วิธีการสืบเสาะเพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสง และแสงเชิงเรขาคณิต

อนุรักษ์ สงัด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

INQUIRY-BASED APPROACH TO DEVELOP UNDERSTANDING ON NATURE OF LIGHT AND GEOMETRIC OPTICS

ANURAK SANGUD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2020
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง วิธีการสืบเสาะเพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

ผู้วิจัย นางสาวอนุรักษ์ สงัด

คณะกรรมการสอบ

ดร.ทิพวรรณ สายพิณ	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช)

.....	.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร จิงสุทธิวงษ์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2563

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ รวมทั้งการเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และขอบพระคุณนางทิพวรรณ สายพิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุระ วุฒิพรหม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณ นายทรงศักดิ์ ทองเลิศ นางญาณิศา แสงแสน นายทรงสิทธิ์ คุณสวัสดิ์ นายมงคล พันธ์เพชร นายวุฒิไกร ปัดภัยและนางสาววรากร บุญทศ คุณครูโรงเรียนยโสธรพิทยาคม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ตลอดจนกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ ขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาที่คอยให้กำลังใจ และขอขอบพระคุณสถาบันการศึกษาแห่งนี้ ที่ได้ให้ความรู้และประสบการณ์อันมีค่าในการศึกษา

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจ ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการศึกษาที่ดี คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากการศึกษาครั้งนี้ ขอมอบแด่ผู้ที่อยู่เบื้องหลังในการส่งเสริมความสำเร็จทั้งที่ได้กล่าวนามถึงและมิได้กล่าวนามถึงทุกท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นางสาวอนุรักษ์ สงัด
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : วิธีการสืบเสาะเพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

ผู้วิจัย : อนุรักษ์ สงัด

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช

คำสำคัญ : ความเข้าใจ, วิธีการสืบเสาะ, ความรู้คงทนแสง, และทัศนศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต และเพื่อศึกษาความรู้คงทนของความเข้าใจที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม จังหวัดยโสธร โดยสุ่มตัวอย่างแบบ Cluster random sampling จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบวัดความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .89 วิเคราะห์ข้อมูลใช้คะแนนเฉลี่ย สถิติการทดสอบ t-test

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ความรู้คงทนของนักเรียนเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต อยู่ในระดับดีมาก และคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะครั้งที่ 2 เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์ไม่แตกต่างจากคะแนนสอบทันทีหลังเรียนจบบท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ABSTRACT

TITLE : INQUIRY-BASED APPROACH TO DEVELOP UNDERSTANDING ON NATURE OF LIGHT AND GEOMETRIC OPTICS
AUTHOR : ANURAK SANGUD
DEGREE : MASTER OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
ADVISOR : ASST. PROF. UDOM TIPPARACH, Ph.D.
KEYWORDS : LEARNING ACHIEVEMENT, INQUIRY METHOD, RETENTION, LIGHT AND OPTICS

The objectives of this research are to develop students' concept on nature of light and geometric optics to with the inquiry method (5E) and to study the retention rate of students' concept gained from the learning activities about the nature of light and geometric optics. The samples were 37 students in Mathayonmsuksa 5, Yasothon Phitthayakhom School, Yasothon, sampled by cluster random sampling. The research instruments were a study plan based on the inquiry method and pretest and posttest on nature of light and geometric optics with reliability of 0.89, analyzed by average score and t-test.

The results show that the average posttest score of the students' learning achievement on the nature of light and geometric optics increased, when compared with that of pretest, with statistical significance of .05 level. The student's retention rate is in a very good level and the average posttest score of the students' learning achievement after the two-week was not different with statistical significance of .05 level when compared with that of the immediate test after completing the lessons.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
1.6 คำศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	5
2.2 ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต	8
2.3 กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	12
2.4 ความคงทนในการเรียนรู้	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	23
3.2 รูปแบบการวิจัย	23
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	24
3.4 การสร้างเครื่องมือวิจัย	26
3.5 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	27
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการเปรียบเทียบผลการศึกษาความเข้าใจ เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 29

4.2 ผลการศึกษาความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์ 30

4.3 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต 32

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 42

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 44

5.3 ข้อเสนอแนะ 46

เอกสารอ้างอิง **47**

ประวัติผู้วิจัย **51**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแต่ละแผนการเรียนรู้	24
3.2	ตัวชี้วัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักในแต่ละแผนการเรียนรู้	25
4.1	เปรียบเทียบคะแนนผลการศึกษาความเข้าใจ เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเลขาคณิตระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	30
4.2	เปรียบเทียบคะแนนผลการศึกษาความเข้าใจ เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเลขาคณิตระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์	31

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	การสะท้อนของแสง	8
2.2	แบบจำลองการหาความสูงของวัตถุ	9
2.3	แบบจำลองปรากฏการณ์วงของแสง	10
2.4	ตัวแปรแบบจำลองปรากฏการณ์วงของแสง	10
2.5	รังสีตกกระทบ รังสีหักเห และรังสีสะท้อนของแสง เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2	11
4.1	กิจกรรมที่ 1 เรื่องทางเดินของแสง	32
4.2	ผลการทดลองกิกรรมที่ 1	33
4.3	กิจกรรมที่ 2 เรื่องความสูงของวัตถุ	34
4.4	กิจกรรมที่ 3 เรื่องวงของแสง	35
4.5	กิจกรรมที่ 3 เรื่องวงของแสง	36
4.6	กิจกรรมที่ 1 เรื่องดรรชนีหักเหของแสงข้อ 1-3	37
4.7	กิจกรรมที่ 1 เรื่องดรรชนีหักเหของแสงข้อ 4-9	38
4.8	กิจกรรมที่ 2 เรื่องดรรชนีหักเหของแสงสีต่าง ๆ กับความยาวคลื่นของสีต่าง ๆ ข้อ 1	39
4.9	กิจกรรมที่ 2 เรื่องดรรชนีหักเหของแสงสีต่าง ๆ กับความยาวคลื่นของสีต่าง ๆ ข้อ 2-5	40
4.10	ทำกิจกรรมที่ 3 เรื่องการกระจายของแสง	41
5.1	ตัวอย่างการบันทึกกิจกรรมทางเดินของแสง จากการลงมือทำและสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น	44
5.2	ตัวอย่างการบันทึกกิจกรรม ทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง	44
5.3	ตัวอย่างการบันทึกกิจกรรมทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง การประยุกต์กฎการสะท้อนของแสง	45
ฉ.4	ชิ้นงานของนักเรียนประดิษฐ์โมเดลโครงสร้างภายในของใบ กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนจดจำองค์ความรู้ได้อย่างยั่งยืน	89

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศและยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศให้สูงขึ้น ดังนั้นการจัดการศึกษาต้องพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นคนดี มีขีดความสามารถในการแข่งขัน สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์ได้นั้นองค์ประกอบที่สำคัญ คือ การมุ่งสร้างคนให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและตัดสินได้บนข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ เนื้อหาเรื่องแสงและแสงเชิงรังสีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม ในปีการศึกษา 2561 พบว่า นักเรียนร้อยละ 30 ทำข้อสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมของแสงได้ นักเรียนร้อยละ 15 ทำข้อสอบได้ แต่ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่ใกล้เคียงกับทฤษฎีได้ นักเรียนส่วนที่เหลือทำข้อสอบไม่ได้ อธิบายไม่เข้าใจ เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง คือ เวลาในการจัดการเรียนการสอนไม่เพียงพอ ทำให้เนื้อหาบางเรื่องไม่ได้ทำการทดลอง การทดลองบางเรื่องนานเกินไปส่งผลให้เวลาในการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาอื่นน้อยลง การลำดับเหตุการณ์ในการเรียนรู้ที่ซับซ้อนจนนักเรียนมองภาพเหตุการณ์แต่ละขั้นตอนไม่ถูกต้อง การปรับใช้หรือเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ตามธรรมชาติได้ไม่ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจไม่ถ่องแท้และไม่มีกำลังใจในการเรียนรู้เรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเกิดจากการรวมตัวกันของครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง (PLC)

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ เนื้อหาแสงและแสงเชิงเรขาคณิต เพื่อให้เกิดผลที่ดีต่อนักเรียน นักเรียนควรสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการได้ลงมือปฏิบัติหรือการได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีความหมายต่อตนเอง การจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเอง จะนำมาซึ่งความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ถ้าผู้เรียนได้รับประโยชน์จากความเข้าใจวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เพื่ออภิปรายสถานการณ์หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ (Dykstra, D.I. et. Al., 1992) การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างเหตุเป็นผล มีทักษะสำคัญในการค้าคว้า การสร้างองค์ความรู้ ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้น การจัดการเรียนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่นำมาใช้ได้ผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,2548; สาโรจน์ โศภีรักษ์, 2546 ; จันทร์ดา พิทักษ์สาลี, สุวิมล เขี้ยวแก้ว และสุรชัย มีชาญ, 2549) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ตลอดจนกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สู่ประเด็นทางด้านสังคมและบุคคลได้ (Zion, Michalsky and Mevorech, 2005; นพคุณ แดงบุญ, 2552) ผลวิจัยพบว่าในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะควบคู่กับการใช้กิจกรรมการทำการทดลอง ทำให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ถูกต้อง (สิทธาปกรณ์ ศรีโสภา, 2554)

ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความเข้าใจในเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงรังสีของนักเรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาควบคู่กับชุดกิจกรรมการทดลองการสะท้อนของแสงและการหักเหของแสง แทนกิจกรรมในหนังสือแบบเรียน จุดเด่นของการวิจัยนี้อยู่ที่การใช้กระบวนการที่เป็นขั้นตอนจากการสังเกตสู่การทดลองเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกผลการทดลองของชุดกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าถ้านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาแล้วจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่ากระบวนการต่างๆ เหล่านี้จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นและทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนได้

1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.2 เพื่อศึกษาความคงทนของความเข้าใจที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งผลให้ความเข้าใจ เรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงขึ้น

1.3.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งผลให้ความเข้าใจ เรื่องเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คงทนขึ้น

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธรแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 320 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธรแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 37 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

1.4.2.2 ตัวแปรตาม คือ

1) ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

2) ความคงทนของความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

1.4.3 ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

1.4.4 เนื้อหาในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่องแสง ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาดังนี้

1.4.4.1 ทางเดินของแสง 2 ชั่วโมง

1.4.4.2 ความสูงของวัตถุ 2 ชั่วโมง

1.4.4.3 วงของแสง 2 ชั่วโมง

1.4.4.4 ดรรชนีหักเหของแสง 2 ชั่วโมง

1.4.4.5 ดรรชนีหักเหของแสงสีต่างๆกับความยาวคลื่นของแสงสีต่างๆ 2 ชั่วโมง

1.4.4.6 การกระจายของแสง 2 ชั่วโมง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 เป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์

1.5.2 เป็นแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

1.6 คำศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ความเข้าใจ คือ ความสามารถในการแปลความหมาย ขยายความในสิ่งที่ได้เรียนรู้

1.6.2 วิธีการสืบเสาะ คือ วิธีการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ขั้นประเมิน (Evaluation)

1.6.3 ความรู้คงทน

ความรู้คงทนคือ ความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียนหรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้ว หลังจากที่ได้ ทอดทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง

1.6.4 แสงและทัศนศาสตร์

แสงและทัศนศาสตร์เป็นการศึกษาปรากฏการณ์ของแสงในระดับมหภาค เช่น การสะท้อนแสง และการหักเหของแสง ทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิตใช้เส้นตรงที่ตั้งฉากกับหน้าคลื่นของแสงเพื่อแทนเส้นทางการเคลื่อนที่ของแสงเส้นตรงนี้ เรียกว่ารังสีของแสง ทิศทางของเส้นรังสีจะเปลี่ยนไปเมื่อแสงมีการเปลี่ยนตัวกลาง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนในการวิจัยให้สามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างราบรื่น ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหา ซึ่งมีผู้วิจัยหลายท่านให้ความสนใจนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่ช่วยพัฒนานักเรียนได้อย่างมีคุณภาพ และยังมีผู้วิจัยหลายท่านที่ได้อธิบายความเข้าใจของนักเรียนรูปแบบต่าง ๆ การนำข้อมูลหลาย ๆ ด้านมาวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ โดยมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2.2 ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

2.3 กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.4 ความคงทนในการเรียนรู้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา ว30202 โรงเรียนยโสธรพิทยาคมศึกษา วิเคราะห์ และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของระบบมวลสปริงเบา เงาของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมสม่ำเสมอ การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย การสั่นพ้อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล ชนิดของคลื่น รูปร่างและส่วนประกอบของคลื่น คลื่นผิวน้ำ คลื่นในเส้นเชือก การซ้อนทับของคลื่น หลักของฮอยเกนส์ การสะท้อนของคลื่น การหักเหของคลื่น การเลี้ยวเบนของคลื่น การแทรกสอดของคลื่น การเคลื่อนที่ของเสียงผ่านอากาศ อัตราเร็วของคลื่นเสียง การสะท้อนของเสียง การหักเหของเสียง การเลี้ยวเบนของเสียง การแทรกสอดของเสียง ความเข้มเสียง ระดับเสียง หูกับการได้ยิน มลภาวะทางเสียง เสียงดนตรี ระดับสูงต่ำของเสียง คุณภาพเสียง การสั่นพ้องของเสียง บีต คลื่นนิ่งของเสียงในท่อ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก การนำความรู้ของเสียงไปใช้ประโยชน์ การเคลื่อนที่และอัตราเร็วของแสง การสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน การเขียนรังสีของแสง การคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุเมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม การสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม การหักเหของแสง กฎการหักเหของแสง ภาพที่เกิด

จากการหักเหที่ผิวเรียบ ความลึกจริง ความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด การเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง การหาตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพ และความยาวโฟกัส ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น การกระจายแสง รุ้ง การทรงกลด มิราจ เป็นต้น ทัศนอุปกรณ์ เช่น เครื่องฉายภาพ กล้องถ่ายรูป กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ เป็นต้น ความสว่าง ตา และการมองเห็นสี การผสมสารสี การผสมแสง สาเหตุของการบอดสีโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย การอธิบาย และการสรุปผล เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตตนเอง ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่ถูกต้อง

