสนามใกล้ นำไปสู่การประยุกต์ใช้ปรากฏการณ์ทาล์บอตสำหรับการวัดความลาดเอียงของ พื้นผิวที่แสงตกกระทบ โดยอาศัยการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ และคำนวณความกว้างของแถบสว่าง ริ้วรอยการแทรกสอดบนพื้นผิวที่แสงตกกระทบ โดยกำหนดให้ เกรทติงมีคาบเกรทติงเท่ากับ 50, 100, 150 และ 200 ไมโกรเมตร อัตราส่วนช่องเปิดมีค่า 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 และความยาวคลื่น แสง 445, 532 และ 635 นาโนเมตร พบว่า การเปลี่ยนแปลงระยะระหว่างฉากรับแสงกับเกรทติงทำ ให้ความกว้างของกราฟความเข้มแสงเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ และการเปลี่ยนแปลงความกว้าง ของแถบสว่างเมื่อใช้คาบของเกรทติง 50 ไมโกรเมตร อัตราส่วนช่องเปิด 0.9 และความยาวกลื่น แสง 635 นาโนเมตร สามารถตรวจวัดความเอียงของระนาบได้ค่ามุมน้อยที่สุดถึงระดับไมโครเมตร

# 56920172:MAJOR: PHYSICS EDUCATION; M.Sc. (PHYSICS EDUCATION)KEYWORDS:TALBOT EFFECT/NEAR-FIELD INTERFERENCE

WANTHANA KAO-IAN: RESOLUTION POWER OF NEAR-FIELD INTERFERENCE FOR MEASURING PLANAR INCLINATION. ADVISORY COMMITTEE: SORAKRAI SRISUPHAPHON, Ph.D. 36 P. 2016.

Aimed at the influence of the distance between the grating and the screen on the fringes of the near-field interference has been applied for measuring the planar inclination. The width of simulated intensity patterns are obviously changed when the distance between the grating and the screen is varied with small distances. Determine parameters. i.e. the grating period in the range of  $50 - 200 \mu m$ , the opening fraction in the range of 0.1 - 0.9 and the wavelength of 445, 532 and 635 nm, have been considered. The best sensitivity was obtained for the grating period of 50  $\mu m$ , the opening fraction of 0.9, and the wavelength of 635 nm, which provides the resolution of the planar inclination in the micrometer scale.

## สารบัญ

អ	น้ำ
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	R
สารบัญตาราง	រោ
สารบัญภาพ	ល្ង
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ตัวแปรที่ศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาคว่าจะได้รับจากการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
ฟังก์ชันคลื่นของการแทรกสอดแบบสนามใกล้	4
พรมของแสงในปรากฏการณ์ทาล์บอต	8
การกระจายความเข้มแสงของการแทรกสอค	9
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
3 วิธีดำเนินการวิจัย	14
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	14
ขั้นตอนในการคำเนินการวิจัย	19

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการคำเนินการวิจัย	18
ตอนที่ 1 การศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติง	
ที่มีต่อความเข้มแสง	18
ตอนที่ 2 การศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสง	. 20
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อแนะนำ	. 28
สรุปผลและอภิปรายผล	. 28
ข้อเสนอแนะ	. 29
บรรณานุกรม	. 30
ภาคผนวก	. 31
ประวัติย่อของผู้วิจัย	. 36

## สารบัญตาราง

ตารางที่	й	น้ำ
4-1	เปรียบเทียบความกว้างของกราฟ เมื่อแสงมีความยาวคลื่น $\lambda=532~{ m nm}$	
	คาบของเกรทติง $d=200~\mu\mathrm{m}$ อัตราส่วนช่องเปิด $f=0.5$ ระยะระหว่างเกรทติง	
	กับฉากรับแสง z = L <sub>T</sub> ที่รัศมีลำแสงแบบเกาส์ $\gamma$ มีค่าต่างๆ	23
4-2	เปรียบเทียบความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ค่าคงที่	
	ของเกรทติง d และค่าอัตราส่วนช่องเปิด $f$ ต่าง ๆ กำหนดมุมเอียง 0.1 องศา	
	แสงมีความยาวคลื่น 445 นาโนเมตร	24
4-3	เปรียบเทียบความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ค่าคงที่	
	ของเกรทติง d และค่าอัตราส่วนช่องเปิด $f$ ต่าง ๆ กำหนดมุมเอียง 0.1 องศา	
	แสงมีความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร	25
4-4	เปรียบเทียบความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ค่าคงที่	
	ของเกรทติง d และค่าอัตราส่วนช่องเปิด $f$ ต่าง ๆ กำหนดมุมเอียง 0.1 องศา	
	แสงมีความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร	26
4-5	ค่ามุมที่สามารถตรวจวัดได้ เมื่อความแตกต่างความกว้างของกราฟ	
	ความเข้มแสงเป็น 4 ใมโครเมตร และคาบของเกรทติง <i>d</i> ขนาด 50 ใมโครเมตร	27

## สารบัญภาพ

ภาพที่	ห	น้ำ
2-1	แผนผังลักษณะการบานออกของสำแสง	5
2-2	แผนผังการเลี้ยวเบนของแสง	6
2-3	แผนผังแบบจำลองเมื่อพื้นผิวระนาบทำมุมเอียง $oldsymbol{ heta}$ โดยให้ฉากรับที่ถูกหมุนไปมี	
	จุดหมุนอยู่ที่ระยะหนึ่งทาร์บอต	. 8
2-4	แบบจำลองริ้วรอยการแทรกสอดของแสงที่เกิดขึ้นในปรากฏการณ์ทาล์บอต	
	โดยในที่นี้ใช้แสงความยาวคลื่น 532 นาโนเมตรเลี้ยวเบนผ่านเกรทติงคาบ	
	ขนาด 200 ใมโครเมตร โดยมีอัตราส่วนช่องเปิด และใช้ผลรวมจาก -25 ถึง 25	
	โดยใช้สมการที่ 2-13 ลวคเสียบกระคาษวางบนผิวน้ำ	9
2-5	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับความเข้มแสงเมื่อ $L=1~m$	
	d = $200 \times 10^{-6} m$ และ $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการที่ 2-16	10
2-6	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับความเข้มแสงเมื่อ L = 1+ d m	
	d = $200 \times 10^{-6} m$ และ $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการ 2-16	10
2-7	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับผลต่างของความเข้มแสงเมื่อ L = 1 m	
	กับ $L = 1 + dm$ , $d = 200 \times 10^{-6} m$ และ $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการที่ 2-16	11
2-8	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับความเข้มแสงที่เกิดจาก f = 0.5	
	ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = L <sub>T</sub> เมื่อ d = $200 \times 10^{-6} m$ และ $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$	
	โดยใช้สมการที่ 2-13	12
2-9	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับความเข้มแสงที่เกิดจาก f = 0.5	
	ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = L <sub>T</sub> + d เมื่อd = $200 \times 10^{-6} m$ และ $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$	
	โดยใช้สมการที่ 2-13	12
2-10	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับผลต่างของความเข้มแสงที่เกิดจาก	
	f = 0.5 ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = $L_{T}$ กับที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = $L_{T}$ + d	
	เมื่อ d = $200 \times 10^{-6} m$ และ $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการที่ 2-13	13
2.11	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับผลต่างของความเข้มแสงที่เกิดจาก	
	f = 0.5 ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = $L_{T}$ กับที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = $L_{T} - 0.1d$	
	เมื่อ d = $200 \times 10^{-6} m$ และ $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการที่ 2-13	13

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้	้ำ
2-12	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับผลต่างของความเข้มแสง	
	ที่เกิดจาก f = 0.5 ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = $L_r$ กับที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = $L_r - 0.2d$	
	เมื่อ d = $200 \times 10^{-6} m$ และ $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการที่ 2-13	14
4-1	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสง โดยใช้คลื่น	
	มีความยาวคลื่น λ= 532 nm คาบของเกรทติง = 50 μm และอัตราส่วนช่องเปิด	
	$f = 0.5 \mu \dot{3}_{0} (n)  z = L_{T}(v)  z = L_{T} + 5 \mu m (n)  z = L_{T} - 5 \mu m (v)  z = L_{T} + 10 \mu m$	
	และ (จ) z = L <sub>r</sub> - 10 µm จากสมการที่ 2-13	19
4-2	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสง โดยใช้แสง	
	ความยาวคลื่น $\lambda = 532 \ \mathrm{nm}$ คาบของเกรทติง d = 200 $\mu\mathrm{m}$ อัตราส่วนช่องเปิด $f$ = 0.5	
	และระยะระหว่างเกรทติงกับฉากรับแสง z = L <sub>r</sub> ที่มุมเอียงต่างๆ ดังนี้ (ก) 0 องศา	
	(ข) 0.5 องศา (ค) 1 องศา (ง) 1.5 องศา และ (จ) 2 องศาโดยใช้สมการที่ 2-13 และ 2-14 2	21
4-3	เปรียบเทียบความแตกต่างของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x	
	และความเข้มแสง โดยใช้แสงความยาวกลื่น $\lambda = 532 \ \mathrm{nm}$ คาบของเกรทติง d = 200 $\mu\mathrm{n}$	n
	อัตราส่วนช่องเปิด $f$ = 0.5 และระยะระหว่างเกรทติงกับฉากรับแสง z = L $_{ m T}$ ระหว่าง	
	มุมเอียง 0 องศากับมุมเอียงต่างๆ คังนี้้ (ก) 0.5 องศา (ข) 1 องศา (ก) 1.5 องศา	
	และ (ง) 2 องศา โดยใช้สมการที่ 2-13 และ 2-14	22
4-4	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสง โดยใช้แสง	
	ความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร เลี้ยวเบนผ่านเกรทติงคาบ d ขนาค 50 ไมโครเมตร	
	โดยมีอัตราส่วนช่องเปิด f = 0.1 เมื่อ (ก) มุม 0 องศา และ (ข) มุม 0.2 องศา โดยใช้	
	สมการที่ 2-13 และ 2-14	23
ภาพม	กาคผนวก-1 คำสั่งการหาความเข้มแสงเฉลี่ย	32
ภาพม	กาคผนวก-2 คำสั่งและกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x	
กับค	วามเข้มแสง	33
ภาพม	กาคผนวก-3 การหาค่า x ที่บริเวณตำแหน่งของความเข้มแสงเฉลี่ย	34
ภาพม	กาคผนวก-4 การคำนวณหาความกว้างของกราฟ	35

บทที่ 1

บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแทรกสอดของแสงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการรวมกันของคลื่นจากแหล่งกำเนิด อาพันธ์ตั้งแต่สองแหล่งขึ้นไปเคลื่อนที่มาพบกัน มีผลทำให้บริเวณหนึ่งมีความเข้มแสงมากขึ้น หรือลดลงเกิดเป็นริ้วการแทรกสอด และริ้วรอยการแทรกสอดของแสงนี้ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ ในงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น การหาความยาวคลื่นของแสง การแทรกสอดของแสง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การแทรกสอดแบบสนามไกลและสนามใกล้ ซึ่งการแทรกสอด แบบสนามไกลสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีของฟรอนโฮเฟอร์ (Fraunbofer theory) (สุรศักดิ์ เชียงกา, 2557) ในกรณีนี้ แหล่งกำเนิดแสงจะต้องอยู่ไกลเพียงพอที่จะทำให้หน้าคลื่น ของแสงเป็นรังสีขนาน ริ้วรอยการแทรกสอดของแสงจึงสามารถอธิบายได้โดยง่าย จากการแทรกสอดแบบเสริมและแบบหักล้างที่ทำให้เกิดเป็นแถบสว่างและแถบมืดตามลำดับ โดยระยะห่างระหว่างแถบสว่างก็จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อฉากรับแสงเลื่อนห่างออกไป การกระจาย ความเข้มแสงของการแทรกสอดแบบสนามไกลจึงมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากถ้าฉากรับแสงเลื่อน ออกไปเพียงเล็กน้อย หรือไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของริ้วรอยถ้าระยะที่ฉากรับแสงเลื่อนออกไปนั้น น้อยมากเมื่อเทียบกับระยะห่างระหว่างแถบสว่าง

เมื่อเสื่อนฉากเข้ามาใกล้แหล่งกำเนิดแสง ทำให้แสงที่ผ่านสลิตไม่เป็นแสงขนาน ซึ่งต้องพิจารฉาความโค้งของหน้าคลื่นด้วย จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับการเลี้ยวเบนแบบสนามใกล้ ซึ่งอธิบายได้จากการทดลองของเฟรสเนล ในปี ค.ศ. 1836 เฮนรี ทาล์บอต (William Henry Fox Talbot) ได้ทำการทดลองการแทรกสอดของแสงแบบสนามใกล้ ที่เลี้ยวเบนผ่านเกรทติง ทำให้เกิดภาพริ้วรอยการแทรกสอดขึ้นหลังเกรทติง โดยมีขนาดของริ้วรอยเท่ากับขนาดของเกรทติง ทุกประการ ซึ่งระยะห่างระหว่างเกรทติงและตำแหน่งฉากรับนี้ เรียกว่า ระยะทาล์บอต (*L<sub>r</sub>*) (สรายุธ เดชะปัญญา, 2552) และเรียกภาพริ้วรอยการแทรกสอดที่เกิดขึ้นในปรากฏการณ์ทาล์บอต ว่า ลวดลายพรมของแสง อันเนื่องมาจากรูปแบบการกระจายตัวของความเข้มแสงสำหรับ สนามใกล้นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยตลอด หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงของริ้วรอยอย่างชัดเจน แม้ว่าระยะห่างระหว่างเกรทติงกับฉากรับแสงจะเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย การเลี้ยวเบนและ การแทรกสอดแบบสนามใกล้นี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง จึงทำให้มีการวิจัย และนำไปประยุกต์ใช้อย่างต่อเนื่อง เช่น ด้านทัศนศาสตร์ ใช้ในการศึกษาโครงร่างของพื้นผิว การวัดอุณหภูมิ การวัดระยะทาง การทำสเปกโตรสโคปี การวัดการสั่นสะเทือนของวัตถุ และทำให้ การถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์คมชัดมากขึ้น ด้านทัศนสาสตร์ควอนตัมใช้ในการศึกษากลศาสตร์ ควอนตัม เช่น หลักการซ้อนทับกันของอิเล็กตรอน อะตอมในโดเมนของพิกัด โดเมนของเวลา เป็นต้น (Deachapunya & Srisuphaphon, 2014) นอกจากนี้ยังใช้ปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนแบบ สนามใกล้ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีทวิภาพของอนุภาคระดับอะตอมรวมถึงระดับโมเลกุล ดังที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อเปลี่ยนระยะห่างจากฉากรับแสงถึงเกรทติง และทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงอย่างชัดเจน แม้ระยะห่างดังกล่าวเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาริ้วรอยการแทรกสอดของแสงแบบสนามใกล้และการเปลี่ยนแปลง ความเข้มแสงที่ตกกระทบพื้นผิวราบที่มุมเอียงต่าง ๆ โดยการจำลองสถานการณ์จริงด้วย กอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้การตรวจจับความเอียงของระนาบพื้นผิวได้

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

 เพื่อศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติงที่มีต่อความเข้มแสง ในการแทรกสอดแบบสนามใกล้

 เพื่อศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสงในการแทรกสอด แบบสนามใกล้

### 1.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ พื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ และระยะจากเกรทติงถึงพื้นผิวราบ ตัวแปรตาม ได้แก่ ริ้วรอยการแทรกสอด และการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงบนฉากรับ แสง

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

 ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของริ้วรอยการแทรกสอด และความเข้มแสง ของการแทรกสอดแบบสนามใกล้ที่ตกกระทบบนฉากรับแสงที่ระนาบทำมุมต่าง ๆ

 สามารถนำความรู้ในงานวิจัยไปประยุกต์ใช้กับการตรวจจับความเอียงของระนาบ พื้นผิวได้

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยนี้จะศึกษาผลของระยะของฉากรับแสงและพื้นผิวราบทำมุมต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสงในการแทรกสอดแบบสนามใกล้ ด้วยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จริง โดยใช้โปรแกรม Mathematica

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การแทรกสอคสนามใกล้

2. ปรากฏการณ์ทาล์บอต

## บทที่ 2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำคับต่อไปนี้

2.1 ฟังก์ชันคลื่นของการแทรกสอดแบบสนามใกล้

2.2 พรมของแสงในปรากฏการณ์ทาล์บอต

2.3 การกระจายความเข้มแสงของการแทรกสอด

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ฟังก์ชันคลื่นของการแทรกสอดแบบสนามใกล้

พึงก์ชันคลื่นโดยทั่วไป ที่ใช้แทนคลื่นระนาบที่แผ่ไปในทิศทางใด ๆ สามารถเขียนได้ ดังสมการ

$$\varphi = A\sin(kx - \omega t) \tag{2-1}$$

เมื่อ A คือ แอมพลิจูดของคลื่น k คือ เลขคลื่น x คือ การกระจัดของคลื่น ω คือ ความถึ่ เชิงมุม และ t คือ เวลา นอกจากนี้ สามารถเขียนฟังก์ชันคลื่นตามสมการที่ 2-1 ในรูปสูตร ของออยเลอร์ (Euler's formular)ใด้เป็น

$$\varphi = A \mathrm{e}^{i(kx - \omega t)} \tag{2-2}$$

จากสมการที่ 2-2 ถ้าพิจารณาคลื่นระนาบที่เคลื่อนที่ไปตามแนวแกน z เมื่อเวลา t=0 การกระจัดของคลื่นจะอยู่ในรูป

$$\varphi = A e^{ikx} \tag{2-3}$$

เมื่อคลื่นแสงเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิด ตามปกติลำแสงโดยทั่วไปจะมีการบาน ออกเป็นรูปกรวย ยิ่งไกลออกไปความเข้มแสงจะยิ่งลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งหายไปในที่สุด ในกรณีของแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นเลเซอร์นั้น ด้วยคุณสมบัติของเลเซอร์ การบานออกของลำแสง มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดแสงอื่น ๆ หากพิจารณาลักษณะการบานออกของลำแสง มีรูปแบบลำแสงแบบเกาส์ (Gaussian beam) ดังภาพที่ 2-1 กำหนดให้ เมื่อแสงเดินทางที่ออกจาก แหล่งกำเนิด รัศมีลำแสงแบบเกาส์ของเลเซอร์เป็น <sub>70</sub> เมื่อแสงเคลื่อนที่มาถึงที่ตำแหน่ง z = 0 รัศมีลำแสงแบบเกาส์มีค่าเป็น <sub>7</sub>



ภาพที่ 2-1 แผนผังลักษณะการบานออกของลำแสง

ถ้าสมมติให้แสงความยาวคลื่น λ หรือมีเลขคลื่น k = 2π / λ เคลื่อนที่ตามแนวแกน z เลี้ยวเบนผ่านเกรทติงที่ตำแหน่ง z = 0 โดยให้คาบหรือระนาบของเกรทติงอยู่ในแนวแกน x<sub>0</sub> ดังภาพที่ 2-2 เมื่อแสงเลี้ยวเบนผ่านเกรทติงที่ z = 0 สามารถเขียนฟังก์ชันคลื่นในส่วนที่ไม่ขึ้นกับ เวลาได้ ดังสมการ

$$\varphi_0(x, z=0) = \sum_n A_n \exp\{ink_d x_0 - \frac{x_0^2}{\gamma^2}\}$$
(2.4)

เมื่อ  $k_d = 2\pi / d$  เป็นองก์ประกอบของเลขกลื่นในแนวระนาบของเกรทติง โดยที่ d คือ กาบของเกรทติง และ  $A_n = sin (n\pi f) / n\pi$  เป็นองก์ประกอบฟูเรียร์สำหรับเกรทติงที่มีก่า อัตราส่วนช่องเปิด f ( Case, Tomandl, Deachapunya, & Arndt, 2009)



ภาพที่ 2-2 แผนผังการเลี้ยวเบนของแสง

เมื่อคลื่นแผ่ไปที่ระยะ z ใค ๆ ระหว่างเกรทติงและฉากรับภาพ สามารถหาฟังก์ชันคลื่น ได้ด้วยการใช้ปริพันธ์ของฮอยเกนส์-เฟรสเนล (Huygens-Fresnel integral) (Guenther, 1990) จากสมการ

$$\varphi(x,z) = \sqrt{\frac{i}{\lambda}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\varphi_0}{R} e^{-ikR} dx_0$$
(2-5)

จากภาพที่ 2-2 เมื่อ  $R = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + Z^2}$  เป็นระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่น ตามหลักการของฮอยเกนส์บนเกรทติงถึงจุดสังเกตบนฉากรับภาพ เมื่อใช้การกระจาย แบบไบโนเมียล (Binomial expansion) ถ้ำ  $z \gg x_1 - x_0$  จะได้

$$R = z + \frac{(x_1 - x_0)^2}{2z} \tag{2-6}$$

แทนค่าสมการที่ 2-4 และ 2-6 ลงในสมการ 2-5 จะได้

$$\varphi(x,z) = \sqrt{\frac{i}{\lambda}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sum_{n} A_{n} \exp\{i n k_{d} x_{0} - \frac{x_{0}^{2}}{\gamma^{2}}\}}{z + \frac{(x_{1} - x_{0})^{2}}{2z}} e^{-ik\left(z + \frac{(x_{1} - x_{0})^{2}}{2z}\right)} dx_{0}$$
(2-7)

จากการประมาณค่าของเฟรสเนล (Fresnel approximation) (Guenther, 1990) เมื่อช่วงของ Z ค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับช่วงของ x<sub>1</sub>-x<sub>0</sub> ดังนั้นสมการที่ 2-7 จึงเขียนได้เป็น

$$\varphi(x,z) = \sqrt{\frac{i}{\lambda}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sum_{n} A_{n} \exp\{i n k_{d} x_{0}\}}{z} e^{-ik\left(z + \frac{(x_{1} - x_{0})^{2}}{2z}\right)} dx_{0}$$
(2-8)

จะได้ฟังก์ชันคลื่นอยู่ในรูป

$$\varphi(x,z) = \sum_{n} A_{n} \exp\{\frac{\left(\frac{kx}{z} - nk_{d}\right)^{2}}{4\left(\frac{1}{\gamma^{2}} + \frac{ik}{2z}\right)^{2}}\}$$
(2-9)

หากพิจารณาแสงเป็นคลื่นระนาบ นั่นคือ รัศมีลำแสงแบบเกาส์ γ → ∞ จะได้ฟังก์ชัน คลื่นในรูป

$$\varphi(x,z) = \sum_{n} A_n \exp\{ink_d x + in^2 \pi \left(\frac{z}{L_T}\right)\}$$
(2-11)

เมื่อ  $L_T = d^2 / \lambda$  ก็คือ ระยะทาล์บอต และความเข้มแสงของริ้วรอยการแทรกสอดสามารถหาได้ ดังสมการ

$$I = \varphi^*(x, z)\varphi(x, z) \tag{2-12}$$

$$I = \sum_{n,m} A_n A_m exp\left\{ i(n-m)k_d x + i(n^2 - m^2)\pi\left(\frac{z}{L_T}\right) \right\}$$
(2-13)

เพื่อประยุกต์ใช้การเปลี่ยนแปลงริ้วรอยการแทรกสอดดังสมการ 2-13 เข้ากับการวัดมุม เอียง สามารถทำได้โดยเอียงฉากรับทำมุม *6* ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 แผนผังแบบจำลองเมื่อพื้นผิวระนาบทำมุมเอียง *6* โดยให้ฉากรับที่ถูกหมุนไปมีจุดหมุน อยู่ที่ระยะหนึ่งทาร์บอต

จากการเอียงฉากรับภาพ จะทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่งบนฉาก x กับระยะ z เป็น

$$z = L_T + x \tan \theta \tag{2-14}$$

การพิจารณาการเปลี่ยนแปลงริ้วรอยการแทรกสอดอันเนื่องมาจากมุมเอียงจึงสามารถ ทำได้โดย แทนค่าสมการที่ 2-14 ลงในสมการริ้วรอยความเข้มแสงตามสมการที่ 2-13 และสามารถ ศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสงได้

### 2.2 พรมของแสงในปรากฏการณ์ทาล์บอต

ริ้วรอยการแทรกสอดที่แสดงไว้ในภาพที่ 2-4 ได้จากการจำลองในโปรแกรม mathematica ด้วยสมการที่ (2-13) โดยริ้วรอยที่เกิดขึ้นในระนาบ xz เรียกว่า พรมของแสง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับการแทรกสอดแบบสนามไกล โดยมีการเปลี่ยนแปลง รูปแบบโดยตลอด และจะมีริ้วรอยเท่ากับขนาดของเกรทติงเมื่อระยะห่างระหว่างเกรทติง และตำแหน่งฉากรับเป็นจำนวนเต็มเท่าของระยะทาล์บอต



ภาพที่ 2-4 แบบจำลองริ้วรอยการแทรกสอดของแสงที่เกิดขึ้นในปรากฏการณ์ทาล์บอต โดยในที่นี้ ใช้แสงกวามยาวกลิ่น 532 นาโนเมตรเลี้ยวเบนผ่านเกรทติงกาบ d ขนาด 200 ใมโกรเมตร โดยมีอัตราส่วนช่องเปิด *f* = 0.1 และใช้ผลรวม n, mจาก - 25 ถึง 25 โดยใช้สมการที่ 2-13

#### 2.3 การกระจายความเข้มแสงของการแทรกสอด

#### 1. การกระจายความเข้มแสงจากการแทรกสอดแบบสนามใกล

การกระจายความเข้มแสงของการแทรกสอดแบบสนามใกลนั้น สามารถแสดง ได้ดังสมการ (การแทรกสอดของคลื่นแสง, 2556)

$$I = I_{\max} \cos^2\left(\frac{\pi}{\lambda} d\sin\theta\right) \tag{2-15}$$

เมื่อ  $I_{max}$  คือ ความเข้มแสงของแถบสว่างกลาง  $\lambda$  คือ ความยาวคลื่น และ  $d \sin \Theta$ คือ ความแตกต่างของระยะทางเดินของแสง หรือสามารถเขียนสมการที่ 2-14 ได้เป็น

$$I = I_{\max} \cos^2\left(\frac{d\pi y}{\lambda L}\right) \tag{2-16}$$

เมื่อ d คือ ค่าคงที่ของเกรทติง λ คือ ความยาวคลื่น y คือ ตำแหน่งใดๆ บนฉากรับแสง และ L คือ ระยะห่างระหว่างเกรทติงและฉากรับแสง เมื่อจำลองสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Mathematicaได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างระยะของฉากรับแสงกับความเข้มแสง ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับความเข้มแสง เมื่อ  $L = 1~m,~d = 200 \times 10^{-6}~m~$ และ  $\lambda = 532 \times 10^{-9}~m$  โดยใช้สมการที่ 2-16

จากนั้นเลื่อนฉากออกไปที่ระยะ *L* = 1+ *d m* จะได้กราฟดังภาพที่ 2-6 พบว่ารูปร่าง ของกราฟไม่แตกต่างจากกราฟในภาพที่ 2-5 นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงไม่มาก จนสังเกตได้



เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มแสงของทั้งสองกรณี ได้กราฟ ดังภาพที่ 2-7 จะเห็นได้ว่าการเลื่อนระยะฉากรับภาพในการแทรกสอดแบบสนามไกล ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงน้อยมาก



ภาพที่ 2-7 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับผลต่างของความเข้มแสง เมื่อ L = 1 m กับ L = 1 + d m,  $d = 200 \times 10^{-6} m$  และ  $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$  โดยใช้ สมการที่ 2-16

ถ้านำการแทรกสอดแบบสนามไกลไปประยุกต์ใช้ในการตรวจจับความเอียงของระนาบ พื้นผิวถือว่ามีอำนาจจำแนกน้อยมาก เนื่องจากจะสามารถมองเห็นความเปลี่ยนแปลงของความเข้ม แสงที่ชัดเจนได้เมื่อระยะของฉากแตกต่างกันในระดับเซนติเมตร ซึ่งงานในลักษณะนี้ต้องการ วิธีการตรวจสอบและเครื่องมือที่มีอำนาจจำแนกสูง

#### 2. การกระจายความเข้มแสงจากการแทรกสอดแบบสนามใกล้

จากการศึกษาการแทรกสอดแบบระยะใกล้ในปรากฏการณ์ทาล์บอต ด้วยการสร้าง แบบจำลองสถานการณ์จริงโดยใช้โปรแกรม Mathematicaได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะของฉากรับแสงกับความเข้มแสง ดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับความเข้มแสงที่เกิดจาก f = 0.5 ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = L<sub>r</sub> เมื่อ , d =  $200 \times 10^{-6} m$  และ  $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการที่ 2-13

เมื่อมีการเลื่อนฉากรับภาพออกไป พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสง ซึ่งสังเกต ได้จากรูปร่างของกราฟที่เปลี่ยนไป ดังภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับความเข้มแสงที่เกิดจาก f = 0.5 ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z =  $L_T + d$ , d =  $200 \times 10^{-6} m$  และ  $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการที่ 2-13

จากภาพที่ 2-8 และ 2-9 การเลื่อนฉากรับภาพจากระยะ L<sub>r</sub> เป็น L<sub>r</sub>+d พบว่ามีการ เปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงที่ชัคเจน ผลต่างของความเข้มแสงที่เกิดขึ้นแสดงได้ ดังภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับผลต่างของความเข้มแสง ที่เกิดจาก f = 0.5 ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = L<sub>T</sub> กับที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = L<sub>T</sub> + d เมื่อ, d = 200 × 10<sup>-6</sup> m และ  $\lambda$  = 532 × 10<sup>-9</sup> m โดยใช้สมการที่ 2-13

เมื่อจำลองเลื่อนระยะฉากรับภาพที่ระยะต่าง ๆ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสง ที่ชัดเจนมากแม้เลื่อนฉากไปเพียงเล็กน้อย ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 2-11 และ 2-12



ภาพที่ 2-11 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับผลต่างของความเข้มแสง ที่เกิดจาก f = 0.5 ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = L<sub>T</sub> กับที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = L<sub>T</sub> - 0.1d เมื่อ, d =  $200 \times 10^{-6} m$  และ  $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการที่ 2-13



ภาพที่ 2-12 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะของฉากรับภาพกับผลต่างของความเข้มแสง ที่เกิดจาก f = 0.5 ที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = L<sub>T</sub> กับที่ระยะตั้งแต่ z = 0 ถึง z = L<sub>T</sub> - 0.2d เมื่อ, d =  $200 \times 10^{-6} m$  และ  $\lambda = 532 \times 10^{-9} m$ โดยใช้สมการที่ 2-13

จากกราฟที่แสดงในภาพที่ 2-10, 2-11 และ 2-12 จะเห็นได้ว่าในกรณีของการแทรกสอด แบบสนามใกล้ ความเข้มแสงจากริ้วรอยการแทรกสอดจะมีการเปลี่ยนแปลงไป แม้ว่าระยะ จากเกรทติงถึงฉากรับแสงจะเปลี่ยนไปเพียงเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากกรณีของสนามไกล งานวิจัยนี้ จึงมุ่งศึกษาการประยุกต์ใช้การแทรกสอดแบบสนามใกล้สำหรับการวิเคราะห์ความเอียงของพื้นผิว ของพื้นผิว โดยจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงไปของความเข้มแสงรวมไปถึงรูปแบบของริ้วรอย การแทรกสอด เมื่อพื้นผิวที่แสงตกกระทบมีความเอียง

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Thakur, Quan, and Tay (2005) ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบพื้นผิว โดยใช้ริ้วรอยการแทรกสอดของปรากฏการณ์เลา โดยสร้างรูปแบบริ้วรอยการแทรกสอด จากหน้าคลื่นระนาบ และให้ริ้วรอยการแทรกสอดฉายลงไปบนพื้นผิวที่ตรวจสอบ และเก็บข้อมูล โดยใช้กล้อง CCD ซึ่งในงานวิจัยนี้จำลองตรวจสอบตัวอย่างพื้นผิวสองตัวอย่างคือ ผิวโค้งนูน กวามสูง 4 มิลลิเมตรและเหรียญ โดยเปรียบผลการวัดที่ได้จากปรากฏการณ์เลากับการวัดของ เครื่องวัดเชิงกล ส่วนการตรวจสอบผิวโค้งนูนนั้นเปรียบเทียบผลการวัดกับริ้วการแทรกสอด แบบปรากฏการณ์ทาล์บอต Sanchez-Brea, Torcal-Milla, and Bernabeu (2007) ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทาล์บอต เมื่อแสงมีลักษณะลำแสงแบบเกาส์เดินทางผ่านเกรทติงโลหะ ซึ่งเกรทติงโลหะสามารถพบได้ ในการระบบการวัดด้วยแสง ซึ่งในกระบวนการผลิตเกรทติงทำให้พื้นผิวของเกรทติงก่อนข้าง ขรุงระ ในงานวิจัยนี้ใช้ลำแสงแบบเกาส์เลี้ยวเบนผ่านเกรทติงโลหะเพื่อวิเคราะห์ความขรุงระ ของพื้นผิว โดยแบบจำลองอยู่บนพื้นฐานของการเลี้ยวเบนแบบเฟรสเนลและการกระจายความเข้ม แสงของการแทรกสอดแบบสนามใกล้ โดยพิจารณาจากความแตกต่างของริ้วรอยการแทรกสอด ที่ระยะทาล์บอตที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของระยะห่างระหว่างเกรตติงและฉากรับแสง เมื่อฟังก์ชันออโตกอรีเลชั่นของความขรุงระมีลักษณะแบบเกาส์เซียน ลำแสงที่เลี้ยวเบนผ่าน เกรตติงก็ยังคงเป็นแบบเกาส์เซียนแต่มีคุณสมบัติบางอย่างเปลี่ยนไป เช่น ความกว้างของลำแสง เลี้ยวเบนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเกรทติงแบบแก้วแต่กำลังของลำแสงเลี้ยวเบนแต่ละอัน ไม่ขึ้นกับความขรุงระของพื้นผิว