2.1.1 ผลการเรียนรู้

2.1.1.1 ทดลอง และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริงและลูกตุ้มอย่างง่ายรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2.1.1.2 อธิบายความถี่ธรรมชาติของวัตถุและการเกิดการสั่นพ้องได้

2.1.1.3 อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ชนิดของคลื่น ส่วนประกอบของคลื่น การแผ่ของหน้าคลื่นด้วยหลักการของฮอยเกนส์ และการรวมกันของคลื่นตามหลักการซ้อนทับ พร้อมทั้งคำนวณอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่นได้

2.1.1.4 สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2.1.1.5 อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น การกระจัดของ อนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส สมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2.1.1.6 อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียง รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2.1.1.7 ทดลอง และอธิบายการเกิดการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกต และอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียง คำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.1.1.8 ทดลอง และอธิบายการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุตามกฎการสะท้อน เขียนรังสีของแสงและคำนวณตำแหน่งและขนาดภาพของวัตถุ เมื่อแสงตกกระทบกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลม รวมทั้งอธิบายการนำความรู้เรื่องการสะท้อนของแสงจากกระจกเงาราบและกระจกเงาทรงกลมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

2.1.1.9 ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดรรชนีหักเห มุมตกกระทบ และมุมหักเห รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความลึกจริง และความลึกปรากฏ มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2.1.1.10 ทดลอง และเขียนรังสีของแสงเพื่อแสดงภาพที่เกิดจากเลนส์บาง หาตำแหน่ง ขนาด ชนิดของภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพ และความยาวโฟกัส รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และอธิบายการนำความรู้เรื่องการหักเหของแสงผ่านเลนส์บางไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

2.1.1.11 อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง การทรงกลด มิราจ การเห็นท้องฟ้าเป็นสีต่าง ๆ ในช่วงเวลาต่างกันได้

2.1.1.12 สังเกต และอธิบายการมองเห็นแสงสี สีของวัตถุ การผสมสารสี และการผสมแสงสี รวมทั้งอธิบายสาเหตุของการบอดสีได้ (โรงเรียนยโสธรพิทยาคม, 2562)

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดสาระสำคัญ ที่มีความสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนเป็นคนดี มีปัญญา และมีความสุข อีกทั้งยังมีความมุ่งหวังจะพัฒนาให้ผู้เรียนนั้นเป็นกำลังในการพัฒนาประเทศต่อไปอีกด้วย ซึ่งผู้เรียนจะสามารถกระทำ สิ่งเหล่านั้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้รับการฝึกให้เกิดทักษะชีวิต เพื่อให้ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ได้ดังนั้น การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงต้องเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการใหม่ทักษะสำคัญในการ ค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้เกิดการคิดและการแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยที่ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วม ในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนด้วยการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้บรรลุผลสอดคลอ้งตามมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กำหนดคุณภาพผู้เรียนไว้เป็นเป้าหมายที่สำคัญนั่นเอง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) แล้ว การวิจัยในครั้งนี้ต้องศึกษา คำ อธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ของสถานศึกษานั้น ๆ เพิ่มเติมอีกด้วยเพื่อนำไปใช้ในการสร้าง แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตได้ อย่างครบถ้วน รวมทั้งเพื่อให้มีความเข้าใจทางการเรียนรู้ดีขึ้น มีความคงทนในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

2.2 ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

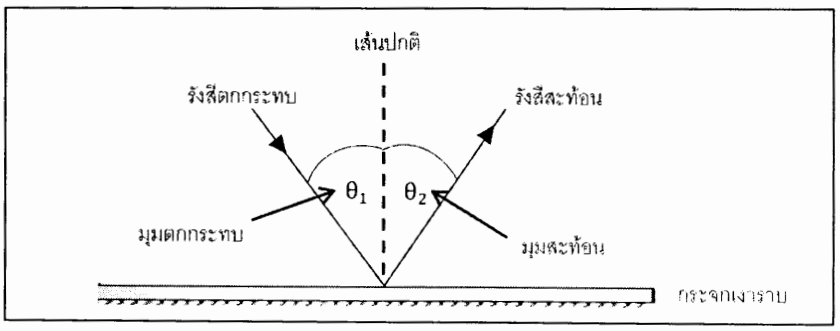
2.2.1 การสะท้อนของแสง

การสะท้อนของแสงเป็นปรากฏการณ์ที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นค่าหนึ่งมายังตัวกลางที่มีค่าความหนาแน่นอีกตัวหนึ่ง ทำให้แสงตกกระทบกับตัวกลางใหม่ แล้วสะท้อนกลับสู่ตัวเดิม เช่น การสะท้อนของแสงจากอากาศกับผิวหน้าของกระจกเงาจะเกิดการสะท้อนแสงที่ผิวหน้าของกระจกเงาราบแล้วกลับสู่อากาศดังเดิม เมื่อแสงตกกระทบกับผิวหน้าของตัวกลางใด ๆ ปริมาณและทิศทางของการสะท้อนของแสง จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของพื้นผิวหน้าของตัวกลางที่ตกกระทบ เมื่อลำแสงขนานตกกระทบพื้นผิวหน้าวัตถุที่เรียบ แสงจะสะท้อนเป็นลำแสงขนานเหมือนกับลำแสงที่ตกกระทบ การสะท้อนบนพื้นผิวหน้าที่เรียบ โดยเรียกว่า การสะท้อนแบบสม่ำเสมอ ซึ่งการสะท้อนของแสงนั้น

2.2.1.1 ทางเดินของแสง

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เดินทางในรูปคลื่นด้วยอัตราเร็วสูง 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที แหล่งกำเนิดแสงมีทั้งแหล่งกำเนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แสงดวงอาทิตย์ที่เป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต แหล่ง กำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แสงสว่างจากหลอดไฟ เป็นต้น เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มควันหรือฝุ่นละออง จะเห็นเป็นลำแสงเส้นตรง และสามารถทะลุผ่านวัตถุได้ วัตถุที่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านเป็นเส้นตรงไปได้นั้น เราเรียกวัตถุนี้ว่า วัตถุโปร่งใส เช่น แก้ว อากาศ น้ำ เป็นต้น ถ้าแสงเคลื่อนที่ผ่านวัตถุบางชนิดแล้วเกิดการกระจายของแสงออกไป โดยรอบ ทำให้แสงเคลื่อนที่ไม่เป็นเส้นตรง เราเรียกวัตถุนั้นว่า วัตถุโปร่งแสง เช่น กระจกฝ้า กระดาษไข พลาสติกฝ้า เป็นต้น ส่วนวัตถุที่ไม่ยอมให้แสงเคลื่อนที่ผ่านไปได้ เราเรียกว่าวัตถุทึบแสง เช่น ผนังคอนกรีต กระดาษแข็งหนา ๆ เป็นต้น วัตถุทึบแสงจะสะท้อนแสงบางส่วนและดูดกลืนแสงบางส่วนไว้ทำให้เกิดเงาขึ้น

การสะท้อนของแสง เมื่อตกกระทบพื้นผิววัตถุที่เรียบหรือขรุขระ พฤติกรรมของแสงยังคงเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง 2 ข้อ ดังนี้



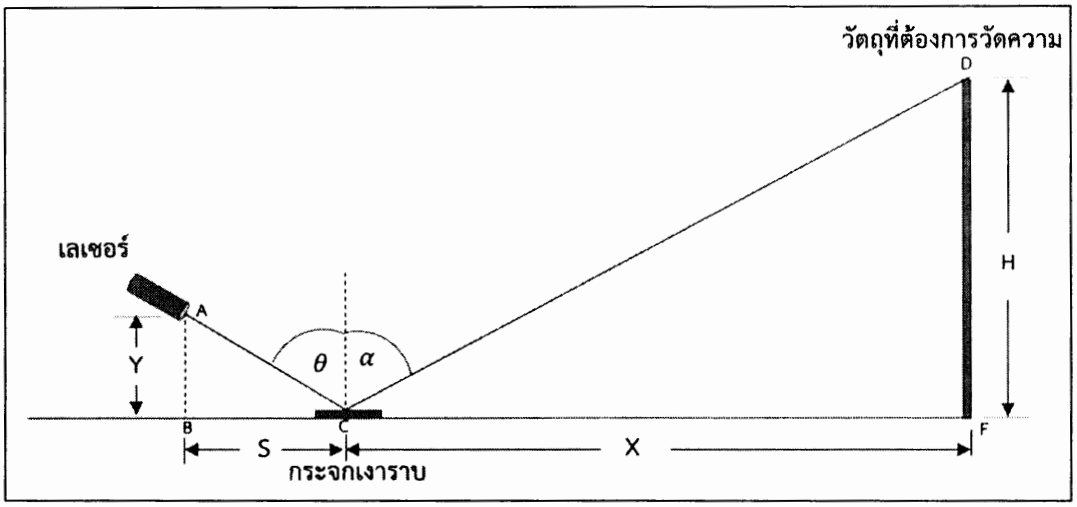
ภาพที่ 2.1 การสะท้อนของแสง

1) รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน เส้นปกติ อยู่ในระนาบเดียวกัน

2) มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ

2.2.1.2 ความสูงของวัตถุ

เมื่อลำแสงตกกระทบกับกระจกเงาราบจะเกิดการสะท้อนกลับมายังตัวกลางเดิม โดยเกิดมุมสะท้อนที่มีขนาดเท่ากับมุมตกกระทบเสมอ เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการวัดความสูงของวัตถุ จะได้ความสัมพันธ์ของตัวแปร ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แบบจำลองการหาความสูงของวัตถุ

กำหนดให้

Y คือ ระยะจากจุด B ถึง จุด A

H คือ ระยะจากจุด F ถึง จุด D

S คือ ระยะจากจุด B ถึง จุด C

X คือ ระยะจากจุด C ถึง จุด F

θ คือ มุมตกกระทบ

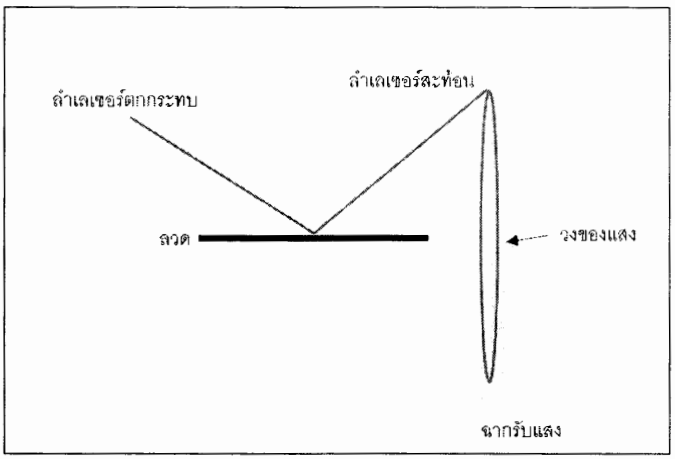
α คือ มุมสะท้อน

ตามกฎการสะท้อนของแสง มุมตกกระทบ (θ) เท่ากับ มุมสะท้อน (α) จากภาพจะได้ความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมดังนี้

$$H = \frac{YX}{S} \qquad (2.1)$$

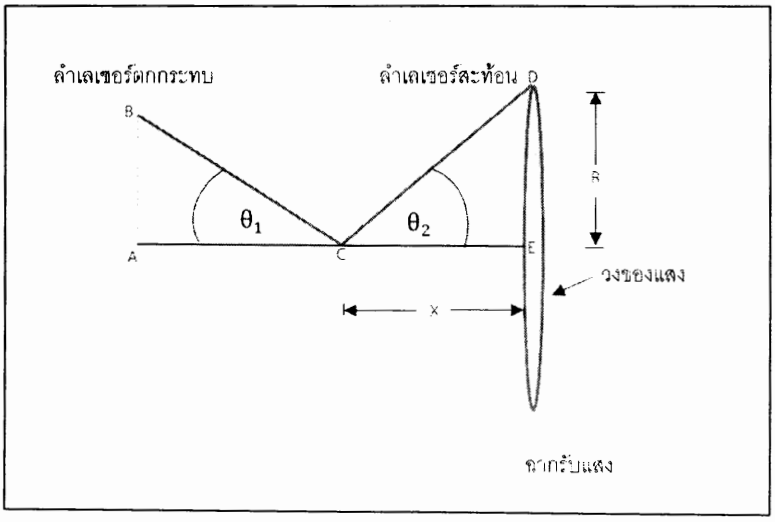
2.2.1.3 วงของแสง

เมื่อยิงลำเลเซอร์ตกกระทบกับลวดที่ตั้งฉากกับฉากรับแสง จะเกิดวงกลมบนฉากรับแสง ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แบบจำลองปรากฏการณ์วงของแสง

จากภาพที่ 2.3 สามารถกำหนดตัวแปร เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ โดยอาศัยหลักการสะท้อนของแสงและรูปสามเหลี่ยมคลายได้ดังนี้