Dechapunya and Srisuphaphon (2014) ศึกษาการตอบสนองจากการเลื่อนแบบตามขวาง ของเกรทติงกู่ในปรากฏการณ์ทาล์บอต ด้วยการเพิ่มเกรทติงอีกอันหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกำบัง และนำไปวางไว้ข้างหลังเกรทติงที่ทำให้เกิดการเลี้ยวเบน หลังจากนั้นเลื่อนเกรทติงนี้ตามขวาง เพื่อทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงก่ากงที่ของเกรทติงและสัดส่วนของช่องเปิดของเกรทติง จากผลการ จำลองพบว่า เมื่อก่ากงที่ของเกรทติงลดลง ลวดลายพรมของแสงจะมีการตอบสนองมากขึ้น แต่การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของช่องเปิดของเกรทติงไม่มีผลทำให้ลวดลายพรมของแสงเปลี่ยนไป ซึ่งจากการจำลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเซนเซอร์แทนเซนเซอร์ที่มีความไวสูงได้ เช่น การตรวจวัดระยะทาง สเปกโตรมิเตอร์ และการตรวจจับการสั่น

Agarwal and Shakher (2015) ศึกษาการวัดการกระจัดของระนาบโดยการใช้เกรทติง แบบวงกลมในทาล์บอตอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ ด้วยการจำลองการกระจายความเข้มแสงแบบเชิงเส้น ระหว่างเกรทติง 2 อันขึ้นมาและดูการเปลี่ยนตำแหน่งของริ้วรอยการแทรกสอดลำดับศูนย์ หนึ่ง สอง และสามจากจุดศูนย์กลางของเกรทติงเพื่อคำนวณการเปลี่ยนแปลงการกระจัดของระนาบ ซึ่งวิธีนี้สามารถวัดการกระจัดของระนาบในช่วงไมโครเมตรถึงมิลลิเมตร

## บทที่ 3

## วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติงที่มีต่อความเข้มแสง และผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสงในการแทรกสอดแบบสนามใกล้ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในการคำเนินการวิจัยดังนี้

## 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. คอมพิวเตอร์

2. โปรแกรม Mathematica Version 8.0

## 3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการคำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ออกแบบการจำลองเป็น 2 ตอนและมีรายละเอียด ดังนี้

### ตอนที่ 1 การศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติงที่มีต่อความเข้มแสง

1. จำลองความเข้มแสงจากทฤษฎีการแทรกสอดแบบสนามใกล้ โดยใช้สมการที่ 2-13
 โดยกำหนดค่าตัวแปรดังนี้ ความยาวกลื่น λ = 532 nm คาบของเกรทติง d = 50 µm และ
 อัตราส่วนช่องเปิด f = 0.5

2. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x กับความเข้มแสง ที่ระยะ z ดังนี้  $z = L_{T} z = L_{T} + 5 \mu m \ z = L_{T} - 5 \mu m \ z = L_{T} + 10 \mu m$  และ  $z = L_{T} - 10 \mu m$ 

3. เปรียบเทียบลักษณะของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และ ความเข้มแสงที่ระยะ z ต่างๆ กับ z =  $L_{T}$ 

## ตอนที่ 2 การศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่างๆ ที่มีต่อความเข้มแสง

1. จำลองความเข้มแสงของพื้นผิวระนาบเอียงทำมุม  $\Theta$  กับแกน x ดังรูปที่ 2-3 โดยแทนสมการที่ 2-14 ลงในสมการที่ 2-13 กำหนดให้แสงความยาวคลื่น  $\lambda = 532 \text{ nm}$  คาบ ของเกรทติง  $d = 200 \ \mu\text{m}$  อัตราส่วนช่องเปิด f = 0.5 และระยะระหว่างเกรทติงกับฉากรับแสง  $z = L_T$ ที่มุมเอียงต่าง ๆ ดังนี้ 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 องศา 2. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสงที่มุมเอียงต่าง ๆ โดยเปลี่ยนค่ามุม (*O*) ของระนาบกับแกน x และเปรียบเทียบความแตกต่างของกราฟ

3. จำลองความเข้มแสง โดยแทนสมการที่ 2.9 ลงในสมการที่ 2-12 กำหนดให้แสง ความยาวคลื่น  $\lambda = 532 \text{ nm}$  คาบของเกรทติง d = 200  $\mu \text{m}$  อัตราส่วนช่องเปิด f = 0.5 ระยะระหว่าง เกรทติงกับฉากรับแสง z = L<sub>T</sub> และรัศมีลำแสงแบบเกาส์  $\gamma$  มีค่าเป็น 1, 2, 3, 4 และ 5 เซนติเมตร

4. พิจารณาความความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสงที่รัศมี ลำแสงแบบเกาส์ต่าง ๆ พร้อมทั้งคำนวณและเปรียบเทียบความกว้างของกราฟ

5. จำลองความเข้มแสงของพื้นผิวระนาบเอียงทำมุม *Θ* กับแกน x โดยกำหนดให้พื้นผิว ระนาบมีความยาวหรือกว้างประมาณ 2 cm เปลี่ยนค่าตัวแปร 3 ตัวแปร ได้แก่ คาบของเกรทติง อัตราส่วนช่องเปิด และความยาวคลื่นของแสง โดยใช้เกรทติงที่มีคาบเกรทติง d เท่ากับ 50, 100, 150 และ 200 ไมโครเมตร และอัตราส่วนช่องเปิด *f* เป็น 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 กับแสงที่มี ความยาวคลื่น *λ* เท่ากับ 445, 532 และ 635 นาโนเมตร

 6. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสงที่มุมเอียงต่าง ๆ โดยเปลี่ยนค่ามุม (*O*) ของระนาบกับแกน x ตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.5 องศา โดยเพิ่มครั้งละ 0.1 องศา เนื่องจากสามารถวัดค่าความกว้างของแถบสว่างได้จริงในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างเช่น กล้อง CCD (DCU223C, Thorlabs) ซึ่งมีอำนาจจำแนกหรือขนาดของพิกเซลอยู่ที่ประมาณ 4 ไมโครเมตร

7. คำนวณหาความกว้างของกราฟที่ได้ในข้อที่ 6 ตรงตำแหน่งของค่าความเข้มแสงเฉลี่ย และเปรียบเทียบความแตกต่างความกว้างกับกราฟที่มุมเอียงต่าง ๆ กับมุม 0 องศา โดยคิดเป็น เปอร์เซ็นต์

8. วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์กวามแตกต่างของกราฟที่ได้

9. สรุปผลและอภิปรายผล

## บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องอำนาจการแยกแยะของการแทรกสอดสนามใกล้สำหรับการตรวจวัด กวามเอียงของระนาบ ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางการวิจัยโดยแบ่งขั้นตอนการคำเนินงานเป็น 2 ตอน กือ ตอนที่ 1 การศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติงที่มีต่อกวามเข้มแสง และตอนที่ 2 การศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อกวามเข้มแสง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### ตอนที่ 1 การศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติงที่มีต่อความเข้มแสง

จากการศึกษาในตอนที่ 1 ศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติงที่มีต่อ ความเข้มแสงของการแทรกสอดแบบสนามใกล้ โดยกำหนดค่าตัวแปรดังนี้ ความยาวคลื่น  $\lambda = 532 \text{ nm}$  คาบของเกรทติง d = 50 µm และอัตราส่วนช่องเปิด f = 0.5 ระยะระหว่างเกรทติงกับ ฉากรับแสง z ดังนี้ z = L<sub>T</sub>, z = L<sub>T</sub>+ 5µm, z = L<sub>T</sub>- 5µm, z = L<sub>T</sub>+ 10µm และ z = L<sub>T</sub>- 10µm และ จำลองความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสง จากสมการที่ 2-13 ได้ผลการจำลองดังนี้



ภาพที่ 4-1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสง โดยใช้คลื่น มีความยาวคลื่น  $\lambda = 532 \text{ nm}$  คาบของเกรทติง  $d = 50 \text{ }\mu\text{m}$  และอัตราส่วนช่องเปิด  $f = 0.5 \text{ เมื่อ (n) } z = L_T (v) z = L_T + 5 \mu\text{m}$  (n)  $z = L_T - 5 \mu\text{m}$  (v)  $z = L_T + 10 \mu\text{m}$ และ (v)  $z = L_T - 10 \mu\text{m}$  จากสมการที่ 2-13

จากภาพที่ 4-1 เมื่อมีการเลื่อนฉากรับแสงเข้าใกล้และห่างออกไปจากเกรทติงเป็นระยะ  $z = L_T, z = L_T + 5\mu m, z = L_T - 5\mu m, z = L_T + 10\mu m$  และ  $z = L_T - 10\mu m$  จากผลการจำลองพบว่า กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสง มีรูปร่างกราฟ และความกว้างของกราฟมีการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนไปอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับระยะ  $z = L_T$  ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ความแตกต่างความกว้างของกราฟสำหรับศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียง ต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสงในตอนที่ 2

### ตอนที่ 2 การศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่างๆ ที่มีต่อความเข้มแสง

จากการศึกษาในตอนที่ 2 ศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสง แบ่งเป็นสามขั้นตอน โดยขั้นที่หนึ่ง จำลองแสงความยาวคลื่น  $\lambda = 532 \text{ nm}$  เลี้ยวเบนผ่านเกรทติงที่ มีคาบของเกรทติง d = 200 µm อัตราส่วนช่องเปิด f = 0.5 และระยะระหว่างเกรทติงกับฉากรับแสง  $z = L_{\tau}$  แล้วจำลองเปลี่ยนมุมเอียงต่าง ๆ ดังนี้ 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 องศาและเปรียบเทียบ ความเข้มแสงที่มุมเอียงต่างๆ กับความเข้มแสงที่มุม 0 องศา โดยจำลองความเข้มแสงด้วยสมการ ที่ 2-13 และปรับมุมเอียงโดยใช้สมการที่ 2-14 ได้ผลการจำลองดังนี้



ภาพที่ 4-2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสง โดยใช้แสง ความยาวคลื่น λ = 532 nm คาบของเกรทติง d = 200 μm อัตราส่วนช่องเปิด f = 0.5 และระยะระหว่างเกรทติงกับฉากรับแสง z = L<sub>T</sub> ที่มุมเอียงต่าง ๆ ดังนี้ (ก) 0 องศา (ข) 0.5 องศา (ค) 1 องศา (ง) 1.5 องศา และ (จ) 2 องศา โดยใช้สมการที่ 2-13 และ 2-14



ภาพที่ 4-3 เปรียบเทียบความแตกต่างของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสง โดยใช้แสงความยาวกลื่น λ = 532 nm คาบของเกรทติง d = 200 μm อัตราส่วนช่องเปิด f = 0.5 และระยะระหว่างเกรทติงกับฉากรับแสง z = L<sub>T</sub> ระหว่างมุมเอียง 0 องศากับมุมเอียงต่าง ๆ ดังนี้ (ก) 0.5 องศา (ข) 1 องศา (ค) 1.5 องศา และ (ง) 2 องศา โดยใช้สมการที่ 2-13 และ 2-14

จากผลการจำลองดังภาพที่ 4-3 และ 4-4 เมื่อพื้นผิวระนาบทำมุมเอียงต่าง ๆ พบว่า ก่ากวามเข้มแสงและรูปร่างของกราฟเปลี่ยนไป โดยเฉพาะกราฟแท่งสุดท้าย (ขวาสุด) มีกวามเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ซึ่งตำแหน่งที่มีระยะห่างผิดไปจากตำแหน่ง z = L<sub>T</sub> มากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัย จึงใช้การเปลี่ยนแปลงความกว้างของกราฟในกราฟแท่งสุดท้าย สำหรับการศึกษา ในขั้นต่อไป

งั้นที่สอง ศึกษาการบานออกของถำแสงโดยมีรูปแบบถำแสงแบบเกาส์ มีผลต่อ ความกว้างของกราฟหรือไม่ ด้วยการจำลองความเข้มแสงจากสมการที่ 2-12 และฟังก์ชันคลื่น ในสมการที่ 2-9 โดยการกำหนดแสงความยาวคลื่น λ= 532 nm เลี้ยวเบนผ่านเกรทติงที่มีคาบ ของเกรทติง d 200 μm อัตราส่วนช่องเปิด f 0.5 ระยะระหว่างเกรทติงกับฉากรับแสง z = L<sub>T</sub> และ รัศมีลำแสงแบบเกาส์ γ มีค่าเป็น 1 2 3 4 และ 5 เซนติเมตร และเปรียบเทียบความแตกต่าง ความกว้างของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสงที่ได้ โดยใช้ โปรแกรม Mathematica คำนวณหาความกว้างของกราฟ W ที่ตำแหน่งความเข้มแสงเฉลี่ย ซึ่งความเข้มเฉลี่ยมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของค่าความเข้มสูงสุด ดังภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x และความเข้มแสง โดยใช้แสง ความยาวกลื่น 635 นาโนเมตร เลี้ยวเบนผ่านเกรทติงคาบ d ขนาด 50 ไมโครเมตร โดยมีอัตราส่วนช่องเปิด *f* = 0.1 เมื่อ (ก) มุม 0 องศา และ (ข) มุม 0.2 องศา โดยใช้ สมการที่ 2-13 และ 2-14

้จากผลการศึกษาในขั้นที่สองได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4-1 เปรียบเทียบความกว้างของกราฟ เมื่อแสงมีความยาวคลื่น  $\lambda$  = 532 nm คาบ ของเกรทติง d = 200 µm อัตราส่วนช่องเปิด f = 0.5 ระยะระหว่างเกรทติงกับฉากรับ แสง z = L<sub>r</sub> ที่รัศมีลำแสงแบบเกาส์  $\gamma$  มีค่าต่างๆ

γ (cm)	<b>W</b> (μm)
1	98.35
2	99.08
3	98.90
4	98.88
5	98.87

จากตารางที่ 4-1 จะเห็นได้ว่า เมื่อรัศมีถำแสงแบบเกาส์ <sub>y</sub> เพิ่มมากขึ้น พบว่า ความกว้าง ของกราฟความเข้มแสงเปลี่ยนไปน้อยมาก ซึ่งแตกต่างไม่ถึง 1 ไมโครเมตร เมื่อเทียบกับรัศมีถำแสง แบบเกาส์ที่เพิ่มมากขึ้นในระดับเซนติเมตร ทำให้สามารถละทิ้งการพิจารณาการบานของถำแสง ในการศึกษาขั้นตอนต่อไปได้ ดังนั้นการศึกษาในขั้นที่สาม ผู้วิจัยจึงจำลองความเข้มแสงโดยใช้ สมการที่ 2-13 ซึ่งแสงเป็นคลื่นระนาบที่เลี้ยวเบนผ่านเกรทติง

ขั้นที่สาม ศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสง โดย เปลี่ยนแปลงก่าตัวแปร 3 ตัวแปร ได้แก่ อัตราส่วนช่องเปิด ก่าคงที่ของเกรทติง และความยาวกลื่น แสง โดยใช้เกรทติงที่มีคาบเกรทติง d เท่ากับ 50, 100, 150 และ 200 ไมโครเมตร และอัตราส่วน ช่องเปิด *f* เป็น 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 กับแสงที่มีความยาวกลื่น 445, 532 และ 635 นาโนเมตร และสมมติให้พื้นผิวระนาบมีความยาวหรือกว้างประมาณ 2 เซนติเมตร จำลองเปลี่ยนก่ามุม (*O*) ของระนาบกับแกน x และจำลองความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x กับความเข้มแสง ที่มุมเอียงต่าง ๆ จากนั้นกำนวณหาความกว้างของกราฟและเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความกว้างของ กราฟโดยเปรียบเทียบกับความกว้างของกราฟเมื่อ z = L<sub>T</sub> ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของกราฟหา ได้จาก

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความกว้างของกราฟ (%) = 
$$\frac{|\mathbf{w}_1 - \mathbf{w}_0|}{\mathbf{w}_0} \times 100\%$$
 (4-1)

จากการศึกษาในขั้นที่สามได้ผล ดังนี้

เมื่อกำหนดให้มุมเอียงเท่ากับ 0.1 องศา แสงมีกวามยาวกลื่น 445 นาโนเมตร ค่ากงที่ของ เกรทติงมีก่า 50, 100, 150 และ 200 ไมโกรเมตร และก่าอัตราส่วนช่องเปิด 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 ได้ผลการจำลองดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 เปรียบเทียบความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ค่าคงที่ของเกรทติง d และค่าอัตราส่วนช่องเปิด f ต่าง ๆ กำหนดมุมเอียง 0.1 องศา แสงมีความยาวคลื่น 445 นาโนเมตร

d	ความแตกต่างความกว้างของกราฟ (%)					
(µm)	f = 0.1	f = 0.3	f = 0.5	f = <b>0.7</b>	f = 0.9	
50	39.4	21.7	10.8	7.6	7.3	
100	26.9	7.9	4.7	3.4	2.6	
150	13.5	4.5	2.7	2.0	1.6	
200	6.7	2.1	1.3	0.9	0.7	

จากตารางที่ 4-2 ความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ค่าคงที่ของเกรทติง d และค่าอัตราส่วนช่องเปิด f ต่าง ๆ กำหนดมุมเอียง 0.1 องศา แสงมีความยาวคลื่น 445 นาโนเมตร พบว่า ที่อัตราส่วนช่องเปิด f 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความกว้าง ของกราฟมากที่สุดเมื่อค่าคงที่ของเกรทติง d เท่ากับ 50 ไมโครเมตรโดยมี เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ความกว้างของกราฟเป็น 39.4%, 21.7%, 10.8%, 7.6% และ 7.3% ตามลำดับ

เมื่อกำหนดให้มุมเอียงเท่ากับ 0.1 องศา แสงมีความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร ค่าคงที่ของ เกรทติงมีค่า 50, 100, 150 และ 200 ใมโครเมตร และค่าอัตราส่วนช่องเปิด 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 ใด้ผลการจำลองดังตารางที่ 4-3

d	ความแตกต่างความกว้างของกราฟ (%)					
(µm)	f = 0.1	f = 0.3	f = 0.5	f = <b>0.7</b>	f = 0.9	
50	28.3	23.5	12.0	8.8	9.3	
100	36.2	9.2	5.4	3.9	3.1	
150	15.7	5.3	3.2	2.3	1.9	
200	10.0	3.1	1.8	1.3	1.0	

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ค่าคงที่ของเกรทติง d และค่าอัตราส่วนช่องเปิด *f* ต่าง ๆ กำหนดมุมเอียง 0.1 องศา แสงมีความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

จากตารางที่ 4-3 ความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ค่าคงที่ของเกรทติง d และค่าอัตราส่วนช่องเปิด f ต่าง ๆ กำหนดมุมเอียง 0.1 องศา แสงมีความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร พบว่า ที่อัตราส่วนช่องเปิด f เป็น 0.1 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความกว้างของกราฟมากที่สุด เมื่อค่าคงที่ของเกรทติง d เท่ากับ 100 ใมโครเมตรโดยมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความกว้างของ กราฟเป็น 36.2% และที่อัตราส่วนช่องเปิด f 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ความกว้างของกราฟมากที่สุดเมื่อค่าคงที่ของเกรทติง d เท่ากับ 50 ใมโครเมตรโดยมีเปอร์เซ็นต์ ความแตกต่างความกว้างของกราฟเป็น 23.5%, 12.0%, 8.8% และ 9.3% ตามลำคับ

เมื่อกำหนดให้มุมเอียงเท่ากับ 0.1 องศา แสงมีความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร ค่าคงที่ ของเกรทติงมีค่า 50, 100, 150 และ 200 ไมโครเมตร และค่าอัตราส่วนช่องเปิด 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 ได้ผลการจำลองดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ค่าคงที่ของเกรทติง d และค่าอัตราส่วนช่องเปิด ƒ ต่าง ๆ กำหนดมุมเอียง 0.1 องศา แสงมีความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร

d	ความแตกต่างความกว้างของกราฟ (%)				
(µm)	f <b>= 0.1</b>	f = 0.3	f = 0.5	f = 0.7	f <b>= 0.9</b>
50	15.2	26.6	13.1	10.6	10.0
100	29.6	9.8	5.8	4.2	3.3
150	21.4	6.6	4.0	2.8	2.3
200	12.3	3.9	2.3	1.6	1.3

จากตารางที่ 4-4 ความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ค่าคงที่ของเกรทติง d และค่าอัตราส่วนช่องเปิค f ต่าง ๆ กำหนดมุมเอียง 0.1 องศา แสงมีความยาวคลื่น 635 นาโนเมตร พบว่า ที่อัตราส่วนช่องเปิค f เป็น 0.1 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความกว้างของกราฟมากที่สุด เมื่อค่าคงที่ของเกรทติง d เท่ากับ 100 ใมโครเมตรโดยมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความกว้างของ กราฟเป็น 29.6% และที่อัตราส่วนช่องเปิค 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.9 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ความกว้างของกราฟมากที่สุดเมื่อค่าคงที่ของเกรทติง d เท่ากับ 50 ใมโครเมตรโดยมีเปอร์เซ็นต์ ความแตกต่างความกว้างของกราฟเป็น 26.6%, 13.1%, 10.6% และ 10.0% ตามลำคับ จากผลการจำลองตามตารางที่ 4-2, 4-3 และ 4-4 เมื่อค่าคงที่ของเกรทติง d เป็น 50 ใมโครเมตร พบว่า มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างความกว่างของกราฟความเข้มแสงมาก ที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความกว้างของกราฟที่ค่าคงที่ของเกรทติง d เท่ากับ 50 ใมโครเมตร มาคำนวณหาค่ามุมเอียงของระนาบที่น้อยที่สุดที่สามารถตรวจวัดได้ โดยกำหนดให้ความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสงที่ต้องการตรวจวัด มีค่า 4 ใมโครเมตร ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4-5

f		มุม (องศา)				
	$\lambda = 445 \ nm$	$\lambda = 532 \ nm$	$\lambda = 635 \ nm$			
0.1	0.28	0.27	0.21			
0.3	0.17	0.16	0.12			
0.5	0.21	0.15	0.14			
0.7	0.20	0.17	0.17			
0.9	0.21	0.15	0.11			

ตารางที่ 4-5 ค่ามุมที่สามารถตรวจวัด ได้ เมื่อความแตกต่างความกว้างของกราฟความเข้มแสง เป็น 4 ไมโครเมตร และคาบของเกรทติง d ขนาค 50 ไมโครเมตร

จากตารางที่ 4-5 พบว่า ที่ความยาวคลื่น *λ* เท่ากับ 635 nm และอัตราส่วนของช่องเปิด f เท่ากับ 0.9 สามารถตรวจวัดความเอียงของระนาบที่มุม 0.11 องศากับแกน x ซึ่งมีขนาดของมุม น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีอื่น ๆ

## บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการจำลองเพื่อหาอำนาจการแยกแยะของการแทรกสอดสนามใกล้สำหรับ การตรวจวัดความเอียงของระนาบ โดยการศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติงที่มี ต่อความเข้มแสง โดยพิจารณาจากรูปร่างและความกว้างของกราฟความเข้มแสง รวมไปถึงศึกษา ผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสง ด้วยการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ ความแตกต่างของความกว้างของกราฟความเข้มแสง สามารถสรุปผลและอภิปรายผล รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะได้ดังนี้

## 5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

### ตอนที่ 1 การศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติงที่มีต่อความเข้มแสง

จากการศึกษาในตอนที่ 1 ศึกษาผลของระยะระหว่างฉากรับแสงและเกรทติงที่มีต่อความ เข้มแสงของการแทรกสอดแบบสนามใกล้ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระยะระหว่างเกรทติงกับฉากรับ แสง พบว่า เมื่อระยะของฉากรับภาพเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิม รูปร่างและความกว้างของกราฟ ความเข้มแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน แม้จะเลื่อนระยะฉากไปเพียงเล็กน้อย ดังภาพที่ 4-1 ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการกระจายความเข้มแสงของการแทรกสอดแบบสนามใกล้ที่มีการ เปลี่ยนแปลงโดยตลอด แตกต่างจากแบบสนามใกลซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก ถ้าฉากรับแสง เลื่อนออกไปเพียงเล็กน้อย หรือไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของริ้วรอยถ้าระยะที่ฉากรับแสงเลื่อน ออกไปนั้นน้อยมากเมื่อเทียบกับระยะห่างระหว่างแถบสว่าง ตอนที่ 2 การศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสง

จากการศึกษาในตอนที่ 2 ศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสง ซึ่งแบ่งเป็นสามขั้นตอน ในขั้นที่หนึ่ง ศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียงต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสง ด้วยการเปรียบเทียบความเข้มแสงที่มุมเอียงต่าง ๆ กับความเข้มแสงที่มุม 0 องศา พบว่า เมื่อค่ามุม เปลี่ยนไป ความเข้มแสงและความกว้างของกราฟความเข้มแสงมีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่าง ยิ่งเมื่อพิจารณาความเข้มแสงของริ้วแถบสว่างแท่งสุดท้ายหรือทางขอบพื้นผิวตกกระทบด้านขวาสุด ดังภาพที่ 4-3 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีระยะห่างแตกต่างไปจากตำแหน่ง z = L<sub>T</sub> มากที่สุด ในขั้นที่สอง ศึกษาการบานออกของลำแสงโคยมีรูปแบบลำแสงแบบเกาส์ พบว่า ความ กว้างของกราฟความเข้มแสงเปลี่ยนไปน้อยมาก ซึ่งแตกต่างไม่ถึง 1 ไมโครเมตร เมื่อเทียบกับรัศมี ลำแสงแบบเกาส์ที่เพิ่มมากขึ้นในระดับเซนติเมตร ดังนั้นในศึกษาผลของพื้นผิวราบทำมุมเอียง ต่าง ๆ ที่มีต่อความเข้มแสง จึงสามารถละทิ้งการพิจารณาการบานของลำแสงได้

ในขั้นที่สาม เมื่อนำผลการศึกษาข้างต้นมาประยุกต์เข้ากับกรณีที่แสงตกกระทบบน พื้นผิวระนาบเอียง และวิเคราะห์อำนาจการแยกแยะสำหรับกรณีต่าง ๆ โดยมีการเปลี่ยนแปลง ก่าตัวแปร 3 ตัวแปร ได้แก่ อัตราส่วนช่องเปิด ก่าคงที่ของเกรทติง และความยาวคลื่นแสง โดย กำหนดให้มุมเอียงของระนาบเทียบกับแกน x มีค่า 0.1 องศา ความยาวคลื่น 445, 532 และ 635 นาโนเมตร ก่าคงที่ของเกรทติงเป็น 50, 100, 150 และ 200 ไมโครเมตร อัตราส่วนช่องเปิดเป็น 0.1, 0.3 ,0.5, 0.7 และ 0.9 พบว่า ที่ก่าคงที่ของเกรทติง 50 ไมโครเมตร มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ เปอร์เซ็นต์กวามแตกต่างความกว้างของกราฟกวามเข้มแสงมากที่สุด

และเมื่ออำนาจแยกแยะสำหรับการตรวจวัดมุมเอียง พบว่า เมื่อค่าคงที่ของเกรทติงเท่ากับ 50 ใมโครเมตร ความยาวคลื่นแสง 635 นาโนเมตร และ ค่าอัตราส่วนช่องเปิด 0.9 สามารถวัด ความเอียงของระนาบได้มุมน้อยที่สุด เท่ากับ 0.11 องศา

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในทางปฏิบัติ หากต้องการความไวในการตรวจวัดความกว้างของแถบสว่างที่เปลี่ยนไป เพียงเล็กน้อย ต้องอาศัยกล้อง CCD ที่มีความละเอียคสูง ซึ่งมีราคาแพง เนื่องจากริ้วรอย การแทรกสอดในปรากฏการณ์ทาล์บอตมีขนาดเล็ก ดังนั้น เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่าย สามารถ ปรับปรุงค่าที่วัดได้โดยการขยายริ้วรอยการแทรกสอดให้ใหญ่ขึ้นได้ด้วยการเพิ่มเลนส์ในชุดการวัด

#### บรรณานุกรม

- ทศพล สวัสดี และศศิภา เขตรักษา. (2556). การจำลองแลตทิซของแสงด้วยปรากฏการณ์ทาล์บอต. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาฟิสิกส์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบุรพา.
- สันติ แม้นศิริ. (2556). การแทรกสอดของคลื่นแสง. วันที่ค้นข้อมูล 18 มีนาคม 2558, เข้าถึงได้จาก science.sut.ac.th/physics/Doc/105102/phys2-6.pdf
- สรายุธ เคชะปัญญา. (2552). ปรากฏการณ์ทัศนศาสตร์สนามใกล้: จากทัศนศาสตร์แบบคั้งเดิมถึง ทัศนศาสตรควอนตัม. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, ฉบับพิเศษ, 100-108.

สุรศักดิ์ เชียงกา. (2557). ทัศนศาสตร์เบื้องต้น, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

- Agarwal, S. & Shakher, C. (2015). In-plane displacement measurement by using circular grating Talbot interferometer. *Optics and Lasers in Engineering*, (75), 63-71.
- Case, W. B., Tomandl, M., Deachapunya, S., & Arndt, M. (2009). Realization of optical carpets in the Talbot and Talbot-Lau configurations. *Optics Express*, *17*(23), 20966–20974.
- Dechapunya, S. & Srisuphaphon, S. (2013). Optimization of Transverse Shift inside a near field Talbot Interferometer. *Siam Physics Congress SPC2013*, 363-366.
- Deachapunya, S. & Srisuphaphon, S. (2014). Sensitivity of transverse shift inside a doublegrating Talbot interferometer. *Measurement*, 58, 1-5.
- GAUSSIAN BEAM OPTICS. (n.d.). Retrieved from https://marketplace.idexop.com/store/ SupportDocuments/All\_About\_Gaussian\_Beam\_OpticsWEB.pdf
- Guenther, B. D. (1990). Modern Optics (Wiley international ed). Wiley, 391.
- Sanchez-Brea, L. M., Torcal-Milla, F. J., & Bernabeu, E. (2007). Talbot effect in metallic gratings under Gaussian illumination. *Optics communications*. 278 (1), 23-27.
- Srisuphaphon, S. & Dechapunya, S. (in press). The study of wave motion in the Talbot interferometer with a lens. *Wave Motion*.
- Thakur, M., Quan, C., & Tay, C. J. (2007). Surface profiling using fringe projection technique based on Lau effect. *Optics&Laser*, *39*(3), 453-459.