ภาพที่ 2.4 ตัวแปรแบบจำลองปรากฏการณ์วงของแสง

จากภาพที่ 2.4 กำหนดให้

R คือ รัศมีของวงกลม

X คือ ระยะระหว่างจุด C ถึง E

θ_1 คือ มุมที่วัดจากรังสีตกกระทบมายังเส้นแนวระดับ

θ_2 คือ มุมที่วัดจากรังสีสะท้อนมายังเส้นแนวระดับ

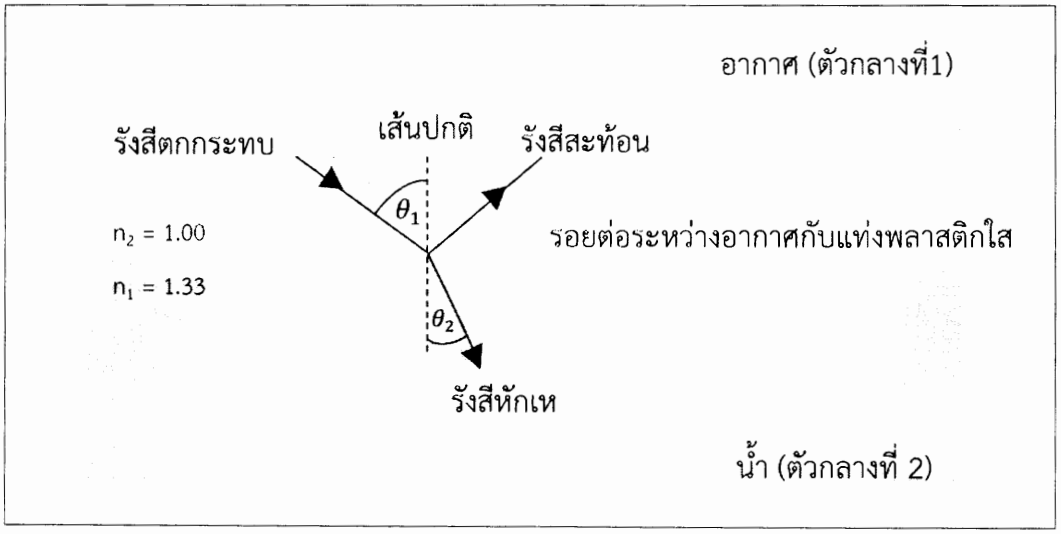
สามารถคำนวณหารัศมีวงของแสงได้ ตามสมการนี้

$$R = X\tan\theta_2 \qquad (2.2)$$

2.2.2 การหักเหของแสง

2.2.2.1 ดรรชนีหักเหของแสง

การหักเหของแสง (Refraction) เกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน เป็นผลทำให้ทิศทางของแสงเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งในขณะที่แสงเกิดการหักเหก็จะเกิดการสะท้อนของแสงขึ้นพร้อม ๆ กันด้วย ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 รังสีตกกระทบ รังสีหักเห และรังสีสะท้อนของแสง เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ไปยังตัวกลางที่ 2

จากภาพที่ 2.5 เมื่อแสงเดินทางผ่าน น้ำ (ตัวกลางที่ 1) มีค่าดัชนีหักเห n_1 ไปยังน้ำ (ตัวกลางที่ 2) มีค่าดัชนีหักเห n_2 จะเห็นได้ว่ารังสีของแสงที่เข้าไปใน (ตัวกลางที่ 2) มีแนวทางเปลี่ยนไปจากแนวรังสีตกกระทบเดิม แสงจะเกิดการหักเห โดยถ้า θ_1ให้คือมุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นปกติ และ θ_2คือมุมที่รังสีหักเหทำกับเส้นปกติ เรียกว่ามุมหักเห (angle of refraction) จากกฎ

ของสเนลล์จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบ (θ_1) และมุมหักเห (θ_2) และค่าดัชนีหักเหในตัวกลางทั้งสอง และ ดังนี้

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \qquad (2.3)$$

ดรรชนีหักเหของแสง คือ อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกันจะมีอัตราเร็วต่างกัน ซึ่งหาได้จาก

$$n = \frac{c}{v} \qquad (2.4)$$

เมื่อ n คือ ดรรชนีหักเหของแสง

c คือ อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ

v คือ อัตราเร็วของแสงในตัวกลางใด ๆ

(อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ = 3×10^8 เมตร/วินาที) การหักเหของแสงทำให้เรามองเห็นภาพของวัตถุอันหนึ่งที่จมอยู่ในก้นสระ ว่ายน้ำอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า แสงจากก้นสระว่ายน้ำจะหักเหเมื่อเดินทางจากน้ำสู่อากาศ ทั้งนี้เพราะความเร็วของแสงที่เดินทางในอากาศเร็วกว่าเดินทางในน้ำ จึงทำให้เห็นภาพของวัตถุอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง

2.3 กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

กระบวนการเรียนการสอนเน้นการสืบเสาะจะเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ปลูกฝังให้ผู้เรียนได้รู้จักใช้ความคิดของตนเอง สามารถเสาะแสวงหาความรู้หรือวิเคราะห์ข้อมูลได้ (เฉลิมพล ตาเมืองปัก, 2551)

การสืบเสาะเป็นแนวคิดที่มีความซับซ้อนและมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่ใช้และผู้ที่ให้คำจำกัดความ โดยศูนย์กลางของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหานั้น มีต้นกำเนิดจากนักวิทยาศาสตร์ ครู และ นักเรียน (Budnitz, 2003)

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นแนวทางที่ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก มีหลายวิธีที่สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ซึ่งครูผู้สอนต้องใช้ความละเอียดรอบครอบในการเลือกวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับนักเรียนมากที่สุด และเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนความสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน

ซึ่งครูผู้สอนต้องให้อิสระและเปิดโอกาสทางความคิดของนักเรียน (Sound and Trowbridge, 1973) นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ครูผู้สอนจัดขึ้น โดยนักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ๆ (Good, 1973) และมักจะเริ่มต้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยคำพูด คำถาม หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติจากครูผู้สอน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้นใคร่รู้ มีความตั้งใจในการดำเนินกิจกรรม รวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ และเชื่อมโยงความรู้เข้าหากันเพื่อประมวลผลให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือข้อสรุปที่ถูกต้องสมเหตุสมผลมากที่สุด ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพได้ชัดเจน และลึกซึ่งยิ่งขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการกลุ่ม เน้นความจำในศัพท์หรือคำจำกัดความ (American Association for the Advancement of Science : AAAS,1970)

การสืบเสาะเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งวางอยู่บนพื้นฐานของหลักฐานหรือเหตุผลต่าง ๆ และอีกความหมายคือเป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบอย่างมีระบบเพื่ออธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษากระบวนการสืบเสาะในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนสามารถเลือกจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ในการสืบเสาะตามบริบทของผู้สอน ผู้เรียน โรงเรียน และแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่ตามความเหมาะสมโดยครูเป็นผู้สนับสนุนให้นักเรียนได้สำรวจปรากฏการณ์ต่าง ๆ และกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (Hogan & Berkowitz, 2000)

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้น Windschiti and Battemer (2000) ได้กล่าวถึงโดยอาศัยความรู้เดิมของนักเรียนเป็นหลักแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การตั้งคำถาม คำถามที่สำคัญมีความหมายและสามารถสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ได้จะต้องเกิดจากความคิดระดับสูงของนักเรียน เกิดขึ้นจากความคิดระดับสูงของนักเรียน เกิดขึ้นจากการที่นักเรียนลงความเห็นหรือตั้งสมมติฐาน ขณะที่สังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ ทำนายคำตอบจากการลงความเห็น ปรับปรุงพัฒนาคำถาม และตั้งสมมติฐานที่สามารถพิสูจน์ได้ คำถามที่มีความหมายต่อนักเรียนขึ้นอยู่กับความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของนักเรียน คำถามที่จะนำไปสู่การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ควรเป็นคำถามที่ให้ค้นหาคำตอบที่เชื่องโยงสิ่งที่เป็นเหตุและเป็นผล เพื่อนำไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์มากกว่าการบรรยายปรากฏการณ์

(2) การตอบคำถาม การตอบคำถามจำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเมื่อแปลความหมายของข้อมูลแล้ว จะเป็นหลักฐานที่สำคัญที่จะทดสอบสมมติฐานของคำถามนั้นได้ กิจกรรมที่สำคัญสำหรับนักเรียนคือ การระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะช่วยให้สามารถระบุได้ว่าจะต้องรวบรวมข้อมูลหรือเตรียมสิ่งใดบ้างมาทดสอบสมมติฐาน และการทดลองเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญที่นักเรียนจะต้องมี ถ้าข้อมูลที่ได้ไม่สามารถพิสูจน์สมมติฐานได้หรือต้องเปลี่ยนคำถามใหม่ นักเรียนจะต้อง

ปรับปรุงคำถามใหม่ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น หรือออกแบบการทดลองใหม่ให้ตรงกับคำถาม ซึ่งแสดงว่ามีการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นกระบวนการ มีระบบ และยืดหยุ่นได้ ดังนั้นนักเรียนต้องกล้าที่จะทดลองความคิดใหม่ ๆ ทำการศึกษาค้นคว้า และอธิบายสิ่งที่ค้นพบด้วยตงเอง การออกแบบการทดลอง นักเรียนจะต้องเข้าใจว่าจะรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง อย่างไรจึงจะสามารถตอบคำถามที่สงสัยได้

(3) การวิเคราะห์และอธิบายสิ่งที่ค้นคว้าจากการพิสูจน์สมมิฐาน คือ กระบวนการ วิเคราะห์และอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจและยอมรับในสิ่งที่ค้นพบจากการพิสูจน์สมมตฐานโดยการวิเคราะห์และอธิบายในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำคัญของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นการยืนยันความถูกต้องของข้อสรุปสิ่งที่ค้นพบเป็นแนวทางในการทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องใช้ทักษะในการประเมินค่าหลักฐานข้อมูลการวิเคราะห์ผลการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยเพื่อนร่วมชั้นเข้ามามีส่วนร่วมจำทำให้มีคุณค่ายิ่งขึ้น เครื่องมือสำคัญของการวิเคราะห์และอธิบายเพื่อสนับสนุนสิ่งที่ค้นพบและการแปลผลข้อมูลนั้นคือการสร้างกราฟและแผนภาพต่าง ๆ ของข้อมูล ซึ่งจะช่วยสื่อให้เข้าใจถึงแนวโน้มและรูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะไว้ 5 ขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจครูอาจจะให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษาจึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำสู่ความเข้าใจหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาข้อมูลจากเอกสารหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล อย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นตอนต่อไป

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในข้อนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็ช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

(5) ขั้นประเมิน (Evaluotion) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์จะแบ่งเป็นขั้นตอนประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ๆ คือ การตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่ผลสรุป การสำรวจ การทดลอง และการอภิปรายและสรุปผล

2.4 ความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนมีความจำเป็นและสำคัญมากสำหรับวิทยาศาสตร์ เพราะธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน สำหรับการเรียนรู้เนื้อหาในระดับที่สูงขึ้น และต้องมีความเกี่ยวเนื่องกันตามลำดับเนื้อหาความยากง่าย ยังต้องจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันที่พบอยู่เสมอได้เป็นอย่างดี จากความสำคัญดังกว่ามีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

เกษมศรี ภัทรภูริสกุล (2544: 40) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียน หมายถึง ความสามารถในการสะสม ระลึกถึงเนื้อหาหรือสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์มาก่อนในระยะเวลาที่ทิ้งช่วงห่างกันออกไประยะหนึ่ง

รักษ์สิริ แพงป้อง (2554: 65) กล่าวว่า การที่สมองได้บันทึกเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 เป็นความสามารถที่จะเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้ได้เป็นเวลานานและสามารถค้นคว้ามาได้หรือระลึกได้

วันวิสา กองเสน (2558: 39) กล่าวว่า ความคงทนทางการเรียน หมายถึงการคงไว้ซึ่งประสบการณ์หรือความสามารถที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์หลังจากทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง

สิงหา จุงศิริ, รุ้งโรจน์ เอียดเกิด, สุพดี ธรรมเพชร (2562: 15) ความสามารถในการจำหรือการระลึกเนื้อหาและประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์สำหรับธุรกิจ เรื่องทักษะการคำนวณที่ได้รับการสอนแบบบทเรียนปฏิบัติการ หลังจากสิ้นสุดการเรียนไปแล้วสองสัปดาห์ โดยวัดจากคะแนนที่ได้ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับธุรกิจ ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับที่ใช้สอบหลังจากเรียนจบหน่วยเรียนแล้ว

ความคงทนในการเรียนรู้มีความสำคัญมากต่อการเรียการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาในระดับสูงขึ้น มีผู้ให้ความหมายของความคงทนไว้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของสมองของแต่ละบุคคลในการระลึกถึงประสบการณ์ต่าง ๆ ที่สะสมไว้จนสามารถถ่ายทอดออกมาได้ (วันดา นันดา, 2538: 41) หรือความสามารถในการจดจำสิ่งที่เรียนรู้ที่ผ่านมา เมื่อมีการกล่าวถึงสามารถระลึกถึงโดยสามารถอธิบายหรือให้ความหมายได้ (จิราภรณ์ ทัพซ้าย, 2547: 12) และสามารถนำความรู้ที่ผ่านประสบการณ์นั้นมาใช้ได้อีกหลังจากทิ้งระยะเวลาหนึ่ง (ทิพรัตน์ สัตระ, 2550 :41)

การเรียนจะคงทนเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ คือ ประการที่ 1 คุณภาพของการเรียน กล่าวว่า ถ้าการเรียนมีคุณภาพสูงมาก การลืมก็ย่อมช้า การเรียนให้เข้าใจลึกซึ้งจะช่วยให้ลืมช้า มีความคงทนของการเรียนดี ประการที่ 2 คือ เฉลี่ยการปฏิบัติเป็นระยะสั้น ๆ ทำให้ความคงทนดีกว่าการตะลุยสอนเป็นเวลานาน ๆ และประการสุดท้าย คือ สิ่งที่เรียนมีความสัมพันธ์กันจะทำให้ความคงทนของการเรียนดีกว่าสิ่งที่ไม่มีความหมายและไม่เกี่ยวพันธ์กัน (ชม ภูมิภาค, 2523: 72-73) โดยทั่วไประยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ ควรห่างจากการทดสอบครั้งแรกอย่างน้อย 2- 4 สัปดาห์หรือ 14 วัน เพราะเป็นช่วงความจำระยะสั้นฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาว หรือความคงทน (ชัยพร วิชชาวุธ, 2550: 118; เฉลิมพล ตามเมืองปัก: 2551: 54) โดยต้องใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกัน (ทิพรัตน์ สัตระ, 2550: 37)