ภาคผนวก

วิธีการจำลองความเข้มแสงและการหาความกว้างของกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างระยะในแนวแกน x กับความเข้มแสงด้วยโปรแกรม mathematica

 $\lambda = 635 \times 10^{-9}; d = 50 \times 10^{-5}; k = \frac{2\pi}{\lambda}; L_{\rm T} = \frac{d^2}{\lambda};$  $k_{d} = \frac{2\pi}{d}$ ; f = 0.9;  $\zeta$  = 50; z = Tan[0.11 Degree] x + L<sub>T</sub>;  $\Psi_n[x_{\_}, z_{\_}] = \sum_{n=-\zeta}^{\zeta} \mathbf{If} \left[ n \neq 0, \frac{\mathbf{Sin}[n \pi \mathbf{f}]}{n \pi}, \mathbf{f} \right] e^{\frac{1}{n} \mathbf{k}_d(\mathbf{x}) - \frac{1}{n} n^2 \pi \frac{\mathbf{x}}{L_T}};$  $\overline{\Psi}_{m}[x_{, x_{-}}] = \sum_{m=-\frac{3}{2}}^{\frac{3}{2}} If\left[m \neq 0, \frac{Sin[m \pi f]}{m \pi}, f\right] e^{-im k_{d}(x) \cdot im^{2} \pi \frac{\pi}{L_{T}}};$ Inten[x] =  $(\Psi_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \overline{\Psi}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]);$ scale = d / 200; ww = Plot[Inten[x], {x, 399d, 400d}, PlotRange  $\rightarrow$  All]; cc = Max[Last /@Level[Cases[ww, \_Line, Infinity], {-2}]]; mm = cc/2Out [442]= 0.777026 100%

ภาพภาคผนวก-1 คำสั่งการหาความเข้มแสงเฉลี่ย

จากภาพภาคผนวก-1 กำนดตัวแปร ความยาวคลื่น λ คาบของเกรทติง d เลขคลื่น k ระยะ ทาล์บอต L<sub>T</sub> องค์ประกอบของเลขคลื่นในแนวระนาบของเกรทติง k<sub>d</sub> อัตราส่วนช่องเปิด f ระยะ ระหว่างฉากและเกรทติง z ฟังก์ชันคลื่น ψ<sub>n</sub> และคอนจูเกตของฟังก์ชันคลื่น ψ<sub>m</sub> ความเข้มแสง Inten[x\_]

ใช้คำสั่ง Plot เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x กับความเข้มแสง และ หาความเข้มสูงสุดจากกราฟด้วยกำสั่ง Max หลังหาความเข้มเฉลี่ย



ภาพภาคผนวก-2 คำสั่งและกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x กับความเข้มแสง

จากภาพภาคผนวก-2 ใช้คำสั่ง Plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวแกน x กับ ความเข้มแสง เพื่อดูรูปร่างกราฟ

$ \begin{tabular}{l l l l l l l l l l l l l l l l l l l $			Untitled-2 * -	
$\begin{aligned} \mathbf{x}_{0} \left[ \mathbf{y} \left( \mathbf{y} \in 1 = 1 \left[ \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \\ \mathbf{y}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{y}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \\ \mathbf{y}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \right\} \right\} \right\} = 0.775204 \\ \mathbf{x}_{0}^{*} \left( 0.098404 \\ \mathbf{y}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \right\} \\ \mathbf{x}_{0}^{*} \left( 0.098404 \\ \mathbf{y}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \right\} \\ \mathbf{x}_{0}^{*} \left( 0.098404 \\ \mathbf{y}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \right\} \\ \mathbf{x}_{0}^{*} \left( 0.098803 \\ \mathbf{y}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \right\} \\ \mathbf{x}_{0}^{*} \left( 0.098803 \\ \mathbf{y}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{*} \left\{ \mathbf{x}_{0}^{$	in (444) :=	AVG = mm; PercentD	elta = 0.5; scale2 = scale / 50; PercentDelta + AVG)	
p. Bart [Liston; zij], [c. ; 395 d. mov, pc.Lev.j]         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . (.7, 395 d. 400 d. pc.Lev.j]           bb [TLE[06] = 0, Frat! [c. ; x <sup>2</sup> , Hks. 7] 0.773377         yr. (%, [x, 1]%, [x, 2]) . 0.77318           x=0.01995400         yr. (%, [x, 1]%, [x, 2]) . 0.77318           x=0.01995401         yr. (%, [x, 1]%, [x, 2]) . 0.77318           x=0.01995401         yr. (%, [x, 1]%, [x, 2]) . 0.77318           x=0.01995401         yr. (%, [x, 1]%, [x, 2]) . 0.77318           x=0.01995401         yr. (%, [x, 1]%, [x, 2]) . 0.77318           x=0.01995401         yr. (%, [x, 1]%, [x, 2]) . 0.77318           x=0.01995401         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.77331           x=0.01995803         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.77364           x=0.01995803         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.77365           x=0.01995803         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.77365           x=0.01995807         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.773931           x=0.01995807         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.77931           x=0.01995807         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.777331           x=0.01995807         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.777331           x=0.01995807         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.779397           x=0.01995807         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.779393           x=0.01995807         yr. (%, [x, 1]%, [x, 1]) . 0.779393		Do[DD[x] = II[ (MAG	- <u>100</u>   \$ AD\$[Inten[x]] \$ [AVG + <u>100</u> ]	
$\begin{aligned} \mathbf{B} [[14] ([15]) ([1, [1, [2, [3]], [1, [2]]) = 0.77307 \\ x = 0.01995402 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77307 \\ x = 0.01995403 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.773014 \\ x = 0.01995404 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77017 \\ x = 0.01995404 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.770181 \\ x = 0.01995404 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.770181 \\ x = 0.01995404 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.770181 \\ x = 0.01995403 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.770181 \\ x = 0.01995803 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.770314 \\ x = 0.01998030 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777314 \\ x = 0.01998030 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777314 \\ x = 0.01998030 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777314 \\ x = 0.01998030 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777318 \\ x = 0.01998030 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777311 \\ x = 0.01998030 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777311 \\ x = 0.01998073 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777391 \\ x = 0.01998073 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777931 \\ x = 0.01998075 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777931 \\ x = 0.01998075 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777931 \\ x = 0.01998075 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777391 \\ x = 0.01998075 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777391 \\ x = 0.01998075 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777391 \\ x = 0.01998075 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777391 \\ x = 0.01998075 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777391 \\ x = 0.01998075 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.777310 \\ x = 0.01998075 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77310 \\ x = 0.0199807 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77310 \\ x = 0.0199807 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77310 \\ x = 0.0199822 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77810 \\ x = 0.0199822 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77810 \\ x = 0.0199822 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77310 \\ x = 0.0199822 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77310 \\ x = 0.0199822 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77310 \\ x = 0.0199827 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77310 \\ x = 0.0199827 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77349 \\ x = 0.0199807 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.77349 \\ x = 0.0199807 & y = (0, [x, z] 0, [x, z]) = 0.$		, ADS[INTEN[X] Do[Tf[DD[X] + 0. P	rint[" x-", NFx, 71, " y-(@ [x, 2]@ [x, 2])- ".	
$ \begin{aligned} \mathbf{x}_{0} 0.1995402 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}   \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{y}_{0} = 0.773047 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995403 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{x}_{0}   \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.776318 \\ \hline \mathbf{x}_{0} 0.1995404 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.773017 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995404 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.773017 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995404 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.773017 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995404 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.773917 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995503 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.77391 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995503 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.77391 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995503 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.77391 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995503 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.77391 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995503 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.77391 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995503 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{0}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.77391 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995503 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{0}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.77391 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995673 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{0}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.779791 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995753 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{0}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.779791 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995753 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{0}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0}   \mathbf{z}_{0} = 0.779791 \\ \mathbf{x}_{0} 0.199575 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{0}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0}   \mathbf{z}_{0} = 0.779791 \\ \mathbf{x}_{0} 0.199576 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.779791 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995613 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf{z}_{0} = 0.779791 \\ \mathbf{x}_{0} 0.1995613 \qquad \mathbf{y}_{0} (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}   \mathbf{x}_{0}, \mathbf{z}_{1}   \mathbf$		Abs[Inten[x]]	$[1, \{x, 399 d, 400 d, scale2\}]$	
$ \begin{aligned} x + 0. 01995402 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.778104 \\ x + 0. (1995403 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779107 \\ x + 0. 01995404 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779107 \\ x + 0. 01995404 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.799107 \\ x + 0. 01995403 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.799507 \\ x + 0. 01995937 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.79957 \\ x + 0. 01995939 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.799314 \\ x + 0. 01995939 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779314 \\ x + 0. 01995939 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779312 \\ x + 0. 01995939 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779321 \\ x + 0. 01995939 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779329 \\ x + 0. 01995939 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779395 \\ x + 0. 01995937 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779395 \\ x + 0. 01995974 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01995975 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01995976 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01995976 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01995976 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01995976 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 0199513 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01996139 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01996139 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01996139 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01996139 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01996139 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01996139 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01996224 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01996027 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 0199607 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + 0. 01999607 & y = (k_{x}   x, z   k_{x}   x, z   z = 0.779391 \\ x + $		x=0.01995402	$y = (\Psi_n[x,z]\Psi_n[x,z]) = 0.773877$	31
$ \begin{split} \mathbf{x} + 0. \ 0.1995403 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{1}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{1}) = 0.778110 \\ \hline \mathbf{x} + 0. \ 0.1995404 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{1}) = 0.780302 \\ \mathbf{x} + 0. \ 0.1995404 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}) = 0.780302 \\ \mathbf{x} + 0. \ 0.1995803 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}) = 0.77934 \\ \mathbf{x} + 0. \ 0.1995803 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}) = 0.77934 \\ \mathbf{x} + 0. \ 0.1995803 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}) = 0.77934 \\ \mathbf{x} + 0. \ 0.1995803 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}) = 0.77931 \\ \mathbf{x} + 0. \ 0.1995803 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}) = 0.77931 \\ \mathbf{x} + 0. \ 0.1995803 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}) = 0.77921 \\ \mathbf{x} + 0. \ 0.1995804 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}) = 0.77921 \\ \mathbf{x} + 0. \ 0.1995874 & \mathbf{y} - (\mathbf{x}_{0}, \mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{z}_{0}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{z}_{0}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{x}_{1}, \mathbf{z}_{0}, (\mathbf{z}_{0}, \mathbf{z}_$		x=0.01995402	$y = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.775204$	Ε
		x=0.01995403	$Y = (\Psi_n[x, z]\overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.776518$	E
$ x.d. 0.1995404 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.78032 \\ x.d. 0.1995837 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.780489 \\ x.d. 0.1995838 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77714 \\ x.d. 0.1995838 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77714 \\ x.d. 0.1995839 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.777148 \\ x.d. 0.1995839 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.777364 \\ x.d. 0.1995839 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.777362 \\ x.d. 0.1995849 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.777361 \\ x.d. 0.1995874 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77364 \\ x.d. 0.1995874 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77894 \\ x.d. 0.1995875 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77961 \\ x.d. 0.1995875 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77891 \\ x.d. 0.1995876 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77891 \\ x.d. 0.1995876 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77891 \\ x.d. 0.1995876 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77951 \\ x.d. 0.1995876 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77951 \\ x.d. 0.1995876 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1, z_1) = 0.77951 \\ x.d. 0.1996193 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.77751 \\ x.d. 0.1996193 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7781 \\ x.d. 0.1996193 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7781 \\ x.d. 0.1996222 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7781 \\ x.d. 0.1996223 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7781 \\ x.d. 0.1996224 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.77861 \\ x.d. 0.1996224 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.77861 \\ x.d. 0.1996077 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1998060 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1998060 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1998060 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1998060 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1998060 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1998060 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1998060 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1998060 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1998060 \qquad \forall c(k_1, x_1]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1999124 \qquad \forall (k_k, 1, x]^k_{k_1}(x_1) = 0.7784 \\ x.d. 0.1$		x=0.01995403	$\underline{y} = (\Psi_n[x, z] \overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.777819$	9
$ x_{0} = 0.1998637 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 1 = 0.700000 \\ x_{-} = 0.01998037 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 1 = 0.77517 \\ x_{-} = 0.01998038 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 1 = 0.77511 \\ x_{-} = 0.01998038 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 1 = 0.77511 \\ x_{-} = 0.01998038 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.77511 \\ x_{-} = 0.01998039 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.77512 \\ x_{-} = 0.01998039 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.77565 \\ x_{-} = 0.01998039 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.77565 \\ x_{-} = 0.0199807 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779801 \\ x_{-} = 0.0199807 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779801 \\ x_{-} = 0.01998075 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779801 \\ x_{-} = 0.01998075 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779801 \\ x_{-} = 0.01998076 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779801 \\ x_{-} = 0.01998076 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779801 \\ x_{-} = 0.01998076 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779811 \\ x_{-} = 0.01998076 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779811 \\ x_{-} = 0.01998076 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779818 \\ x_{-} = 0.01998013 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779818 \\ x_{-} = 0.01998013 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.779818 \\ x_{-} = 0.01998022 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.77818 \\ x_{-} = 0.01998022 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.77811 \\ x_{-} = 0.01998776 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.778918 \\ x_{-} = 0.01998777 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.778311 \\ x_{-} = 0.01998077 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.778311 \\ x_{-} = 0.01998077 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.778318 \\ x_{-} = 0.01998077 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.778318 \\ x_{-} = 0.01998079 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.778318 \\ x_{-} = 0.01998079 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.778318 \\ x_{-} = 0.01998079 \qquad y_{-} (k_{1}, x_{1}) = k_{1}, x_{1} = 0.778318 \\ x_{-} = 0$		x=0.01995404	$y = (\Psi_n[x, z]\Psi_n[x, z]) = 0.779107$ $y = (\Psi_n[x, z]\Psi_n[x, z]) = 0.790292$	1
$ \begin{aligned} x = 0.0199837 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77934 \\ x = 0.01995838 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.777148 \\ x = 0.01995838 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.777318 \\ x = 0.01995839 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77365 \\ x = 0.01995840 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77365 \\ x = 0.01995840 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77365 \\ x = 0.01995847 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77365 \\ x = 0.01995874 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.773914 \\ x = 0.01995877 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.779314 \\ x = 0.01995876 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.779314 \\ x = 0.01995876 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77937 \\ x = 0.01995876 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77937 \\ x = 0.01995876 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77957 \\ x = 0.01995876 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77957 \\ x = 0.01996133 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.777552 \\ x = 0.01996133 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.777057 \\ x = 0.01996133 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.777057 \\ x = 0.01996133 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, z]) = 0.77604 \\ x = 0.01996222 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, [x, z]]) = 0.77604 \\ x = 0.01996223 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, [x, z]]) = 0.77604 \\ x = 0.01996224 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, [x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01996224 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, [x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01996276 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, [x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01996776 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, [x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01996777 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, [x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01996777 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, [x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01998077 & y = (Q_{0}[x, z] = [x, [x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01998077 & y = (Q_{0}[x, z] = [x_{0}[x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01998077 & y = (Q_{0}[x, z] = [x_{0}[x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01999077 & y = (Q_{0}[x, z] = [x_{0}[x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01999077 & y = (Q_{0}[x, z] = [x_{0}[x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01999077 & y = (Q_{0}[x, z] = [x_{0}[x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01999077 & y = (Q_{0}[x, z] = [x_{0}[x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01999077 & y = (Q_{0}[x, z] = [x_{0}[x, z]]) = 0.77694 \\ x = 0.01999077 & y = (Q_{0}[x, z] = $		x=0.01995837	$y = (\Psi_n[x, z]\Psi_n[x, z]) = 0.700362$ $y = (\Psi_n[x, z]\overline{\Psi_n}[x, z]) = 0.780889$	L F
$ \begin{aligned} & x=0.01995030 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77834 \\ & x=0.01995033 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.778912 \\ & x=0.01995073 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.778912 \\ & x=0.01995073 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.773911 \\ & x=0.01995074 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.773911 \\ & x=0.01995075 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.773911 \\ & x=0.01995075 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.779911 \\ & x=0.01995075 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.779911 \\ & x=0.01995075 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.779975 \\ & x=0.01995075 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.779391 \\ & x=0.01995076 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.779393 \\ & x=0.01995193 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.779359 \\ & x=0.01995193 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.770359 \\ & x=0.01996129 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.770359 \\ & x=0.01996129 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.770351 \\ & x=0.01996129 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.770455 \\ & x=0.01996222 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77664 \\ & x=0.01996223 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77674 \\ & x=0.01996224 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77674 \\ & x=0.01996224 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77674 \\ & x=0.01998077 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.777499 \\ & x=0.01998077 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.777499 \\ & x=0.01998077 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77654 \\ & x=0.01998077 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77654 \\ & x=0.01998087 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77654 \\ & x=0.01998087 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77654 \\ & x=0.01998087 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77654 \\ & x=0.01998087 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77656 \\ & x=0.01999124 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77654 \\ & x=0.01999124 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77654 \\ & x=0.01999125 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_{1}[x], z]) = 0.77654 \\ & x=0.01999125 & y=(\bar{w}_{1}[x], z]\bar{w}_$		x=0.01995837	$y = (\Psi_n[x,z]\Psi_n[x,z]) = 0.779597$	F
$ \begin{aligned} & = 0.01995039 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.777116 \\ & = 0.01995039 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.773912 \\ & = 0.01995039 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.773655 \\ & = 0.01995074 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.773959 \\ & = 0.01995074 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.773914 \\ & = 0.01995075 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.776907 \\ & = 0.01995075 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.776907 \\ & = 0.01995075 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.776907 \\ & = 0.01995075 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779911 \\ & = 0.01995075 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779917 \\ & = 0.01995075 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779391 \\ & = 0.01995075 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779397 \\ & = 0.01995075 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779397 \\ & = 0.01996102 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779397 \\ & = 0.01996102 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779397 \\ & = 0.01996124 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779397 \\ & = 0.01996124 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779397 \\ & = 0.01996124 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779405 \\ & = 0.01996223 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779405 \\ & = 0.01996223 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779401 \\ & = 0.01996224 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77941 \\ & = 0.01996724 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77941 \\ & = 0.01996767 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77941 \\ & = 0.01996777 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77941 \\ & = 0.01996777 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779511 \\ & = 0.01998077 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779511 \\ & = 0.01998077 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.779511 \\ & = 0.01998077 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77951 \\ & = 0.01998077 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77951 \\ & = 0.01998077 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77951 \\ & = 0.01998077 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77951 \\ & = 0.01998077 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77951 \\ & = 0.01998077 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77951 \\ & = 0.0199807 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77951 \\ & = 0.0199807 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77951 \\ & = 0.01999123 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, z) = 0.77951 \\ & = 0.01999124 & = (Q_n(k, z) \overline{U}_n(k, $		x=0.01995838	$\gamma = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.77834$	E
$ \begin{aligned} x = 0. 0.1995839  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ] x = ( x, z ] x = 0.779592 \\ x = 0. 0.1995840  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ] x = ( x, z ) z = 0.774681 \\ x = 0. 0.1995847  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ] x = ( x, z ) z = 0.773655 \\ x = 0.1095873  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.773695 \\ x = 0.1095874  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.775904 \\ x = 0.1095875  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.775907 \\ x = 0.1095875  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.775907 \\ x = 0.1095875  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.776907 \\ x = 0.1095876  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.776907 \\ x = 0.1095876  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.777931 \\ x = 0.1095876  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.777597 \\ x = 0.1095877  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.777597 \\ x = 0.1096129  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.777597 \\ x = 0.1096129  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.775797 \\ x = 0.1096222  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.775102 \\ x = 0.1096222  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.775102 \\ x = 0.1096222  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.776714 \\ x = 0.1096224  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) z = 0.776714 \\ x = 0.1096274  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776714 \\ x = 0.1096077  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776714 \\ x = 0.1098077  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776714 \\ x = 0.1098077  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776714 \\ x = 0.1098077  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776714 \\ x = 0.1098077  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776714 \\ x = 0.1098007  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776718 \\ x = 0.1098007  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776781 \\ x = 0.1098007  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776781 \\ x = 0.1098007  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776781 \\ x = 0.10989807  y = ( 0_{0}^{*} ( x, z ) x = ( x, z ) x = 0.776781 \\ x = 0.10989807  y = ( 0_{0}^{$		x=0.01995838	$y = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.777118$	Ε
$\begin{aligned} & x = 0. (19958a) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 773781 \\ & x = 0. (1995874) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 773856 \\ & x = 0. (1995874) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 773829 \\ & x = 0. (1995874) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 773914 \\ & x = 0. (1995875) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 779914 \\ & x = 0. (1995876) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 779917 \\ & x = 0. (1995876) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 779917 \\ & x = 0. (1995876) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 779917 \\ & x = 0. (1995876) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 779917 \\ & x = 0. (1995612) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77917 \\ & x = 0. (1995612) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 775197 \\ & x = 0. (1995612) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 775197 \\ & x = 0. (1996222) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 775102 \\ & x = 0. (1996222) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 775102 \\ & x = 0. (1996223) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 776674 \\ & x = 0. (1996224) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 777649 \\ & x = 0. (1996777) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 777491 \\ & x = 0. (1998777) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 777397 \\ & x = 0. (1998077) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77397 \\ & x = 0. (1998077) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77397 \\ & x = 0. (1998077) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77397 \\ & x = 0. (1998080) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77397 \\ & x = 0. (1998080) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77397 \\ & x = 0. (1998080) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77397 \\ & x = 0. (1998080) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77397 \\ & x = 0. (1998080) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77397 \\ & x = 0. (1998080) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77397 \\ & x = 0. (1998080) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77396 \\ & x = 0. (1998080) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77396 \\ & x = 0. (1998080) & \forall e (k_1   x, z   k_1   x, z   z = 0. 77395 \\ & x = 0. (199912$		x=0.01995839	$Y = (\Psi_n[x, z]\overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.775932$	3
$ x = 0.01999837 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.773685 \\ x = 0.01995874 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.773914 \\ x = 0.01995875 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.775907 \\ x = 0.01995875 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.776907 \\ x = 0.01995875 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.776977 \\ x = 0.01995876 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.776977 \\ x = 0.01995876 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.770973 \\ x = 0.01995876 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.770931 \\ x = 0.01996192 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.777597 \\ x = 0.01996193 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.777597 \\ x = 0.01996193 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.777597 \\ x = 0.01996193 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77605 \\ x = 0.01996223 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77666 \\ x = 0.01996223 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77666 \\ x = 0.01996224 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77664 \\ x = 0.01996224 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77674 \\ x = 0.01996776 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.777614 \\ x = 0.01998776 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.777591 \\ x = 0.01998776 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.777591 \\ x = 0.01998776 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.777399 \\ x = 0.01998077 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.777684 \\ x = 0.01998077 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77684 \\ x = 0.01998077 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77684 \\ x = 0.01998077 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77684 \\ x = 0.01998077 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77684 \\ x = 0.01998077 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77684 \\ x = 0.01998077 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77684 \\ x = 0.01998077 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77684 \\ x = 0.01999123 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77684 \\ x = 0.01999123 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77634 \\ x = 0.01999123 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77634 \\ x = 0.01999123 \qquad y = (v_{0}, [x, z] v_{0}, [x, z]) = 0.77634 \\ x = 0.01999$		x=0.01995839	$\Psi = (\Psi_n[x, z] \Psi_n[x, z]) = 0.774781$	Ę
$\begin{aligned} x_{n}(193967) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}, \mathbf{x}_{n}^{T}   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}_{n}, \mathbf{x}_{n}) = 0.773921 \\ x_{n}(1939674) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}, \mathbf{x}_{n}^{T}   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}_{n}, \mathbf{x}_{n}) = 0.773904 \\ x_{n}(1939675) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}, \mathbf{x}_{n}^{T}   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}_{n}, \mathbf{x}_{n}) = 0.775914 \\ x_{n}(1939675) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}, \mathbf{x}_{n}^{T}   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}_{n}, \mathbf{x}_{n}) = 0.776917 \\ x_{n}(1939676) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}, \mathbf{x}_{n}^{T}   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{x}, \mathbf{x}_{n}) = 0.776931 \\ x_{n}(1939677) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z}^{T}   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z}, \mathbf{z}) = 0.777531 \\ x_{n}(1939613) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z}^{T}   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.777552 \\ x_{n}(1939613) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z}^{T}   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.773597 \\ x_{n}(1996124) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.773695 \\ x_{n}(1996222) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.77866 \\ x_{n}(1996222) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.77666 \\ x_{n}(1996223) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.77866 \\ x_{n}(1996224) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.778674 \\ x_{n}(1996224) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.77966 \\ x_{n}(1996776) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.77961 \\ x_{n}(1996777) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.779311 \\ x_{n}(1996777) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.773671 \\ x_{n}(1998007) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.773671 \\ x_{n}(1998007) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.778565 \\ x_{n}(1998007) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.778568 \\ x_{n}(1998007) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.778568 \\ x_{n}(1999122) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.778568 \\ x_{n}(1999122) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.778568 \\ x_{n}(1999122) & y_{n}(\mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})   \mathbf{k}_{n}(\mathbf{x}, \mathbf{z})) = 0.7785$		x=0.01995840	$Y = (\Psi_n[X, Z] \Psi_n[X, Z]) = 0.773665$	1
$ \begin{aligned} x = 0.01998914 & = -(@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779304 \\ x = 0.01998975 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779314 \\ x = 0.01998975 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779314 \\ x = 0.01998975 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779315 \\ x = 0.01998192 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779315 \\ x = 0.01998192 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779359 \\ x = 0.01996192 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779359 \\ x = 0.01996193 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779359 \\ x = 0.01996193 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779359 \\ x = 0.01996193 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.775379 \\ x = 0.0199622 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.775102 \\ x = 0.0199622 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.77666 \\ x = 0.01996223 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.77666 \\ x = 0.01996224 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.77666 \\ x = 0.01996224 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.77666 \\ x = 0.01996224 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.776674 \\ x = 0.01996224 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779511 \\ x = 0.0199677 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779511 \\ x = 0.01998776 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779571 \\ x = 0.01998776 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & = 0.779571 \\ x = 0.01998006 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77949 \\ x = 0.01998006 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77949 \\ x = 0.01998007 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77949 \\ x = 0.01998007 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77949 \\ x = 0.01998007 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77645 \\ x = 0.01998007 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77645 \\ x = 0.01999123 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77645 \\ x = 0.01999123 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77645 \\ x = 0.01999124 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77659 \\ x = 0.01999125 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77557 \\ x = 0.01999124 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77557 \\ x = 0.01999125 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77557 \\ x = 0.01999125 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, z_{1}] = 0.77557 \\ x = 0.01999126 & = (@_{1}[x_{1}, z_{1}] & [x_{1}, $		x=0.01995873	$y = (w_n[x,z],w_n[x,z]) = 0.773939$ $w = (\Phi[x,z]\Phi[x,z]) = 0.774921$	E L
$ \begin{aligned} & = 0.11995075 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.776907 \\ & = 0.01995075 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77931 \\ & = 0.01995076 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.779375 \\ & = 0.01995076 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.779375 \\ & = 0.0199503 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.775797 \\ & = 0.0199613 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.775797 \\ & = 0.0199613 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.775797 \\ & = 0.0199613 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.775797 \\ & = 0.0199612 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.775097 \\ & = 0.0199622 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.775102 \\ & = 0.0199622 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77564 \\ & = 0.0199622 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77964 \\ & = 0.0199622 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.779741 \\ & = 0.0199677 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77749 \\ & = 0.0199677 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77749 \\ & = 0.01998777 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77749 \\ & = 0.01998076 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77749 \\ & = 0.01998060 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77749 \\ & = 0.01998060 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77749 \\ & = 0.01998060 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77645 \\ & = 0.01998060 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77645 \\ & = 0.01998060 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77645 \\ & = 0.01998060 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77645 \\ & = 0.01998060 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77645 \\ & = 0.01998060 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77645 \\ & = 0.01998060 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77645 \\ & = 0.01999807 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77658 \\ & = 0.01999123 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.77657 \\ & = 0.01999124 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.777545 \\ & = 0.01999124 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.777545 \\ & = 0.01999124 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.777545 \\ & = 0.01999124 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.777545 \\ & = 0.01999124 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.776516 \\ & = 0.01999124 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.776516 \\ & = 0.01999124 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.776516 \\ & = 0.01999124 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.776516 \\ & = 0.01999126 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.776516 \\ & = 0.01999126 & \forall = (\xi_n(x,z) \xi_n(x,z)) = 0.776516 \\ & = 0.01999126 & \forall$		x=0.01995874	$y = (\Psi_n[x,z]\Psi_n[x,z]) = 0.775904$	, P
$ \begin{aligned} & x = 0.01998075 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z  0, 177931 \\ & x = 0.01998076 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z  z ,  x, z  ) = 0.779875 \\ & x = 0.01996192 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.779399 \\ & x = 0.01996193 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.777572 \\ & x = 0.01996193 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.777577 \\ & x = 0.01996193 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.777897 \\ & x = 0.01996123 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.778095 \\ & x = 0.01996223 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.778102 \\ & x = 0.01996223 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x,  z  ) = 0.77664 \\ & x = 0.01996224 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x,  z  ) = 0.77664 \\ & x = 0.01996776 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x,  z  ) = 0.779311 \\ & x = 0.01996777 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x,  z  ) = 0.775311 \\ & x = 0.01996777 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x,  z  ) = 0.775711 \\ & x = 0.01998077 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  z,  z  ) = 0.775111 \\ & x = 0.01998077 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  z  ) = 0.77511 \\ & x = 0.01998077 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  z  ) = 0.77664 \\ & x = 0.01998077 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  z  ) = 0.77664 \\ & x = 0.01998077 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  z  ) = 0.77664 \\ & x = 0.01998077 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77664 \\ & x = 0.01999123 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77659 \\ & x = 0.01999123 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77657 \\ & x = 0.01999123 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77657 \\ & x = 0.01999123 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77537 \\ & x = 0.01999123 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77636 \\ & x = 0.01999124 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77537 \\ & x = 0.01999125 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77537 \\ & x = 0.01999126 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77537 \\ & x = 0.01999126 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77537 \\ & x = 0.01999126 & y = (0,  x, z  0,  x, z  z ,  x, z  ) = 0.77537 \\ & x = 0.01999126 & y = (0,  x, z  0,  x, z$		x=0.01995875	$Y = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.776907$	3
$ \begin{aligned} & x = 0.01995876 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.778975 \\ & x = 0.01995876 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.778975 \\ & x = 0.01996132 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.779552 \\ & x = 0.01996133 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.77397 \\ & x = 0.01996124 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.77399 \\ & x = 0.01996222 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.77309 \\ & x = 0.01996223 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.77686 \\ & x = 0.01996224 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.77686 \\ & x = 0.01996224 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.77686 \\ & x = 0.01996224 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.77686 \\ & x = 0.0199676 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.779674 \\ & x = 0.01996776 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.779341 \\ & x = 0.01998776 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.779341 \\ & x = 0.01998776 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.779341 \\ & x = 0.01998777 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.779379 \\ & x = 0.01998077 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.779379 \\ & x = 0.01998077 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.776694 \\ & x = 0.01998007 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.776594 \\ & x = 0.01998007 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.776594 \\ & x = 0.019998007 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.776594 \\ & x = 0.019998007 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.776586 \\ & x = 0.019998007 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.776596 \\ & x = 0.01999123 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.776586 \\ & x = 0.01999124 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.775376 \\ & x = 0.01999124 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.775485 \\ & x = 0.01999125 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.775485 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.775486 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.775486 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.775487 \\ & x = 0.01999161 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.775487 \\ & x = 0.01999161 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.775487 \\ & x = 0.01999161 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.776486 \\ & x = 0.01999161 & y = (k_0, [x, z]^k_0, [x, z]) = 0.776427 \\ $		x=0.01995875	$Y = (\Psi_n[x, z]\overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.777931$	3