การเรียนรู้และการจำมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพราะการจำ ต้องประกอบด้วย
พฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

(1) การเรียนรู้ (Learning) ผู้ที่สามารถจำ ได้มักเกิดจากการเรียนรู้ที่แท้จริง มีเหตุผล และมีหลักเกณฑ์ สามารถสะสมหรือจำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้

(2) ความสามารถในการสะสม (Retention) หมายถึง การรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

(3) ความสามารถในการถ่ายทอดได้ (Reproduction) คือ การที่บุคคลสามารถดึงเอา สิ่งสะสมอยู่ มาใช้ได้ 2 รูปแบบ คือ

- การระลึกได้ (Recall) คือการถ่ายทอดความจำ ออกมาโดยการเล่าบรรยายหรืออธิบายสิ่งที่เคยจำได้นั้นออกมาได้ถูกต้องโดยมิต้องมีสิ่งนั้นมาปรากฏให้เห็น

- การจำได้ (Recognition) คือการถ่ายทอดความจำออกมาโดยการชี้สิ่งนั้นได้ถูกต้องเมื่อมีสิ่งเร้าอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วย

ประพันธ์ น้อยเภา (2541, หน้า 38) กล่าวว่าความคงทนทางการเรียนรู้หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อนหลังจากทิ้งช่วงระยะเวลาไประยะหนึ่งแล้ว และได้แบ่งระยะของการจำ ออกเป็น 4 ระยะ คือ

(1) การเรียนรู้ (Learning)

(2) ความทรงจำ (Memory)

(3) การรู้จักจำได้ (Recognition)

(4) การระลึกนึกได้ (Recall)

ประพันธ์ น้อยเภา (2541, หน้า 38) กล่าวอีกว่าการคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียนหรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากที่ได้ทอดทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งก็คือความคงทนในการจำและในการประเมินผลของการเรียนรู้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นแล้วหรือยังหรือเกิดขึ้นการเปลี่ยนแปลงไปมากหรือนอ้ยเพียงใด ถ้าเราประเมินผลทันทีที่นักเรียนทำสิ่งที่เราต้องการได้สำเร็จผลที่ได้ก็คือผลของการเรียนรู้แต่ถ้าเราคอยให้เวลาล่วงเลยไประยะหนึ่งอาจเป็น 2 นาที 5 นาที หรือหลาย ๆ วันค่อยประเมินผลการเปลี่ยนแปลงที่ได้ก็คือผลของการเรียนรู้และความคงทนในการจำระยะเวลาเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความคงทนในการจำ ฉะนั้นการที่เราจะช่วยเสริมความจำ หรือทดสอบว่าหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้วนั้น ผู้เรียนจะยังสามารถคงความจำในการเรียนรู้ไว้ได้นานเท่าใด ดังนั้นการวัดความคงทนในการจำจึงต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสม การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำเป็นอยู่แล้วซ้ำาอีกจะช่วยให้ความจำถาวรมากยิ่งขึ้นและถ้าได้ทบทวนอยู่เสมอแล้ว ช่วงเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในความจำประมาณ 14-28 วัน หลังจากที่ได้ผ่านการเรียนรู้ไปแล้ว (ชัยพร วิชชาวุธ, 2544) และเพื่อก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลงควรเว้นช่วงเวลาของการสอบห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองกลุ่มสูง (กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์, 2528)

สามารถสรุปได้ว่า ความคงทนในการจำ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เพราะการเรียนรู้และการจำ มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด รวมทั้งวิธีสอนที่น่าสนใจ หรือ การใช้อุปกรณ์ในการสอนที่มีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดความประทับใจซึ่งจะส่งผลต่อความคงทนในการจำได้เป็นอย่างดี (วันวิสา กองเสน 2558: 39)

สถานการณ์ที่ช่วยให้เกิดความคงทนทางการเรียนรู้ ในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่จะช่วยให้เกิดความจำ ระยะยาวแก่นักเรียนได้ดี ดังนี้ วราภรณ์บุญสุข (2546, หน้า 26)

(1) จัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness) เช่น

(1.1) การสร้างสื่อสัมพันธ์ (Mediation)

(1.2) การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (Advance organization)

(1.3) การจัดเป็นอันดับขั้น (Hierarchical structure)

(1.4) การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (Organization)

(2) การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ (Mathemgentic)

(2.1) การนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่ (Recall during practics)

(2.2) การเรียนเพิ่ม (Over learning)

(2.3) การทบทวนบทเรียน (Periodic reviews)

(2.4) การจำ อย่างมีหลักเกณฑ์ (Logical memory)

(2.5) การท่องจำ (Recitation)

(2.6) การใช้จินตนาการ (Imagery)

การทำให้นักเรียนเกิดความจำ ระยะยาวได้ดีโดยการจดบทเรียนใหม่ความหมายนั้นเป็นการจดบทเรียนใหม่ระเบียบเป็นหมวดหมู่พยายามเชื่อมโยงความสัมพันธ์เพื่อให้นักเรียนจำบทเรียนได้ง่ายและนานขึ้น ส่วนการจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ได้แก่การจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และคงไว้ซึ่งประสบการณ์หาความรู้ในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งเป็นความคงทนในการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถมีประสบการณ์ที่จำได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(สุจิตตรา นามจำปา, 2546) กล่าวถึงวิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้หรือ Retention มี 4 วิธีคือ

(1) Reconstruction เป็นการนึกออกมาหรือจำ ได้เมื่อมีสิ่งเร้าบางประการหรือสิ่งที่เป็น Partial cues ตัวอย่างเช่น บทกลอน ของที่ระลึกรูปภาพ เพลง สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการสร้างภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ ในอดีตมาอีกครั้งหนึ่ง

(2) Recall เป็นความจำแบบระลึกได้โดยไม่มีสิ่งเร้าใด ๆ มากระตุ้น อาจเป็นการระลึกได้ทั้งหมดและถูกต้องการที่เป็นดังนี้เพราะเกิดจาก Repetition มีการซ้ำไปซ้ำมาจน Overlearning หรือใช้บ่อย ๆ จนจำได้ คือมีการ Recall information เหล่านี้อยู่เสมอวิธีการวัดการเรียนรู้วิธีหนึ่งโดยใช้การ Recall ที่รู้จักกันดีคือการตอบแบบทดสอบแบบอัตนัย (Essay question) ผู้เรียนก็จะต้อง Recall information ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วเขียนตอบลงไปความสามารถในการ Recall จะลดน้อยลงเพราะองค์ประกอบ เช่น กาลเวลาที่ผ่านไปและสิ่งเร้าอื่นที่เกิดขึ้นเรื่อย ๆ ขัดขวาง (Interfere)

(3) Recognition เป็นการจำได้ที่มีสิ่งเร้าต่าง ๆ และสามารถจำแนกและชี้แนะเฉพาะลงไปบอกได้ว่านี่เป็นสิ่งเร้าที่เคยเรียนมาแล้ว ในขณะที่ Recall เป็นการระลึกถึงสิ่งทั้งหมดที่เก็บสะสมอยู่ในความจำโดยสิ้นเชิงโดยไม่มีสิ่งใด ๆ มากระตุ้นแบบทดสอบปรนัย (Objective test) คือ ตัวอย่างหนึ่งที่แสดง Recognition ได้ชัดเจนในบรรดารูปแบบหรือตัวเลือกที่กำหนดให้จะมีอยู่ข้อที่ถูกต้องพอเห็นข้อมูลที่ถูกต้องตรงกับที่เคยเรียนรู้มาก็จะจำได้ถ้ายังสามารถ Retain information นั้นไว้ได้แต่ Recognition ที่เกิดขึ้นอาจไม่เที่ยงตรงแน่นอน (Inaccurate) หรือ ผิด ๆ ก็ได้

(4) Savings หรือ Relearning สิ่งใดที่เคยเรียนรู้มาแล้วแต่ลืมไปสามารถ Recall หรือ Recognize ได้ก็อาจจะจำได้อีกโดยการเรียนรู้สิ่งนั้น หรือสิ่งใหม่ซึ่งจะใช้เวลาและความพยายามน้อยกว่าที่จะใช้ในการเรียนรู้ครั้งแรก

จากการศึกษา สรุปได้ว่า ความคงทนทางการเรียน หมายถึง การคงไว้ซึ่งประสบการณ์ หรือความสามารถที่นักเรียนนั้นได้รับจากการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ เมื่อทิ้งเวลาเป็นช่วงระยะหนึ่ง นักเรียนยังจำได้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยหาความคงทนในการเรียนรู้ต่อวิชาฟิสิกส์ เรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต ในการศึกษาเอกสารครั้งนี้ผู้วิจัยจะเว้น เวลา 2 สัปดาห์ โดยใชแบบทดสอบฉบับเดิม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาบทเรียนเรื่องการสะท้อนและการหักเหของแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 นอกจากนี้ งานวิจัยได้นำเสนอความเข้าใจผิดรวมทั้งการพัฒนาความเข้าใจที่ดีขึ้นของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องการสะท้อนและการหักเหของแสงด้วย สำหรับบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนั้น ประกอบด้วยเนื้อหาหลัก 5 เรื่อง คือ การมองเห็นวัตถุและความหมายของรังสีแสงการสะท้อนของแสง ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง และการหักเหของแสง กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 196 คน โดยที่ 99 คน เรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น และอีก 97 คนเรียนโดยสอนด้วยวิธีดั้งเดิม ซึ่งไม่มีกิจกรรมการเรียนเชิงปฏิสัมพันธ์ใดๆ ในชั้นเรียน ผู้สอนนักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับคำชี้แจงเกี่ยวกับเนื้อหา และความคิดรวบยอดที่จะใช้สอนนักเรียนอย่างชัดเจนเมื่อเริ่มสอน การพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนวัดได้โดยการพิจารณาคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบทดสอบวัดความเข้าใจ นอกจากนี้ได้พิจารณาความคิดรวบยอดต่างๆ ของนักเรียนที่สามารถบันทึกได้ในขณะที่สอนด้วย จากการวิเคราะห์ผลพบว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ดีขึ้นในหลายๆความคิดรวบยอดหลัก แต่ต้องปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยเฉพาะหัวข้อเกี่ยวกับการหักเหของแสง (กรีฑา แก้วคง, 2553)

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบสร้างชุดการทดลองหาค่าดัชนีหักเหเพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องการหักเหของแสงสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ชุดการทดลองประกอบด้วย กล่องกระจกใสสำหรับใส่ของเหลว กระจกเงาราบและชุดยึดจับวัตถุ ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าดัชนีได้จากหลักการของสเนลล์และเทคนิคลึกจริง-ปรากฏ โดยชุดการทดลองนี้ได้ผ่านกระบวนการทดสอบหารประสิทธิภาพและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ผลการทดสอบค่าดัชนีหักเหของน้ำ พบว่า ค่าดัชนีหักเหของน้ำที่ได้จากการทดลองโดยใช้หลักการของสเนลล์ มีค่า 1.29 และค่าดัชนีหักเหของน้ำที่ได้จากการทดลองโดยใช้เทคนิคลึกจริง-ลึกปรากฏ มีค่า 1.28 เมื่อนำชุดทดลองนี้ไปใช้สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะแบบ 5 ขั้น กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวังโป่งศึกษา จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 31 คน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน มีความเข้าใจสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยระดับ 0.67 (ระดับปานกลาง) (นางสายสุณี ดีผาด, 2560)

ในการเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการหรือชุดทดลอง ผู้สอนจะเป็นคนชี้แนะและนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ผู้สอนจะแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ผู้เรียนจะทำงานเป็นทีมทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นและสูงกว่าก่อนเรียน (จันทร์นภา รอดพ้น,2550) เรื่องแสงและการเกิดภาพเป็นเรื่องที่ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในหลายประเด็น จึงหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการต่างๆ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้ชุดการเรียนรู้เรื่องแสง ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (กิตติพงษ์ หมอกมุงเมือง, 2546)

กระจกและเลนส์เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของเรื่องแสงและทัศนูปกรณ์ แต่ในการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไปพบว่าผู้เรียนมีความคลาดเคลื่อน และไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาพของกระจกและเลนส์ชนิดต่างๆได้ และจากการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจความคลาดเคลื่อนเรื่องการเกิดภาพของกระจกเงาราบ บางคนบอกว่าภาพเกิดที่หน้ากระจกหรือคำตอบเป็นอย่างอื่น (Goldberg and McDermott, 1987) การให้ผู้เรียนเขียนแสดงแผนภาพรังสีจะทำให้ครูทราบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในการเกิดและลักษณะภาพจากกระจกเงาราบ ภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูน และกระจกเว้าได้ถูกต้องมากเพียงใด (Goldberg and McDermott, 1987)

จากการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย เรื่องกระจกและเลนส์มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และมีความก้าวหน้าในระดับสูง normalized gain เท่ากับ 0.75 โดยที่นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ผ่านการทดลองได้ด้วยตนเอง เมื่อได้ลงมือปฏิบัติการทดลองเองทุกขั้นตอน ทำให้นักเรียนได้เห็นผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองโดยตรงอย่างชัดเจน การให้ผู้เรียนเขียนแสดงแผนภาพรังสีจะทำให้ครูทราบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในการเกิดและลักษณะภาพจากกระจกเงาราบ ภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูน และกระจกเว้าได้ถูกต้องมากเพียงใด (กุลวดี ห่อทรัพย์, 2557)

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการวิจัย พบว่า การเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ (เอกวิทย์ ดวงแก้ว, ศรัณย์ ภิบาลชนม์และ เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์, 2559)

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความเป็นนักวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงได้มีผู้วิจัยหลายท่านนำเทคนิคกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว มาพัฒนาหรือแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน แล้วพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยพัฒนาหรือแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้ (อุไรรัตน์ พูนเพ็ชร, 2552 ; นัดดา อังสุโวทัย, 2550 ; จงกลรัตน์ อาจศัตรู, 2544; ธวัช ยะสุคำ 2553) ได้นำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

นอกจากนี้ยังมีการวิจัยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่ากระบวนการจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น (ปิยะฉัตร์ จันมาลา, 2550) และยังพบว่ามีพัฒนาการทางด้านการคิดขั้นสูงมากขึ้น (เบญจมาศ เกตุแก้ว, 2548) การวิจัยของสิทธาปกรณ์ ศรีโสภา (2554) ได้ประยุกต์ใช้สีผสมอาหารในการทดลองเตรียมสารละลายความเข้มข้นในหน่วยต่าง ๆ แทนการใช้สารเคมีควบคู่กับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารละลายของนักเรียนสูงขึ้นและการวิจัยของสุธารพิงค์ โดนศรีชัย (2550) ที่นำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

จากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ และการศึกษาความเข้าใจของนักเรียน ก็ยังช่วยสะท้อนความเข้าใจของนักเรียนให้ครูผู้สอนสามารถวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง แสงและแสงเชิงรังสี โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ควบคู่กับชุดกิจกรรมการทดลอง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้กำหนดวิธีการ ดำเนินการศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 รูปแบบการวิจัย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การสร้างเครื่องมือวิจัย

3.5 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 320 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 37 คน

3.2 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบ O_1 ---> X ---> O_2 (แบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างด้วยกิจกรรมที่จัดเตรียมไว้ แล้วทดสอบหลังการเรียน)

$$O_1 \quad X \quad O_2 \tag{3.1}$$

เมื่อ

O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นการประกอบด้วย เรื่อง การสะท้อนของแสง (ทางเดินของแสง ความสูงของวัตถุ วงของแสง) การหักเหแสง (ดรรชนีหักเหของแสง ดรรชนีหักเหของแสงสีต่าง ๆ กับความยาวคลื่นของแสงสีต่าง การกระจายของแสง) รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 2 รหัส ว30202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 12 ชั่วโมง รูปแบบกิจกรรมประกอบเป็นดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแต่ละแผนการเรียนรู้

แผนที่	เรื่อง	ชั่วโมงสอน	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
1	การสะท้อนของแสง	2	สืบเสาะเรื่องทางเดินของแสง
		2	สืบเสาะเรื่องความสูงของวัตถุ
		2	สืบเสาะเรื่องวงของแสง
2	การหักเหของแสง	2	สืบเสาะเรื่องดรรชนีหักเหของแสง
		2	สืบเสาะเรื่องดรรชนีหักเหของแสงสีต่าง ๆ กับความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ
		2	สืบเสาะเรื่องการกระจายของแสง

การศึกษามาตรฐานและผลการเรียนรู้เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยวิเคราะห์จากหลักสูตรขั้นพื้นฐาน

3.3.2 เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การสะท้อนของแสงและการหักเหของแสง เป็นแบบทดสอบสี่ตัวเลือก เลือกข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว เกณฑ์ในการให้คะแนน เมื่อ (เลือกคำตอบที่ถูกต้องหนึ่งข้อ ข้อละ 1 คะแนน)

ตารางที่ 3.2 ตัวชี้วัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักในแต่ละแผนการเรียนรู้

เรื่อง	ตัวชี้วัด	ชั่วโมงสอน	จำนวนข้อสอบ	
ทางเดินของแสง	นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติการสะท้อนแสง และเขียนรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉากพร้อมสรุปเป็นกฎการสะท้อนแสงได้	1	2	
ความสูงของวัตถุ	นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้สมบัติของการสะท้อนของแสง เช่น หาความสูงของวัตถุต่าง ๆ ได้จากสมบัติการสะท้อนของแสง โดยใช้ความรู้เรื่องเรขาคณิต หรือสร้างกล้องหักเหแสง ได้	2	3	
วงของแสง	- นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของแสงที่สะท้อนแสงจากผิววัตถุลักษณะต่าง ๆ ได้ - นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สอดคล้องกับสมบัติการสะท้อนได้	1 2	2 3	
ดรรชนีหักเหของแสง	นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติการหักเหของแสง หาความสัมพันธ์ระหว่างกฎของ สเนลล์กับดรรชนีของวัตถุ เพื่อสรุปเป็นกฎของสเนลล์ และใช้กฎของสเนลล์เขียนรูปรังสีของแสงเพื่อแสดงมุมตกกระทบ มุมหักเห ที่สอดคล้องกับดรรชนีหักเหของตัวกลางได้	1	2	
ดรรชนีหักเหของแสงสีต่าง ๆ กับความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ	นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับค่าดรรชนีหักเหของแสงในตัวกลาง ลักษณะการหักเหของแสงและกฎของสเนลล์	2	3	
ดรรชนีหักเหของแสงสีต่าง ๆ กับความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ	นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกับค่าดรรชนีของแสงได้	1	2	
การกระจายของแสง	นักเรียนสามารถบอกปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของแสงและสามารถอธิบายลักษณะการกระจายของแสงได้ และนำความรู้ไปอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้	2	3	

	รวม	12	20	

3.4 การสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ประกอบชุดการทดลองอย่างง่ายจำนวน 2 แผน รวบทั้งหมด 12 คาบ คาบละ 50 นาที ได้แก่

3.4.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสะท้อนแสง

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทางเดินของแสง มีสองกิจกรรมการทดลองคือยิงลำเลเซอร์ตกกระทบผิวกระจกเงาราบ วาดรูปจากการสังเกตที่เกิดขึ้นนอกจากนี้นักเรียนยังต้องอธิบายจากการสังเกตที่เกิดขึ้น จากนั้นยิงลำเลเซอร์ตกกระทบผิวกระจกเงาราบด้วยมุมต่าง ๆ สังเกตบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น และวัดมุมตกกระทบและมุมสะท้อน นักเรียนสามารถทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบและมุมสะท้อน สรุปผลจากการทดลองกับกฎการสะท้อนสอดคล้องกัน

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความสูงของวัตถุ เป็นการหาความสูงของวัตถุโดยอาศัยหลักการสะท้อนของแสง ประกอบกับนำเรื่องเลขาคณิตเข้ามาแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ ในการทดลองคือ กระจกเงาราบ ไม้บรรทัด เลเซอร์ มีเงื่อนไข ห้ามใช้ไม้บรรทัดวัดความสูงของวัตถุโดยตรง นักเรียนจะเข้าใจกฎการสะท้อนของแสงมากขึ้น และยังได้ใช้เครื่องมือในการทดลองอย่างง่ายและสามารถคำนวณหาความสูงของวัตถุได้อย่างแม่นยำโดยไม่จำเป็นต้องใช้ไม้บรรทัดวัดโดยตรง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การวัดสูงของตึก การวัดความสูงของต้นไม้

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง วงของแสง ยิงลำเลเซอร์ตกกระทบกับลวดที่ตั้งฉากกับฉากรับแสง นักเรียนสังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น นักเรียนอธิบายเหตุผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์นี้ จากนั้นเปลี่ยนจากลวดเป็นกรรไกร สังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบระหว่างลวดกับกรรไกรมีความเหมือนและแตกต่างอย่างไร หากเปลี่ยนมุมระหว่างลำเลเซอร์กับลวด เป็นมุม 30, 40, 50 และ 60 องศาสังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น นักเรียนอธิบายตัวแปรที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญและสอดคล้องกับกฎการสะท้อนของแสง และสามารถเชื่อมโยงนำมาประยุกต์ใช้ในเหตุการณ์ชีวิตประจำวันได้

3.4.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง ดรรชนีหักเหของแสง ยิงลำแสงตกกระทบกับแท่งพลาสติกใส โดยให้ลำเลเซอร์ตั้งฉากกับรอยต่อกับผิวด้านข้างของแท่งพลาสติกใส สังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น เปลี่ยนทำมุมประมาณ 30 – 60 องศา กับเส้นแนวฉาก สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น และวาดรูปลักษณะทางเดินของแสง วัดมุมระหว่างทิศทางของลำแสงกับเส้นแนวฉากในตัวกลางอากาศกับในตัวกลางแท่งพลาสติก อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร จากนั้นพิสูจน์การทดลองกับกฎของสเนลล์ว่าสอดคล้องกันหรือไม่

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ดรรชนีหักเหของแสงสีต่าง ๆ กับความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ ยิงลำเลเซอร์สีแดง เขียว ม่วง ผ่านตัววกลางแท่งพลาสติกชนิดเดียวกัน ให้มุมตกกระทบเท่ากัน นักเรียน

สังเกตมุมหักเหของลำเลเซอร์สีแต่ละสีเป็นอย่างไร โดยการวัดมุมหักเหของแต่ละสี นำวาดรูปและบันทึกข้อมูล จากนั้นนักเรียนวิเคราะห์มุมแต่ละสีว่าต่างกันหรือเหมือนกัน และนำค่ามุมมาเทียบกับค่าความยาวคลื่นของแสงแต่ละสี มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และนำมาวิเคราะห์ด้วยกฎของสเนลล์ มีความสอดคล้องหรือไม่ คำนวณค่าดรรชนีของแสงแต่ละสี ว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ ค่าดรรชนีของแสงมีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นของแต่ละแสงสีแบบใด โดยการเขียนกราฟสะแดงความสัมพันธ์ว่าค่าดรรชนีหักเหของแสงแต่ละสีกับความยาวคลื่นของแสงแต่ละสี นักเรียนมีความเข้าใจถึงธรรมชาติของแสงแต่ละสีที่มีความยาวคลื่นไม่เท่ากันส่งผลให้ค่าดรรชนีหักเหของแสงไม่เท่ากันด้วย

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง การกระจายของแสง นักเรียนมองแสงผ่านนำปริซึม และนำมาเขียนแผนภาพการกระจายของแสง วิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้น โดยนำความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มาวิเคราะห์ และสามารถนำมาอธิบายการเกิดรุ้งกินน้ำที่พบเห็นบ่อยครั้งเวลาฝนตกแดดออก

ซึ่งในแต่ละแผนจะใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) คือ ขั้นสร้างความเข้าใจ (engagement) ขั้นสำรวจค้นหา (exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นขยายความรู้ (elaboration) และขั้นประเมิน (evaluation)

3.5 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

(1) แจ้งให้นักเรียนทราบจุดประสงค์ และขั้นตอนในการทำการทดลอง เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจต่อการทำการทดลองที่ตรงกัน

(2) นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

(3) ผู้วิจัยบันทึกผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ข้อที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดได้ 0 คะแนน

(4) ครูผู้สอนแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยแต่ละกลุ่มให้คละความสามารถกัน ซึ่งพิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมา

(5) นักเรียนทำการทดลองเรื่อง ทางเดินของแสง เรื่องความสูงของวัตถุ เรื่องวงของแสง เรื่องดรรชนี หักเหของแสง เรื่องดรรชนีหักเหของแสงสีต่าง ๆ กับความยาวคลื่นของแสงสีต่าง ๆ เรื่องการกระจายของแสง ตามแผนการจัดการเรียนรู้

(6) เมื่อทำการทดลองครบทั้ง 6 การทดลองแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

(7) ผู้วิจัยบันทึกผลคะแนนการทดสอบหลังเรียนเป็นรายบุคคล ข้อที่ถูกต้องได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดได้ 0 คะแนน

(8) นำคะแนนที่ได้จากการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียน หาได้จากคะแนนสอบจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้เรื่องการสะท้อนและการหักเหของแสง โดยใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test แบบ Dependent ตามโปรแกรม Microsoft Excel (t-test: Paired Two Sample for Means) โดยทดสอบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียน เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์ หาได้จากคะแนนสอบจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้เรื่องการสะท้อนและการหักเหของแสง โดยใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test แบบ Dependent ตามโปรแกรม Microsoft Excel (t-test: Paired Two Sample for Means) โดยทดสอบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการศึกษาเรื่อง วิธีการสืบเสาะเพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร ที่มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 37 คน ผู้วิจัยขอนำเสนอข้อมูลผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการอภิปรายผลที่ได้จากการศึกษา แบ่งผลการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบผลการศึกษาความเข้าใจ เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

4.2 ผลการศึกษาความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์

4.3 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

4.1 ผลการเปรียบเทียบผลการศึกษาความเข้าใจ เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยการทดสอบก่อนเรียน จากนั้นจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะจำนวน 2 แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และทดสอบหลังการเรียน โดยใช้แบบทดสอบสี่ตัวเลือกเลือกข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว เกณฑ์ในการให้คะแนน เมื่อ (เลือกคำตอบที่ถูกต้องหนึ่งข้อ ข้อละ 1 คะแนน) หลังจากนั้น นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วย t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.5 ได้ผล ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลการศึกษาความเข้าใจ เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ความเข้าใจ	Mean	SD	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	SD ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	4.92	2.265	11.14	1.294	52.324 *	36	0.000
หลังเรียน	16.05	2.788					

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 4.92 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 16.05 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้งพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ร้อยละ 5) จึงกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้เรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถยกระดับความเข้าใจของนักเรียนให้สูงขึ้นอย่างชัดเจน

4.2 ผลการศึกษาความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยการทดสอบหลังเมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบสี่ตัวเลือก เลือกข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว เกณฑ์ในการให้คะแนน เมื่อ (เลือกคำตอบที่ถูกต้องหนึ่งข้อ ข้อละ 1 คะแนน) หลังจากนั้น นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วย t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.5 ได้ผล ดังตารางที่ 4.2