$ \begin{aligned} \mathbf{x} = 0. \ (1) 99597 \mathbf{y} = (\mathbf{x}_0,  \mathbf{x}, z ]_{\mathbf{x}_0},  \mathbf{x}, z$		x=0.01995876	$\Psi = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.778975$	2
$ x = 0, 0.1996129 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 77552 \\ x = 0, 0.1996139 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 775752 \\ x = 0, 0.1996139 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 773097 \\ x = 0, 0.1996123 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 773199 \\ x = 0, 0.1996223 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 775102 \\ x = 0, 0.1996224 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 77664 \\ x = 0, 0.1996224 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 77664 \\ x = 0, 0.1996224 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 77664 \\ x = 0, 0.1996724 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 77664 \\ x = 0, 0.1996776 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 779674 \\ x = 0, 0.1996776 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 777499 \\ x = 0, 0.1996776 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 777499 \\ x = 0, 0.1996776 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 777499 \\ x = 0, 0.1996776 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 777499 \\ x = 0, 0.1996006 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 777499 \\ x = 0, 0.1996006 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776644 \\ x = 0, 0.1996806 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776645 \\ x = 0, 0.1996806 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776455 \\ x = 0, 0.1996807 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776455 \\ x = 0, 0.1996807 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776455 \\ x = 0, 0.1996807 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776598 \\ x = 0, 0.1999123 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999124 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999124 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999124 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999124 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999124 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999124 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999124 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999124 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999124 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999126 \qquad y = (w_0, [x, z] w_0, [x, z]) = 0, 776578 \\ x = 0, 0.1999162 \qquad y = (w_0, [x,$		x=0.01995876	$y = (\Psi_n[x, z] \Psi_n[x, z]) = 0.780039$	۲ ۲
$ \begin{aligned} x = 0.01956133 & y = (\xi_{1}, x_{1}, \exists_{k}, [x_{1}, z_{1}]) = 0.775597 \\ x = 0.01956134 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, \exists_{k}^{k}, [x_{1}, z_{1}]) = 0.775105 \\ x = 0.01956223 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.77666 \\ x = 0.01956223 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.77666 \\ x = 0.01956224 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.77666 \\ x = 0.01956224 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.776674 \\ x = 0.01956224 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.776741 \\ x = 0.01956776 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.777891 \\ x = 0.01958777 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.777891 \\ x = 0.01958777 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.777891 \\ x = 0.01958077 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.777895 \\ x = 0.01958077 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.777895 \\ x = 0.01958006 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]) = 0.778455 \\ x = 0.01958007 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.778455 \\ x = 0.01958007 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.778465 \\ x = 0.01958007 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.778465 \\ x = 0.01958007 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.778465 \\ x = 0.01959123 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.778465 \\ x = 0.01959123 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.778465 \\ x = 0.01959123 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.778465 \\ x = 0.01959124 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.775465 \\ x = 0.01959125 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.775465 \\ x = 0.01959125 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.775465 \\ x = 0.01959125 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.775423 \\ x = 0.01959125 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.775423 \\ x = 0.01959140 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.775425 \\ x = 0.01959140 & y = (\xi_{k}, [x_{1}, z]]_{k}^{k}, [x_{1}, z]] = 0.77632 \\ x = 0.01959516 & y = $		x=0.01996192	$y = (u_n[x, z], u_n[x, z]) = 0.779359$ $y = (0, [x, z], \overline{u}) = 0.779552$	3
$ \begin{aligned} \mathbf{x}_{n} = 0.1096119  \mathbf{y}_{n} (\mathbf{x}_{n}   \mathbf{x}_{n} + 1^{2}_{n}   \mathbf{x}_{n} + \mathbf{y}_{n}   \mathbf{y}_{n}   \mathbf{y}_{n} = 0.774095 \\ \mathbf{x}_{n} = 0.01996223  \mathbf{y}_{n} (\mathbf{x}_{n}   \mathbf{x}_{n} + 1^{2}_{n}   \mathbf{x}_{n} + \mathbf{y}_{n}   \mathbf{z}_{n}   \mathbf{x}_{n}   \mathbf{y}_{n} = 0.7756102 \\ \mathbf{x}_{n} = 0.01996223  \mathbf{y}_{n} (\mathbf{x}_{n} + \mathbf{x}_{n}^{2}   \mathbf{x}_{n}   \mathbf{x}_{n}   \mathbf{z}_{n}   $		x=0.01996193	$y = (\Psi_n[x,z]\Psi_n[x,z]) = 0.777352$ $y = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi_n}[x,z]) = 0.775797$	F
$ \begin{aligned} & x=0, 01996222 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 773399 \\ & x=0, 01996223 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77866 \\ & x=0, 01996224 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77867 \\ & x=0, 01996224 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77867 \\ & x=0, 01996776 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 778941 \\ & x=0, 01998776 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77749 \\ & x=0, 01998777 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77749 \\ & x=0, 01998777 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77749 \\ & x=0, 01998067 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77749 \\ & x=0, 01998067 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77391 \\ & x=0, 01998067 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77397 \\ & x=0, 01998060 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77485 \\ & x=0, 01998067 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77645 \\ & x=0, 01998067 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77645 \\ & x=0, 01998067 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77659 \\ & x=0, 01999123 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77659 \\ & x=0, 01999124 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77565 \\ & x=0, 01999125 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77556 \\ & x=0, 01999126 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77556 \\ & x=0, 01999126 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77557 \\ & x=0, 01999126 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77519 \\ & x=0, 01999126 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77612 \\ & x=0, 01999598 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77628 \\ & x=0, 019995988 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\mathfrak{G}_n[x,z])=0, 77612 \\ & x=0, 019959588 & y=($		x=0.01996194	$y = (\Psi_n[x,z]\Psi_n[x,z]) = 0.774095$	9
$ \begin{aligned} & x=0, 01396223 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775102 \\ & x=0, 01396223 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.77664 \\ & x=0, 0139624 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.77674 \\ & x=0, 01396274 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.77874 \\ & x=0, 01398776 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.77749 \\ & x=0, 01398777 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775711 \\ & x=0, 01398777 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775711 \\ & x=0, 01398777 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775711 \\ & x=0, 01398076 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775271 \\ & x=0, 01398077 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775271 \\ & x=0, 01398077 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.776574 \\ & x=0, 01398077 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.776455 \\ & x=0, 01398077 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.776455 \\ & x=0, 01399123 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.776578 \\ & x=0, 01399123 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.776578 \\ & x=0, 01399124 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775578 \\ & x=0, 01399124 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775678 \\ & x=0, 01399124 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775678 \\ & x=0, 01399125 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775678 \\ & x=0, 01399125 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775678 \\ & x=0, 01399126 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775475 \\ & x=0, 01399126 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775678 \\ & x=0, 01399126 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775678 \\ & x=0, 01399126 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775475 \\ & x=0, 01399126 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775478 \\ & x=0, 01399126 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775478 \\ & x=0, 01399168 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.77568 \\ & x=0, 01399168 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.775478 \\ & x=0, 01399358 & y=(\Phi_h[x,z]\Phi_h[x,z]) = 0.776278 \\ & x=0, 01399559 & y$		x=0.01996222	$Y = (\Psi_n[x, z]\overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.773399$	3
$ \begin{aligned} & x = 0.0199623 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.77666 \\ & x = 0.01996224 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.706542 \\ & x = 0.01996776 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.779541 \\ & x = 0.01996776 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.779749 \\ & x = 0.01996776 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.779791 \\ & x = 0.01996777 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.779791 \\ & x = 0.01996777 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.779791 \\ & x = 0.01996776 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.779571 \\ & x = 0.01998077 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.779579 \\ & x = 0.01998067 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776564 \\ & x = 0.01998060 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776564 \\ & x = 0.01998060 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776845 \\ & x = 0.01998080 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776845 \\ & x = 0.01998080 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776566 \\ & x = 0.01999123 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999124 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999125 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999126 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.776576 \\ & x = 0.01999161 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.77657 \\ & x = 0.01999161 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.77657 \\ & x = 0.01999162 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.77657 \\ & x = 0.01999162 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.77652 \\ & x = 0.01999163 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.77652 \\ & x = 0.01999163 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.77612 \\ & x = 0.019995698 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.77628 \\ & x = 0.019995958 & y = (k_{R}(x,z)   k_{R}(x,z)   = 0.77628 \\ & x = 0.01999558 & y = (k_{R}(x,z$		x=0.01996223	$Y = (\Psi_n[x,z]\Psi_n[x,z]) = 0.775102$	Ε
$ \begin{aligned} & x = 0.01996224 & & y = ( { { 0} }_{ { 0} } [ { x }_{ { 0} } ] [ { x }_{ { 0} } [ { x }_{ { 0} } ] [ { x }_{ { 0} } [ { x }_{ { 0} } ] [ ] [ { x }_{ { 0} } ] [ ] ] [ { x }_{ { 0} } ] [ ] ] ] ] ] ] \\                   $		x=0.01996223	$Y = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.77686$	Ξ
$ \begin{aligned} x = 0. (1956224 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z] = 0. 706442 \\ x = 0. (1996775 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z] = 0. 777499 \\ x = 0. (1996775 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 777149 \\ x = 0. (1996777 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 777511 \\ x = 0. (1996806 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 773271 \\ x = 0. (1996806 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 773271 \\ x = 0. (1996807 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 773271 \\ x = 0. (1996807 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 774695 \\ x = 0. (1996807 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 774656 \\ x = 0. (1996807 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 776694 \\ x = 0. (1996807 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 776694 \\ x = 0. (1998800 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 776686 \\ x = 0. (1999123 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 776586 \\ x = 0. (1999124 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 776586 \\ x = 0. (1999125 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 776586 \\ x = 0. (1999125 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775485 \\ x = 0. (1999125 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775495 \\ x = 0. (1999125 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775495 \\ x = 0. (1999126 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775495 \\ x = 0. (1999126 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775495 \\ x = 0. (1999126 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775495 \\ x = 0. (1999126 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775495 \\ x = 0. (1999126 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775495 \\ x = 0. (1999126 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775423 \\ x = 0. (199916 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 775427 \\ x = 0. (199916 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 77628 \\ x = 0. (199916 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 77628 \\ x = 0. (1999587 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 776298 \\ x = 0. (19995897 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z]) = 0. 776298 \\ x = 0. (1995958 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z] ] = 0. 776298 \\ x = 0. (1995958 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z] ] = 0. 776298 \\ x = 0. (1995958 \\ y = (\emptyset_{k} [x, z] \forall_{k} [x, z] ] = 0. 77629$		x=0.01996224	$Y = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.778674$	2
$ \begin{aligned} x_{n}^{1}(0,1) & y_{n}^{1}(1,x) \\ x_{n}^{2}(0,1) & y_{n}^{2}(1,x) \\ x_{n}^{2}(1,x) \\ y_{n}^{2}(1,x) \\ y$		x=0.01996224	$y = (\Psi_n[x, z] \Psi_n[x, z]) = 0.780542$	[ 7
$ \begin{aligned} x_{n} & (0.1999777) & y_{n} & (x_{n}   x_{n}   x_{n}   x_{n}   z_{n}   z_$		x=0.01998776	$Y = (W_n[X, Z]W_n[X, Z]) = 0.777341$ $Y = (W_n[X, Z]W_n[X, Z]) = 0.777499$	J J
$ \begin{aligned} & x=0.01998777 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.773979 \\ & x=0.01998060 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.773271 \\ & x=0.01998067 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77664 \\ & x=0.0199807 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77664 \\ & x=0.0199807 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77664 \\ & x=0.0199802 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77664 \\ & x=0.01999123 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77664 \\ & x=0.01999123 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77659 \\ & x=0.01999123 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.776568 \\ & x=0.01999123 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.776566 \\ & x=0.01999125 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.776506 \\ & x=0.01999125 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.776506 \\ & x=0.01999125 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.775405 \\ & x=0.01999126 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.773453 \\ & x=0.01999126 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.773537 \\ & x=0.01999126 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.776354 \\ & x=0.01999126 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.776354 \\ & x=0.01999126 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.776354 \\ & x=0.01999161 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77632 \\ & x=0.01999162 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77632 \\ & x=0.01999162 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77632 \\ & x=0.01999163 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77632 \\ & x=0.01999599 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77632 \\ & x=0.01999599 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77632 \\ & x=0.019995999 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = 0.77632 \\ & x=0.019959599 & y=(\mathfrak{G}_{k}[x,z]\mathfrak{G}_{k}[x,z]) = $		x=0.01998777	$y = (\Psi_n[X, z] \Psi_n[X, z]) = 0.775711$ $y = (\Psi_n[X, z] \Psi_n[X, z]) = 0.775711$	L F
$ \begin{split} & x=0.01998006 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{n}[x,z])=0.773271 \\ & x=0.01998007 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{n}[x,z])=0.77654 \\ & x=0.0199807 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77654 \\ & x=0.0199807 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.78645 \\ & x=0.01999123 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.79639 \\ & x=0.01999123 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.79659 \\ & x=0.01999124 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77659 \\ & x=0.01999124 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77565 \\ & x=0.01999125 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77556 \\ & x=0.01999126 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.775495 \\ & x=0.01999126 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77519 \\ & x=0.01999161 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77519 \\ & x=0.01999162 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77612 \\ & x=0.01999162 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77913 \\ & x=0.01999163 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77913 \\ & x=0.0199956 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77617 \\ & x=0.0199956 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77617 \\ & x=0.01999598 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77617 \\ & x=0.01995958 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77617 \\ & x=0.01995958 & y=(\Psi_{h}[x,z]\Psi_{h}[x,z])=0.77618 \\ & x=0.01995958 $		x=0.01998777	$y = (\Psi_n[x,z]\Psi_n[x,z]) = 0.773979$	Ē
$ \begin{split} & x = 0.01998067  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.774856 \\ & x = 0.01998067  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.774855 \\ & x = 0.01998067  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.774855 \\ & x = 0.01999023  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.776455 \\ & x = 0.01999123  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.77659 \\ & x = 0.01999124  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.77659 \\ & x = 0.01999124  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.77659 \\ & x = 0.01999125  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.776506 \\ & x = 0.01999125  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.775676 \\ & x = 0.01999125  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.775676 \\ & x = 0.01999126  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.773577 \\ & x = 0.01999126  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.773573 \\ & x = 0.01999126  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.773537 \\ & x = 0.01999126  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.773537 \\ & x = 0.01999161  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.779512 \\ & x = 0.01999161  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.779512 \\ & x = 0.01999162  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.779512 \\ & x = 0.01999163  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.779512 \\ & x = 0.01999163  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.779512 \\ & x = 0.01999163  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ) = 0.779512 \\ & x = 0.01999163  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ] = 0.779512 \\ & x = 0.01999163  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ] = 0.779512 \\ & x = 0.019999163  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ] = 0.779512 \\ & x = 0.0199999163  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ] = 0.779512 \\ & x = 0.0199999916  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ] = 0.77612 \\ & x = 0.0199999999  & y = ( \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] \mathfrak{G}_{h} [ x, z ] ] = 0.77612 \\ & x = 0.019$		x=0.01998806	$Y = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.773271$	3
$\begin{aligned} x=0.0199807 & y=(\emptyset_{k} x,z \emptyset_{k} x,z ) = 0.776944 \\ x=0.0199807 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.707445 \\ x=0.01999123 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.707046 \\ x=0.0199123 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.707046 \\ x=0.0199124 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776559 \\ x=0.0199125 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.777656 \\ x=0.0199125 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.777537 \\ x=0.0199125 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.775666 \\ x=0.0199125 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77537 \\ x=0.0199126 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77537 \\ x=0.0199126 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.775456 \\ x=0.0199126 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.775457 \\ x=0.0199126 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.775454 \\ x=0.01999161 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776155 \\ x=0.01999162 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776156 \\ x=0.01999162 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776156 \\ x=0.01999161 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776156 \\ x=0.01999162 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776156 \\ x=0.01999163 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776156 \\ x=0.01999163 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776156 \\ x=0.01999163 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776156 \\ x=0.01999163 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.776156 \\ x=0.01999150 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77621 \\ x=0.0199950 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77621 \\ x=0.0199950 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77621 \\ x=0.01999599 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77626 \\ x=0.01999599 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77626 \\ x=0.01999599 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77626 \\ x=0.01999599 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77626 \\ x=0.01999599 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77626 \\ x=0.01999599 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77626 \\ x=0.01999599 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77626 \\ x=0.01999599 & y=(\emptyset_{k} x,z \widehat{\vartheta}_{k} x,z ) = 0.77626 \\ y=(0.01995950) & y=(\emptyset_{k$		x=0.01998806	$Y = (\Psi_n[x, z]\overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.774956$	3
$\begin{split} \mathbf{x} = 0.0198607  \mathbf{y} = (\mathbf{\hat{g}}_{0}[\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}[\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z]\mathbf{\hat{g}}_{0}(\mathbf{x},z)\mathbf$		x=0.01998807	$\underline{y} = (\underline{w}_n[x, z] \overline{w}_n[x, z]) = 0.776694$	3
$ \begin{array}{l} x=0.01998103 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.780329 \\ x=0.01999123 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.79639 \\ x=0.01999124 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.779580 \\ x=0.01999124 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.775570 \\ x=0.01999125 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.775466 \\ x=0.01999126 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.775466 \\ x=0.01999126 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.775495 \\ x=0.01999126 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.775495 \\ x=0.01999126 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.775495 \\ x=0.01999126 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.773423 \\ x=0.01999161 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.773423 \\ x=0.01999161 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.77519 \\ x=0.01999162 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.779156 \\ x=0.01999162 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.779157 \\ x=0.01999163 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.779157 \\ x=0.01999163 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.779127 \\ x=0.01999163 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.779127 \\ x=0.0199953 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.779127 \\ x=0.01999599 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.779127 \\ x=0.01999599 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.77927 \\ x=0.01999599 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.77627 \\ x=0.01999599 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.77629 \\ x=0.01999599 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.77629 \\ x=0.0199559 & y=(k_{0}^{*}[x,z]k_{0}^{*}[x,z]) = 0.7$		x=0.01998807	$y = (\Psi_n[x, z] \overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.778485$	2
$ \begin{aligned} x = 0.0199123 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.779659 \\ x = 0.0199124 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778688 \\ x = 0.01999124 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778688 \\ x = 0.01999125 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.775606 \\ x = 0.01999125 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.775495 \\ x = 0.01999126 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.775495 \\ x = 0.01999126 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.775495 \\ x = 0.01999126 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.773423 \\ x = 0.01999161 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.775495 \\ x = 0.01999161 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.775423 \\ x = 0.01999161 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.775454 \\ x = 0.01999161 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.775427 \\ x = 0.01999163 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778165 \\ x = 0.01999163 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778165 \\ x = 0.01999163 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778247 \\ x = 0.0199957 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778212 \\ x = 0.0199597 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778292 \\ x = 0.019995999 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778298 \\ x = 0.019995999 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778298 \\ x = 0.019995999 & y = ( k_{11}, x_{1} = k_{11}, x_{11} ) = 0.778298 \\ x = 0.019995999 & y = ( k_{11}, x_{11} = k_{11}, x_{12} ) = 0.776298 \\ x = 0.01999599 & y = ( k_{11}, x_{11} = k_{11}, x_{12} ) = 0.776298 \\ x = 0.01999599 & y = ( k_{11}, x_{11} = k_{11}, x_{12} ) = 0.776298 \\ x = 0.01999599 & y = ( k_{11}, x_{11} = k_{11}, x_{12} ) = 0.776298 \\ x = 0.01999599 & y = ( k_{11}, x_{11} = k_{11}, x_{12} ) = 0.776298 \\ x = 0.01999599 & y = ( k_{11}, x_{11} = k_{11}, x_{12} ) = 0.776298 \\ x = 0.01999599 & y = ( k_{11}, x_{11} = k_{11}, x_{12} ) = 0.774267 \\ x = 0.01995999 & y = ( k_{11}, x_{11} = k_{11}, x_{12} ) = 0.774267 \\ x = 0.01995999 & y = ( k_{11}, x_{12} = k_{11}, x_{12} ) = 0.774267 \\ x = 0.01995999 & y = ( k_{11}, $		x=0.01998808	$y = (\Psi_n[x, z] \Psi_n[x, z]) = 0.780329$ $y = (\Psi_n[x, z] \overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.780349$	1 7
$ \begin{split} \mathbf{x} = 0.0199124 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.778588 \\ \mathbf{x} = 0.0199124 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.777537 \\ \mathbf{x} = 0.0199125 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77537 \\ \mathbf{x} = 0.0199125 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.776566 \\ \mathbf{x} = 0.0199126 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.774585 \\ \mathbf{x} = 0.01999126 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.774505 \\ \mathbf{x} = 0.01999126 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.774545 \\ \mathbf{x} = 0.01999161 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.774544 \\ \mathbf{x} = 0.01999161 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77815 \\ \mathbf{x} = 0.01999162 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77815 \\ \mathbf{x} = 0.01999161 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77815 \\ \mathbf{x} = 0.01999162 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77815 \\ \mathbf{x} = 0.01999163 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77815 \\ \mathbf{x} = 0.01999163 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77815 \\ \mathbf{x} = 0.01999595 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77821 \\ \mathbf{x} = 0.01999595 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77821 \\ \mathbf{x} = 0.01999599 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77821 \\ \mathbf{x} = 0.01999599 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.77821 \\ \mathbf{x} = 0.01999599 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.778298 \\ \mathbf{x} = 0.01999599 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.776298 \\ \mathbf{x} = 0.01999599 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.776298 \\ \mathbf{x} = 0.01999599 & \mathbf{y} = (\mathbf{g}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z] \mathbf{\bar{x}}_{\mathbf{x}}[\mathbf{x}, z]) = 0.776467 \\ \end{bmatrix}$		x=0.01999123	$y = (\Psi_n[X, z]\Psi_n[X, z]) = 0.700740$ $y = (\Psi_n[X, z]\Psi_n[X, z]) = 0.779659$	L F
$ \begin{split} x=0.0199124 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.777537 \\ x=0.0199125 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.775606 \\ x=0.0199125 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.775495 \\ x=0.0199125 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.773537 \\ x=0.0199126 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.773537 \\ x=0.0199161 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.773423 \\ x=0.0199161 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.773423 \\ x=0.0199161 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.77519 \\ x=0.0199162 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.77624 \\ x=0.01999162 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.77615 \\ x=0.01999162 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.77615 \\ x=0.01999163 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.780734 \\ x=0.0199957 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.77815 \\ x=0.0199957 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.77817 \\ x=0.01999599 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.77817 \\ x=0.01999599 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.777617 \\ x=0.01999599 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.77629 \\ x=0.0199599 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]\tilde{\Psi}_n[x,z])=0.77629 \\ x=0.0199590 & y=(\mathfrak{G}_n[x,z]$		x=0.01999124	$\gamma = (\Psi_n[x,z] \overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.778588$	Ē
$ \begin{split} & x = 0.0199125 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z \  ) = 0 , 776506 \\ & x = 0.0199125 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 775495 \\ & x = 0.0199126 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 773537 \\ & x = 0.01999160 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 773537 \\ & x = 0.01999161 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 773423 \\ & x = 0.01999161 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 773544 \\ & x = 0.01999161 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 773423 \\ & x = 0.01999162 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 77652 \\ & x = 0.01999163 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 77652 \\ & x = 0.01999163 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 778136 \\ & x = 0.01999163 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 778014 \\ & x = 0.0199957 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 778021 \\ & x = 0.0199957 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 778227 \\ & x = 0.01999598 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 777617 \\ & x = 0.019995898 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 7776298 \\ & x = 0.01999598 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 776298 \\ & x = 0.01999598 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 776298 \\ & x = 0.01999598 & y = ( \mathfrak{G}_{R} \  x, z \  \widetilde{\Psi}_{R} \  (x, z ) ] = 0 , 774967 \\ \end{split}$		x=0.01999124	$y = (\Psi_n[x, z] \overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.777537$	3
$ \begin{split} & = 0.0199125 \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.775495 \\ & = 0.0199125 \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.775495 \\ & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.775495 \\ & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.775435 \\ & = (0.1999126) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.775432 \\ & = (0.199916) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.775432 \\ & = (0.199916) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.775432 \\ & = (0.199916) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.77692 \\ & = (0.199916) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776156 \\ & = (0.1999163) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776126 \\ & = (0.1999163) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776126 \\ & = (0.1999596) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} \times \mathbb{I}_{2}^{\mathbb{I}} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776124 \\ & = (0.1999599) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999599) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999599) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999599) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999599) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999599) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999599) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999599) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999579) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999579) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999579) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999579) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z 1) = 0.776236 \\ & = (0.1999579) \qquad & = (\mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z \mathbb{R}) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z \mathbb{R}) = (0.776236 \\ & = (0.199576 + \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z \mathbb{R}) \mathbb{R}_{1} (\mathbf{x}, z$		x=0.01999125	$\gamma = (\Phi_n[x,z]\overline{\Phi}_n[x,z]) = 0.776506$	3
$ \begin{split} \mathbf{x} = 0. \ 01999126 & \mathbf{y} = (\mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0. \ 773507 \\ \mathbf{x} = 0. \ 01999160 & \mathbf{y} = (\mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0. \ 773537 \\ \mathbf{x} = 0. \ 01999161 & \mathbf{y} = (\mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0. \ 773543 \\ \mathbf{x} = 0. \ 01999161 & \mathbf{y} = (\mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0. \ 773519 \\ \mathbf{x} = 0. \ 01999161 & \mathbf{y} = (\mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0. \ 775519 \\ \mathbf{x} = 0. \ 01999162 & \mathbf{y} = (\mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{x}_0, [\mathbf{z}, \mathbf{z}]) = 0. \ 77692 \\ \mathbf{x} = 0. \ 01999163 & \mathbf{y} = (\mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0. \ 77692 \\ \mathbf{x} = 0. \ 01999163 & \mathbf{y} = (\mathbf{x}_0, [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{x}_0, [\mathbf{z}, $		x=0.01999125	$Y = (\Psi_n[x, z]\overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.775495$	3
$\begin{split} & x = 0.01999126 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.773537 \\ & x = 0.01999161 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.774534 \\ & x = 0.01999161 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.774554 \\ & x = 0.01999161 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.775719 \\ & x = 0.01999162 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.77612 \\ & x = 0.01999163 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.779146 \\ & x = 0.01999163 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.779147 \\ & x = 0.01999163 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.779147 \\ & x = 0.01999163 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.770174 \\ & x = 0.01999163 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.77017 \\ & x = 0.01999597 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.776127 \\ \hline & x = 0.019995997 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.776298 \\ & x = 0.019995998 \qquad y = (k_{\rm B}(x,z)  s_{\rm L}(x,z)  = 0.774967 \\ \end{split}$		x=0.01999126	$\Psi = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.774505$	2
$ \begin{split} & x_{0}.0199160 & y_{1}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{z}_{1} \mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2}) = 0.774543 \\ & x_{0}.01999161 & y_{2}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{z}_{1} \mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2}) = 0.774514 \\ & x_{0}.01999161 & y_{2}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{z}_{1} \mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2}) = 0.775719 \\ & x_{0}.01999162 & y_{2}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{x}_{1} \mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2}) = 0.77652 \\ & x_{0}.01999162 & y_{2}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{x}_{1} \mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2}) = 0.77612 \\ & x_{0}.01999163 & y_{2}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{x}_{1} \mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2}) = 0.77847 \\ & x_{0}.01999163 & y_{2}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{x}_{1} \mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2}) = 0.780734 \\ & x_{0}.01999595 & y_{2}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{x}_{1} \mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2},\mathbf{l}) = 0.778021 \\ & x_{0}.0199957 & y_{2}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{x}_{1} \mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2},\mathbf{l}) = 0.776922 \\ & x_{0}.01999587 & y_{2}(\mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{1},\mathbf{k}_{2},\mathbf{k}$		x=0.01999126	$Y = (\Psi_n[x, z] \Psi_n[x, z]) = 0.773537$	1
$ \begin{array}{r} x = 0.01999161  y = ( \xi_{m} [x, z] = 1, z_{m} [x, z] ) = 0.77519 \\ x = 0.01999161  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77519 \\ x = 0.01999162  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77612 \\ x = 0.01999163  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.778136 \\ x = 0.01999163  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77847 \\ x = 0.01999163  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77047 \\ x = 0.01999595  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.78021 \\ x = 0.01999597  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77637 \\ x = 0.01999597  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77637 \\ x = 0.01999599  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77637 \\ x = 0.01999599  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77629 \\ x = 0.01999599  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77629 \\ x = 0.01999599  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.77629 \\ x = 0.01999599  y = ( \xi_{m} [x, z] \in [x, z] = 0.774967 \\ \end{array} $		X=0.01999160	$y = (w_n[x, z], w_n[x, z]) = 0.773423$ $y = (0, [x, z], w_n[x, z]) = 0.274554$	3
$ \begin{array}{c} x=0.01999162 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.77692 \\ x=0.01999163 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.776156 \\ x=0.01999163 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.779427 \\ x=0.01999163 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.769024 \\ x=0.01999163 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.769024 \\ x=0.01999596 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.779427 \\ x=0.01999597 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.779522 \\ \hline \mathbf{x}=0.01999599 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.777517 \\ x=0.01999599 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.777629 \\ x=0.01999599 & y=(\mathfrak{F}_{n}[x,z]\mathfrak{F}_{n}[x,z])=0.774967 \\ \end{array} $		x=0.01999161	$y = (\Psi_n [x, z] \overline{\Psi}_n [x, z]) = 0.776334$ $y = (\Psi_n [x, z] \overline{\Psi}_n [x, z]) = 0.775719$	L F
$ \begin{split} \mathbf{x} = 0.\ 0.1999162  & \forall \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = \ 0.\ 778156 \\ \mathbf{x} = 0.\ 01999163  & \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = \ 0.\ 778427 \\ \mathbf{x} = 0.\ 01999163  & \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = \ 0.\ 780734 \\ \mathbf{x} = 0.\ 01999595  & \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = \ 0.\ 780215 \\ \mathbf{x} = 0.\ 01999597  & \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = \ 0.\ 78922 \\ \hline \mathbf{x} = 0.\ 01999597  & \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = \ 0.\ 77822 \\ \hline \mathbf{x} = 0.\ 01999599  & \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = \ 0.\ 776270 \\ \mathbf{x} = 0.\ 01999599  & \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0.\ 776280 \\ \mathbf{x} = 0.\ 01999599  & \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0.\ 776280 \\ \mathbf{x} = 0.\ 01999599  & \mathbf{y} = (\mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}] \mathbf{\bar{w}}_n[\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0.\ 774967 \end{split}$		x=0.01999162	$y = (\Psi_n[x,z]\Psi_n[x,z]) = 0.77692$	F
$ \begin{array}{rl} x=0.01999163 & y=(\Re_n[x,z]\widetilde{\aleph}_n[x,z])=0.779427 \\ x=0.01999163 & y=(\Re_n[x,z]\widetilde{\aleph}_n[x,z])=0.780734 \\ x=0.01999596 & y=(\Re_n[x,z]\widetilde{\aleph}_n[x,z])=0.780215 \\ x=0.01999597 & y=(\Re_n[x,z]\widetilde{\aleph}_n[x,z])=0.779222 \\ \hline x=0.01999597 & y=(\Re_n[x,z]\widetilde{\aleph}_n[x,z])=0.777617 \\ x=0.01999598 & y=(\Re_n[x,z]\widetilde{\aleph}_n[x,z])=0.776298 \\ x=0.01999598 & y=(\Re_n[x,z]\widetilde{\aleph}_n[x,z])=0.776298 \\ x=0.01999598 & y=(\Re_n[x,z]\widetilde{\aleph}_n[x,z])=0.774967 \end{array} $		x=0.01999162	$y = (\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z]) = 0.778156$	3
$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$		x=0.01999163	$\underline{\mathbf{y}} = (\underline{\mathbf{w}}_n [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \overline{\mathbf{w}}_n [\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0.779427$	3
$ \begin{array}{lll} x = 0. \ (1999506 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (706215 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (706215 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (77622 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (77617 & y = 0. \ (77629 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (77629 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (77629 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (77629 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (77629 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (77629 & y = ( \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] \mathfrak{F}_{k} [ x, x ] ) = 0. \ (77629 & y = 0. \ ($		x=0.01999163	$\underline{\mathbf{y}} = (\underline{\mathbf{w}}_n [\mathbf{x}, \mathbf{z}] \overline{\mathbf{w}}_n [\mathbf{x}, \mathbf{z}]) = 0.780734$	3
$ \begin{array}{c} x \! = \! 0.01999597  y \! = \! ( \vartheta_{h} (x,z) \vartheta_{h} (x,z) \! ) \! = \! 0.778922 \\ \hline x \! = \! 0.01999597  y \! = \! ( \vartheta_{h} (x,z) \vartheta_{h} (x,z) \! ) \! = \! 0.778617 \\ x \! = \! 0.01999598  y \! = \! ( \vartheta_{h} (x,z) \vartheta_{h} (x,z) \! ) \! = \! 0.776298 \\ x \! = \! 0.01999598  y \! = \! ( \vartheta_{h} (x,z) \vartheta_{h} (x,z) \! ) \! = \! 0.776298 \\ x \! = \! 0.01999598  y \! = \! ( \vartheta_{h} (x,z) \vartheta_{h} (x,z) \! ) \! = \! 0.774967 \end{array} $		x=0.01999596	$\underline{Y} = (\Psi_n [x, z] \overline{\Psi}_n [x, z]) = 0.780215$	3
$\begin{array}{c} x * u , (2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1 \cdot (x - 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2$		x=0.01999597	$\underline{y} = (\Psi_n[x, z] \overline{\Psi}_n[x, z]) = 0.778922$	9
$ \begin{array}{ccc} \chi_{20,0}(199598) & & f = (\tilde{w}_{1}(\mathbf{x},z)   \tilde{w}_{1}(\mathbf{x},z)   ) = 0.776298 \\ \chi_{20,0}(199598) & & \chi_{2} (\tilde{w}_{1}(\mathbf{x},z)   \tilde{w}_{1}(\mathbf{x},z)   ) = 0.774967 \end{array} $		x=0.01999597	$y = (\Psi_{n}[x, z] \Psi_{n}[x, z]) = 0.777617$	3
$x=0.01999598$ $y=(\Psi_n[x,z]\overline{\Psi}_n[x,z])=0.774967$		x=0.01999598	$Y = (\pi_n [x, z] + \pi_n [x, z]) = 0.776298$	1
		V=0 01999598	$w_{-}(\bar{w} \mid x \mid z) = 0.774967$	