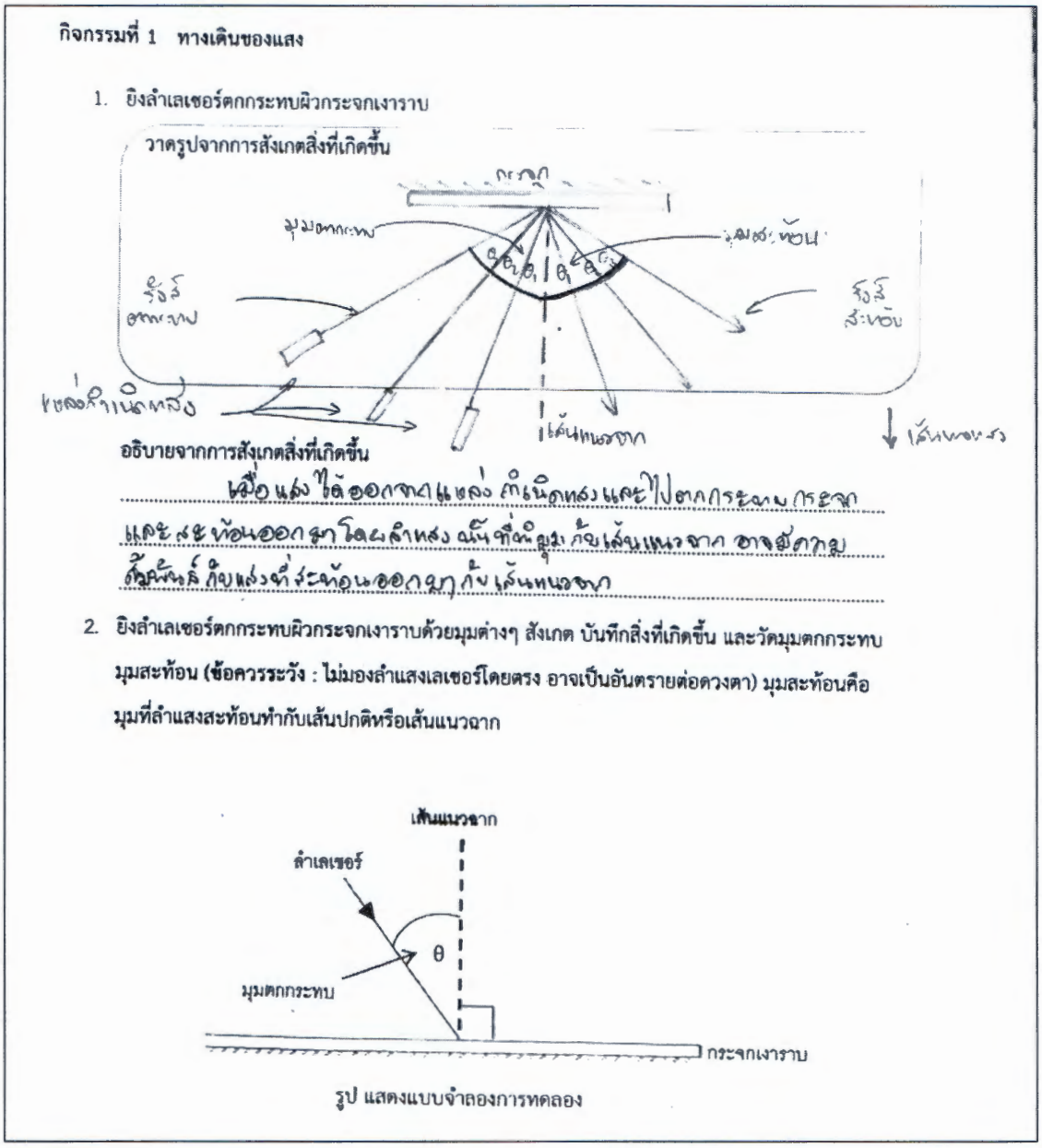
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบคะแนนผลการศึกษาความเข้าใจ เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์

ความเข้าใจ	Mean	SD	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	SD ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
หลังเรียนครั้งที่ 1	16.05	2.788	0.03	0.499	0.329 *	36	0.372
หลังเรียนครั้งที่ 2 (เว้นจากการสอบหลังเรียน 2 สัปดาห์)	16.08	2.812					

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์ มีคะแนนสอบครั้งที่ 1เฉลี่ย เท่ากับ 16.05 คะแนน และมีคะแนนสอบครั้งที่ 2 เฉลี่ย เท่ากับ 16.08 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบ ทั้งสองครั้ง พบว่า ไม่แตกต่างจากคะแนนสอบครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้เรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถยกระดับความเข้าใจของนักเรียนให้สูงขึ้นอย่างชัดเจน

4.3 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต

4.3.1 การสะท้อนของแสง



กิจกรรมที่ 1 ทางเดินของแสง

1. ยิงลำเลเซอร์ตกกระทบผิวกระจกเงาราบ

วาดรูปจากการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น

อธิบายจากการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น

เมื่อแสง ใช้ออกจากแหล่งกำเนิดแสง และไปตกกระทบกระจก และสะท้อนออกมาโดยลำแสง ฉนั้นที่มุมกับเส้นแนวฉาก อาจมีความสัมพันธ์กับแสงที่สะท้อนออกมากับเส้นแนวฉาก

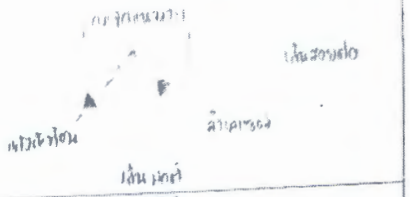
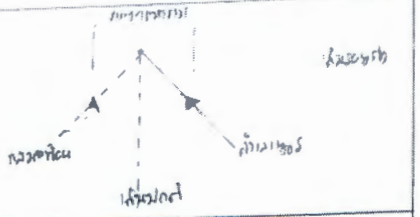
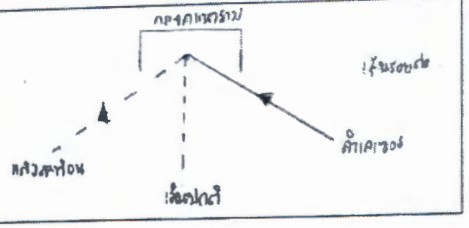
2. ยิงลำเลเซอร์ตกกระทบผิวกระจกเงาราบด้วยมุมต่างๆ สังเกต บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น และวัดมุมตกกระทบ มุมสะท้อน (ข้อควรระวัง : ไม่มองลำแสงเลเซอร์โดยตรง อาจเป็นอันตรายต่อดวงตา) มุมสะท้อนคือ มุมที่ลำแสงสะท้อนทำกับเส้นปกติหรือเส้นแนวฉาก

รูป แสดงแบบจำลองการทดลอง

ภาพที่ 4.1 กิจกรรมที่ 1 เรื่องทางเดินของแสง

จากภาพที่ 4.1 จะพบว่านักเรียนได้สังเกตุ ทางเดินของแสงได้เป็นอย่างดีจากกิจกรรมทางเดินของแสงเนื่องจาก การตอบคำถามของนักเรียนนั้น สอดคล้องกับสิ่งที่ปรากฏขึ้นจริง

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง

มุมตกกระทบ	มุมสะท้อน	รูปการสะท้อนของแสง
30°	30°	
45°	45°	
60°	60°	

คำถามหลังการทดลอง

1. มุมตกกระทบกับมุมสะท้อนมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

   มุมตกกระทบมีค่าเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ เมื่อวัดจากเส้นแนวฉาก

2. เส้นแนวฉาก รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

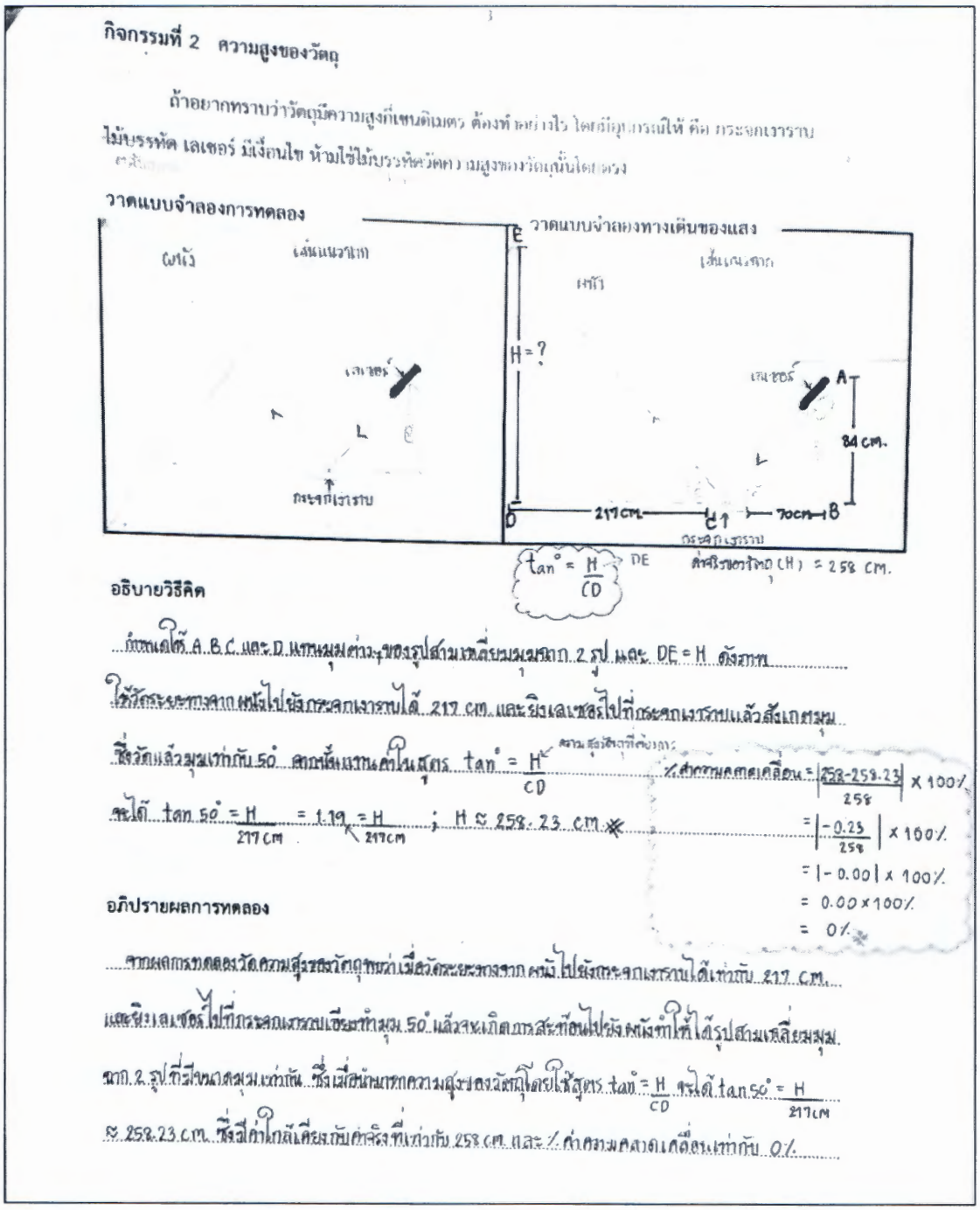
   เส้นแนวฉากจะอยู่ระหว่างรังสีตกกระทบและรังสีสะท้อน ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดมุม 2 มุมที่เท่ากันขึ้น

สรุปผลการทดลอง

เมื่อยิงลำเลเซอร์ตกกระทบผิวกระจกราบด้วยมุมตกกระทบ 30° 45° 60° ก็จะทำให้เกิดมุม 30° 45° 60° หรือตกกระทบด้วยมุมตกกระทบเท่าใดจะเกิดมุมเท่านั้น เมื่อวัดจากเส้นแนวฉาก ดังนั้นมุมตกกระทบจะมีค่าเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ

ภาพที่ 4.2 ผลการทดลองกิจกรรมที่ 1

จากภาพที่ 4.2 จะพบว่านักเรียนได้ทำการทดลอง แล้วได้นำข้อมูลจากการทดลองมาบันทึกและสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องหลังจากทำการทดลอง และสามารถสรุปผลได้ตรงกับทฤษฎี

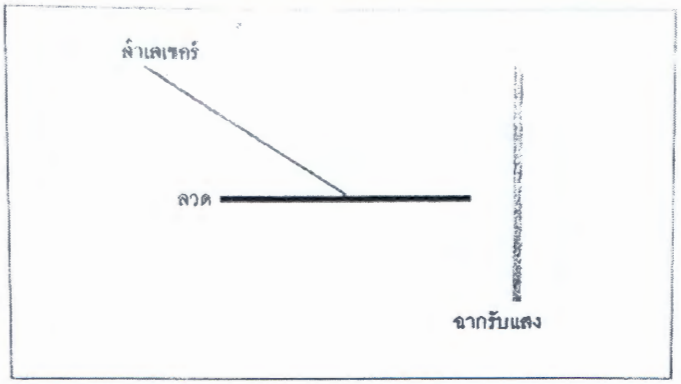


ภาพที่ 4.3 กิจกรรมที่ 2 เรื่องความสูงของวัตถุ

จากภาพที่ 4.3 จะพบว่านักเรียนเริ่มทำการทดลองที่ประยุกต์จากเนื้อหาก่อนนี้ มาแก้โจทย์ปัญหา เรื่องการหาความสูงของวัตถุได้ และยังสามารถคำนวณหาความสูงจากการทดลองได้ค่าความคลาดเคลื่อนเป็น 0 เปอร์เซนต์

กิจกรรมที่ 3 วงของแสง

1. ยิงลำเลเซอร์ตกกระทบกับลวดที่ตั้งฉากกับฉากรับแสง สังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น



เมื่อเราฉายลำเลเซอร์ไปกระทบกับลวดที่ตั้งฉากกับฉากรับแสงจะทำให้เกิดลำแสงที่ฉากรับแสงและมีลักษณะคล้ายวงกลม และเมื่อนำแป้นใส่จะทำให้เห็นวงของแสงชัดเจนขึ้น

2. อธิบายเหตุผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์นี้

เหตุผลที่เกิดจากปรากฏการณ์นี้ เพราะขนาดของลวดมีขนาดที่ผิวสะท้อนน้อยกว่าลำเลเซอร์ จึงทำให้เมื่อยิงลำเลเซอร์ไปที่ลวดจึงทำให้เกิดลำเลเซอร์ครอบผิวลวดและเกิดเป็นวงของแสงคล้ายวงกลม

3. ถ้าเปลี่ยนเป็นกรรไกร สังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

เมื่อเราฉายลำเลเซอร์ไปที่กรรไกรที่ตั้งฉากกับฉากรับแสง จะทำให้จะเกิดมีลักษณะคล้ายครึ่งวงกลมแต่ไม่ครึ่งทั้งหมดจะเป็นคล้ายๆเสี้ยวกระจัดกระจาย และมีลักษณะเป็นเส้นตรง

4. อธิบายเหตุผลที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์นี้

เหตุผลที่เกิดจากปรากฏการณ์นี้ เพราะว่ากรรไกรมีลักษณะที่ผิวแตกต่างกันมากๆจึงเป็นเหลี่ยม จึงทำให้ยิงลำเลเซอร์ไปเกิดเป็นลำแสงหลายลักษณะ

ภาพที่ 4.4 กิจกรรมที่ 3 เรื่องวงของแสง

จากภาพที่ 4.4 เมื่อนำปรากฏการณ์ธรรมชาติเรื่องแสง มาให้นักเรียนได้แก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น จะพบว่านักเรียนเริ่มสังเกตุเห็นปรากฏการณ์ได้ดีขึ้น จากการตอบคำถามในกิจกรรมนี้

5. เปลี่ยนมุมระหว่างลำเลเซอร์กับลวดเป็น 30, 40, 50 และ 60 องศา สังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

ปรับลำเลเซอร์ที่มุม 30, 40, 50 และ 60 องศา จะเห็นว่าลำเลเซอร์ที่ตกกระทบกับลวดเหล็กจะมีความชันมากขึ้น ทำให้ระยะของจากเล็กไปใหญ่ตามมุมที่เปลี่ยนไป จะได้ช่วงของแสงสั้น มีสีสว่างมาก ออกมาเป็นวงกลมใหญ่ขึ้น

6. เลื่อนระยะฉากรับแสงเป็น 30, 40, 50, และ 60 เซนติเมตร สังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

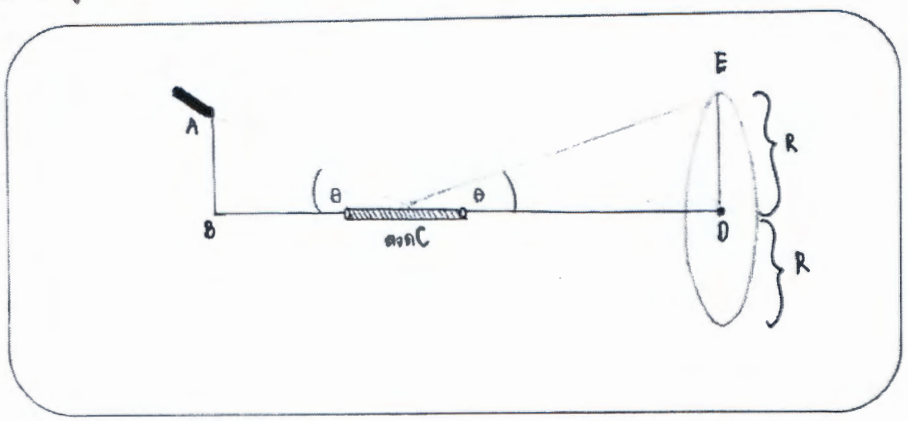
เมื่อเลื่อนระยะฉากรับแสงเป็น 30, 40, 50 และ 60 ซม. จะเห็นลำเลเซอร์ที่ตกกระทบกับลวดเหล็กจะมีความชันมากขึ้น ทำให้ระยะของจากเล็กไปใหญ่ตามมุมที่เปลี่ยนไป จะได้ช่วงของแสงสั้น มีสีสว่างมาก ออกมาเป็นวงกลมใหญ่ขึ้น

7. มีตัวแปรใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กันแบบมีนัยสำคัญ ตอบ r - รัศมีของวงกลม

1.) มุมที่เกิดขึ้น ก็คือมุมเบต้า จะสังเกตได้ว่า r จากสั้น วงกลมใหญ่ขึ้น

2.) ระยะฉากรับแสง ถ้าฉากรับแสงอยู่ใกล้ ภาพจะมีขนาดเล็กลง และภาพจะชัดกับฉากอยู่ใกล้ ภาพจะมีขนาดใหญ่ขึ้น

8. วาดรูปแสดงความสัมพันธ์และเขียนตัวแปรที่เกิดขึ้น



9. เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์จากปรากฏการณ์นี้

สามารถใช้ได้ 2 สมการ คือ

① $\frac{AB}{BC} = \frac{ED}{CD}$ → ทรีโกเมทรี

② $\tan\theta = \frac{R}{X}$ } ระยะมุม

$R = X \tan\theta$

ภาพที่ 4.5 กิจกรรมที่ 3 เรื่องวงของแสง

จากภาพที่ 4.5 เมื่อนำปรากฏการณ์ธรรมชาติเรื่องแสง มาให้นักเรียนได้แก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น จะพบว่านักเรียนเริ่มสังเกตุเห็นปรากฏการณ์ได้ดีขึ้น และยังสามารถคำนวณหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สอดคล้องได้

4.3.2 การหักเหของแสง

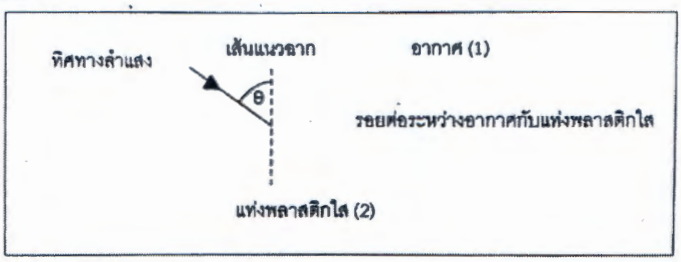
กิจกรรมที่ 1 ดรรชนีหักเหของแสง

1. ยิงลำแสงกระทบกับแท่งพลาสติกใส โดยให้ลำเลเซอร์ตั้งฉากกับรอยต่อกับผิวด้านข้างของแท่งพลาสติกใส สังเกตและบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

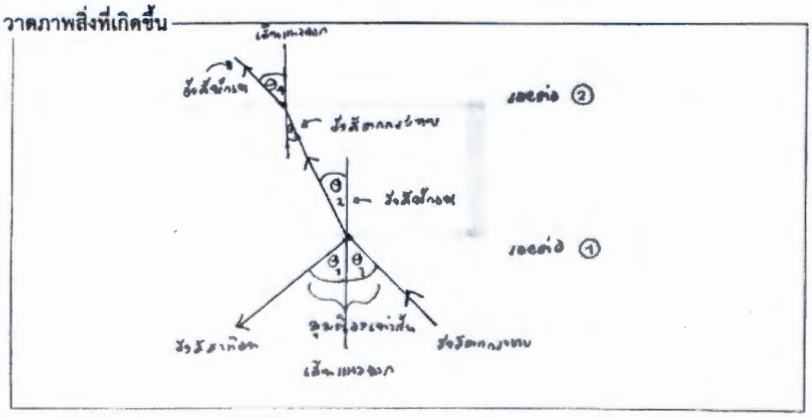
เมื่อแสงผ่านแท่งพลาสติกใส ลำแสงไม่มีการหักเหออกจากเส้นแนวเดิม

และเมื่อลำแสงออกจากแท่งพลาสติกก็ไม่มีการหักเหแต่อย่างใดเช่นกัน

2. ยิงลำแสงกระทบกับแท่งพลาสติกใส โดยทำมุมประมาณ 30-60 องศาดังรูป กับเส้นแนวฉาก สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น



วาดภาพสิ่งที่เกิดขึ้น



3. ทางเดินของแสงเป็นอย่างไร

จากแสงตกกระทบ θ_1 ที่เส้นแนวฉากจะมีการหักเหของแสงที่รอยต่อ ① ที่มุม θ_2 และที่รอยต่อที่ ② จะมีการหักเหของแสงที่รอยต่อที่ ② ที่มุม θ_3 ที่เส้นแนวฉากและที่ผิวด้านล่างของรอยต่อ ② ที่มุม θ_3 ที่เส้นแนวฉาก

ภาพที่ 4.6 กิจกรรมที่ 1 เรื่องดรรชนีหักเหของแสงข้อ 1-3

4. มุมระหว่างทิศทางของลำแสงกับเส้นแนวฉากในตัวกลางอากาศ (θ_1) กับในตัวกลางแท่งพลาสติก (θ_2) เป็นอย่างไร

มุมระหว่างทิศทางของลำแสงกับเส้นแนวฉากในตัวกลางอากาศ (θ_1) มีค่ามากกว่าในตัวกลางแท่งพลาสติก (θ_2)

5. มุมระหว่างทิศทางของลำแสงกับเส้นแนวฉากในตัวกลางแท่งพลาสติกใส (θ_3) กับในตัวกลางแท่งอากาศ (θ_4) เป็นอย่างไร

มุมระหว่างทิศทางของลำแสงกับเส้นแนวฉากในตัวกลางแท่งพลาสติกใส (θ_3) มีค่าน้อยกว่าในตัวกลางแท่งอากาศ (θ_4)

6. เหตุการณ์ข้อที่ 4 และ ข้อที่ 5 ต่างกันอย่างไร

เหตุการณ์ในข้อที่ 4 มุมหักเหจะเล็กกว่ามุมตกกระทบ

เหตุการณ์ในข้อที่ 5 มุมหักเหจะโตกว่ามุมตกกระทบ

7. จากข้อที่ 4 ถ้าเปลี่ยนมุม (θ_1) มุมอื่นๆ จะเป็นอย่างไร

ถ้าเปลี่ยนมุม (θ_1) มุมอื่นๆจะเปลี่ยนไปด้วย โดยมุม θ_4 จะต้องเท่ากับมุม θ_4 และมุม θ_2 จะต้องเท่ากับมุม θ_3

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง

ครั้งที่	แสงเคลื่อนที่จากอากาศสู่แท่งพลาสติกใส			แสงเคลื่อนที่จากแท่งพลาสติกใสสู่อากาศ		
	θ_1	θ_2	$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$	θ_3	θ_4	$\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$
1	20°	14°	$\frac{\sin 20^\circ}{\sin 14^\circ} = \frac{0.34}{0.24} = 1.42$	14°	20°	$\frac{\sin 14^\circ}{\sin 20^\circ} = \frac{0.24}{0.34} = 0.71$
2	30°	10°	$\frac{\sin 30^\circ}{\sin 10^\circ} = \frac{0.5}{0.17} = 2.94$	10°	30°	$\frac{\sin 10^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{0.17}{0.5} = 0.34$
3	40°	25°	$\frac{\sin 40^\circ}{\sin 25^\circ} = \frac{0.64}{0.42} = 1.52$	25°	40°	$\frac{\sin 25^\circ}{\sin 40^\circ} = \frac{0.42}{0.64} = 0.66$

8. ค่าของ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ และ $\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$ ที่ได้จากการทดลองทั้ง 3 ครั้ง เป็นอย่างไร

มีค่าไม่เท่ากันหรือมีค่าที่ไม่ใกล้เคียงกัน

9. จากสมการของ สเนลล์ สามารถหาค่าตัวแปรใดบ้างจากการทดลองนี้

$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ค่าของตัวแปรที่ได้รวมจากสมการของ สเนลล์ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$

$n = \frac{c}{v}$ ดัชนีหักเหของตัวกลางใดๆ เทียบกับสุญญากาศ

ความเร็วแสงในสุญญากาศ

ความเร็วแสงในตัวกลางใดๆ

$n = \frac{c}{v} = \frac{3\times10^8\ m/s}{3\times10^8\ m/s}$

ภาพที่ 4.7 กิจกรรมที่ 1 เรื่องดรรชนีหักเหของแสงข้อ 4-9

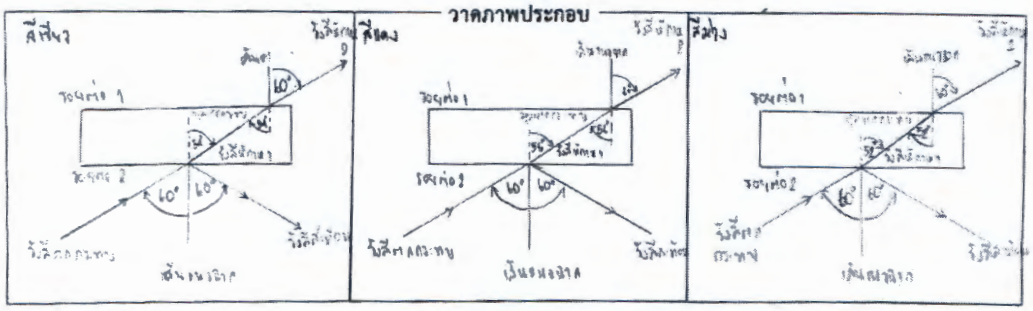
10. ถ้าอากาศเป็นตัวกลางที่ 1 (n_1) มีดรรชนีหักเหเป็น 1 ($n_1=1$) แล้วนักเรียนหาดรรชนีหักเหของแท่งพลาสติกใส (n_2) ได้เป็นเท่าใด 1.41

กิจกรรมที่ 2 ดรรชนีหักเหของแสงสีต่างๆกับความยาวคลื่นของแสงสีต่างๆ

1. ยิงลำเลเซอร์สีแดง เขียว ม่วง ผ่านตัวกลางแท่งพลาสติกชนิดเดียวกัน มุมตกกระทบเท่ากัน อยากทราบว่ามุมหักเหของลำเลเซอร์สีแต่ละสีเป็นอย่างไร จัดให้ลำแสงนิ่ง แนวตกกระทบในมุมเดิมแต่ละครั้ง/แต่ละสี วัดมุมตกกระทบและมุมหักเหอย่างละเอียด โดยให้แต่ละคนในกลุ่มวัด บันทึกผลตามตาราง