ภาพภาคผนวก-3 การหาค่า x ที่บริเวณตำแหน่งของความเข้มแสงเฉลี่ย

จากภาพภาคผนวก-3 เป็นกำสั่งให้แสดงก่ากู่อันดับ x,y ที่ตำแหน่งของ y มีก่าเท่ากับ ความเข้มเฉลี่ย และก่าใกล้เกียงก่ากวามเข้มเฉลี่ยไม่เกิน ± 5% และเลือกก่า x ที่มีก่า y ใกล้เกียงกับ กวามกวามเข้มเฉลี่ยมา 2 ก่าเพื่อหากวามกว้างของกราฟ

	Untitled-2 * -		×
In [460]	= ML = FindRoot [Abs[[Inten[1]] mn, {×,0.01995403`7}]; A2 = FindRoot [Abs[Inten[1]] ==mn, {×,0.019959777}]; W0 = EngineeringForm[(x /. M2) - (x /. M1)]		]
Out [462]	"Engineering Form= 41.9453×10 <sup>-6</sup>		]
+			
			~
		100%	•

ภาพภาคผนวก-4 การคำนวณหาความกว้างของกราฟ

จากภาพภาคผนวก-4 เป็นการคำนวณหาความกว้างของกราฟโดยใช้คำสั่ง FindRoot เพื่อ หาค่า x ที่ตำแหน่ง y เท่ากับค่าความเข้มเฉลี่ย จากค่า x ที่เลือกไว้