เมื่อยิงลำเลเซอร์สีแดง เขียว ม่วง ผ่านตัวกลางแท่งพลาสติกชนิดเดียวกัน มุมตกกระทบเท่ากันคือมุม 60° และมี 2 รอยต่อ พบว่าเมื่อแสงผ่านรอยต่อที่ 1 (อากาศ→แท่งพลาสติก) แสงสีแดงหักเหทำมุม θ_1 และเมื่อแสงผ่านรอยต่อที่ 2 (แท่งพลาสติก→อากาศ) แสงสีแดงหักเหทำมุม θ_2 ซึ่งมุม $\theta_1 > \theta_2$ เช่นเดียวกับมุมหักเหของลำเลเซอร์สีอื่นๆ แต่ละสีที่มีความยาวคลื่นต่างกัน มุมหักเหจะเปลี่ยนไปด้วย

วาดภาพประกอบ



ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลอง

สีของแหล่งกำเนิดแสง	ความยาวคลื่น (nm)	θ_1				θ_2				$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = n_{21}$
ครั้งที่		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
สีเขียว	531	60	60	60	60	54	54	54	54	1.0705
สีแดง	650	60	60	60	60	56	56	56	56	1.0446
สีม่วง	405	60	60	60	60	52	52	52	52	1.0990

ภาพที่ 4.8 กิจกรรมที่ 2 เรื่องดรรชนีหักเหของแสงสีต่าง ๆ กับความยาวคลื่นของสีต่าง ๆ ข้อ 1

2. ค่าดรรชนีหักเหของแสงมีความสัมพันธ์กับมุมหักเห (θ_2) อย่างไร

ค่าดรรชนีหักเหของแสง แปรผกผันกับมุมหักเห θ_2 คือเมื่อมุมของ θ_2 มีขนาดเพิ่มขึ้น ดรรชนีหักเหที่ได้จะมีค่าน้อยลง ดังนี้ ($\theta_2 = 51°, 54°, 56°$ จะได้ค่าดรรชนีหักเหเป็น 1.0990, 1.0705, 1.0446 ตามลำดับ

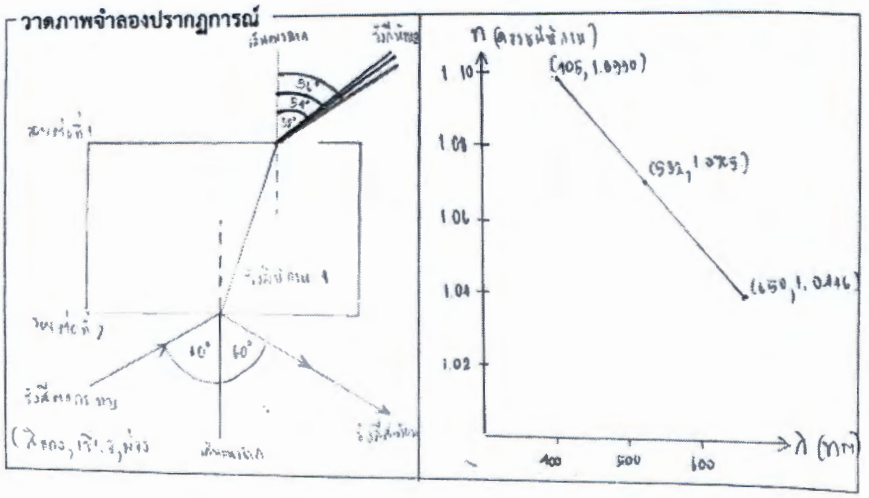
3. ความยาวคลื่นของลำเลเซอร์แต่ละสีมีความสัมพันธ์อย่างไรกับค่าดรรชนีหักเหของแสง

ความยาวคลื่นของลำแสงเลเซอร์แต่ละสี แปรผกผันกับค่าดรรชนีหักเหของแสง คือ เมื่อความยาวคลื่นมาก ค่าดรรชนีของแสงจะน้อย ดังนี้ ความยาวคลื่น (nm) = 650, 532, 405 จะได้ค่าดรรชนีหักเหของแสง = 1.0446, 1.0705, 1.0990 ตามลำดับ

4. จากการทดลองนี้ ทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับกฎของเสนลล์หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

จากการทดลองนี้ ทุกตัวแปรมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับกฎของสเนลล์ เนื่องจากกฎสเนลล์กล่าวไว้ว่า $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$ ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ของทุกค่าฟรีได้ว่า $\lambda \propto \theta \propto \frac{1}{n}$ ดังนั้น ทุกตัวแปรนี้จึงสอดคล้องกับกฎของสเนลล์

5. จากการทดลองนี้ จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์กับระหว่างค่าดรรชนีของแสงกับความยาวคลื่นของแสงแต่ละสี



ภาพที่ 4.9 กิจกรรมที่ 2 เรื่องดรรชนีหักเหของแสงสีต่างๆ กับความยาวคลื่นของสีต่าง ๆ ข้อ 2-5

กิจกรรมที่ 3 การกระจายของแสง (dispersion)

1. การกระจายของแสงเกิดจากแสงสีขาวที่ประกอบด้วยแสงความยาวคลื่น 300 – 700 นาโนเมตร เมื่อผ่านปริซึม นักเรียนสังเกตการณ์แยกออกของสเปกตรัมแสง ได้ผลอย่างไร จึงเขียนแผนภาพการกระจายของแสง

การกระจายของแสงเกิดจากแสงสีขาวเมื่อผ่านไปยังปริซึมแสงจะหักเหเมื่อแสงขาวตกกระทบที่ปริซึมแสงจะผ่านเข้าไปในปริซึมและหักเหออกมาเป็นสีต่างๆ 7 สี

2. จากข้อที่ 1 เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

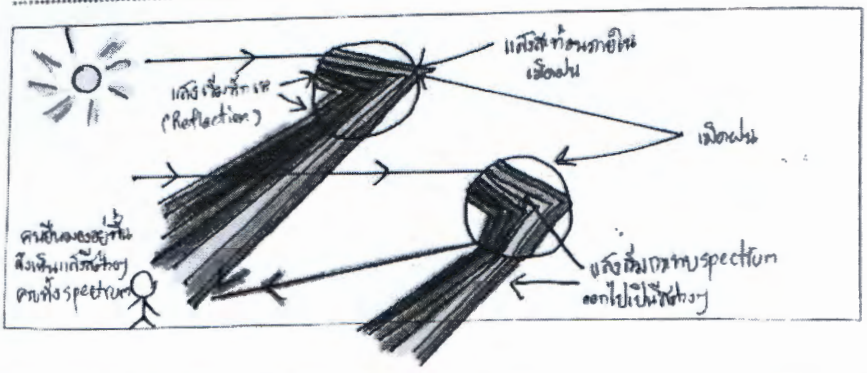
เพราะแสงที่สาดเข้าไปในปริซึมไม่มีสีแต่เมื่อแสงขาวเดินทางผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายของแสงออกมาเป็นแสงสีต่างๆ ของ 7 สี

3. ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติปรากฏการณ์ใดที่สอดคล้องกับการกระจายแสง

การเกิดรุ้งกินน้ำ

4. จากข้อที่ 3 จงอธิบายเหตุผล พร้อมวาดภาพประกอบ

รุ้งกินน้ำเกิดจากละอองน้ำในอากาศมากระทบกับแสงอาทิตย์แล้วเกิดการหักเหของแสงเกิดการสะท้อนของแสงภายในละอองน้ำแล้วหักเหกลับออกมาสู่ตาเรา



ภาพที่ 4.10 ทำกิจกรรมที่ 3 เรื่องการกระจายของแสง

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจและสร้างความคงทนเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีสืบเสาะ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนยโสธรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดยโสธร โดยการสุ่มแบบเจาะจง จำนวนนักเรียน 37 คน เครื่องมือที่ใช้วิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่องการสะท้อนและการหักเหของแสง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยเริ่มจากเลือกนักเรียนกลุ่มทดลองและทดสอบนักเรียนก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่องการสะท้อนและการหักเหของแสง หลังจากทดสอบก่อนเรียนแล้วผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนตามแผนการเรียนรู้ 2 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง และให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียน เว้นระยะสองสัปดาห์แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบอีกครั้งเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน และนำคะแนนที่รวบรวมได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วย t-test

5.1 สรุปผลการวิจัย

ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 4.92 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 24.60 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 16.05 คิดเป็นร้อยละ 80.25 นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 มีจำนวน 21 คน เป็นร้อยละ 56.76 และมีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 16 คน เป็นร้อยละ 43.24

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการสืบเสาะเพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

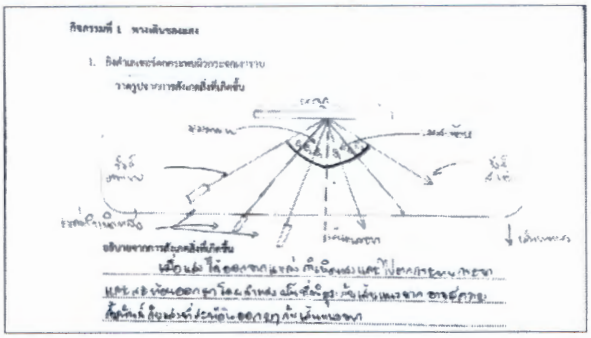
ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 16.08 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.4 นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 มีจำนวน 25 คน เป็นร้อยละ 67.57 และมีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 12 คน เป็นร้อยละ 32.43

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์ โดยใช้วิธีการสืบเสาะเพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

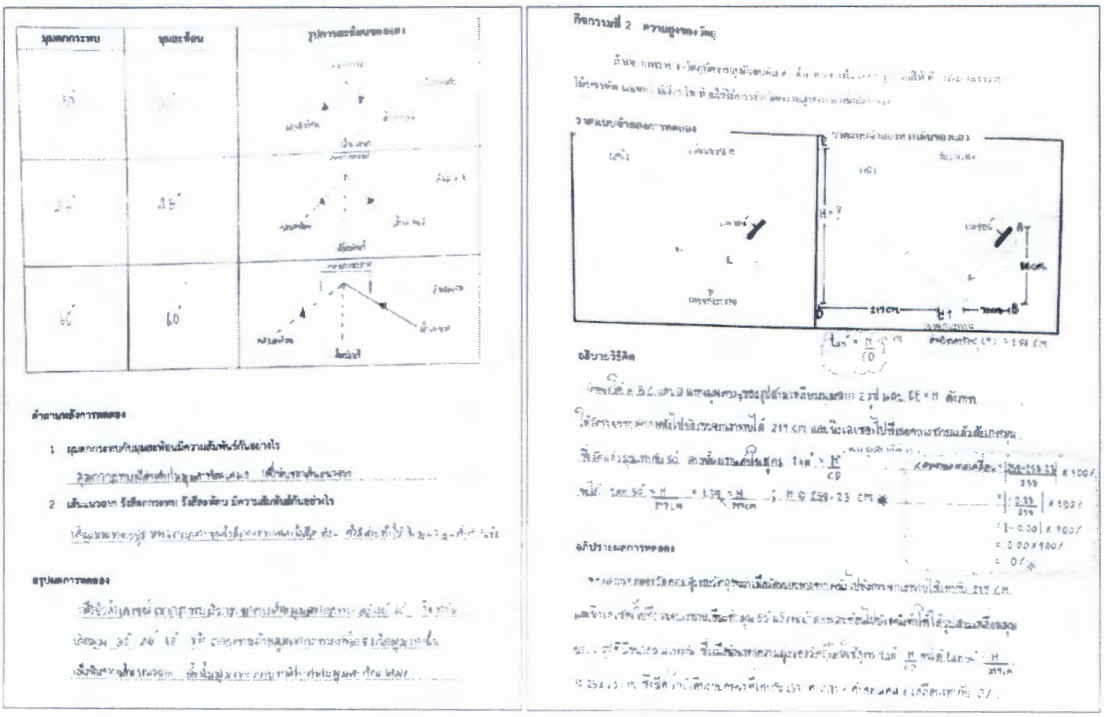
5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ผลการศึกษาความเข้าใจ เรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากการใช้ ใบกิจกรรมการทดลองร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มาใช้ในกระบวนการสอน ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เป็นการจัดประสบการณ์ที่เน้นให้นักเรียนคิดและค้นคว้าด้วยตนเองรู้จักการวางแผนในการทำกิจกรรมต่างๆ ภายในกลุ่ม นักเรียนได้แสดงออกตามความสามารถของตนเอง โดยที่ใบกิจกรรมการทดลองจะเริ่มให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ จากนั้นให้นักเรียนได้ทดลองเพื่อพิสูจน์ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่ ขั้นสุดท้ายหากประยุกต์ใช้หรือปรับเปลี่ยนสถานการณ์แต่ยังใช้หลักการเดิม นักเรียนจะยังคงเข้าใจหลักการหรือไม่ ทำให้การเรียนในส่วนของทฤษฎีหรือเนื้อหา การทดลองของนักเรียน มีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังพบว่าการลำดับสถานการณ์สร้างองค์ความรู้ช่วยในเรื่องการพัฒนาความสามารถในการเข้าใจเนื้อของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ คิดเชิงเหตุผลของสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปและถือเป็นส่วนสำคัญที่จะเป็นเครื่องมือในการเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเอกวิทย์ ดวงแก้ว (2559) กล่าวว่า เมื่อนักเรียนเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จะได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ส่วนครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก ส่งผลดีต่อผลการพัฒนาความเข้าใจเรื่อง ธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตของนักเรียนสูงขึ้นตามไปด้วย แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ นี้ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนทำให้ ผลการพัฒนาความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังจะเห็นได้จากงานวิจัยอื่นได้ทำการทดลองผ่านมาแล้วที่ได้ผลการทดลองออกมาในทิศทางเดียวกัน เช่น บุษกร การอรชัย (2553) พบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีพัฒนาการความคิดรวบยอดสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติแบบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

5.2.2 ผลการศึกษาความเข้าใจเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิต ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ครั้งที่ 2 เมื่อเว้นระยะการสอบสองสัปดาห์ ไม่แตกต่างจากคะแนนสอบครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจและมองเห็นภาพค่อนข้างดีต่อการดำเนินกิจกรรม เห็นได้จากการบันทึกใบงานกิจกรรมการทดลอง ดังตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรมการทดลอง มีดังนี้

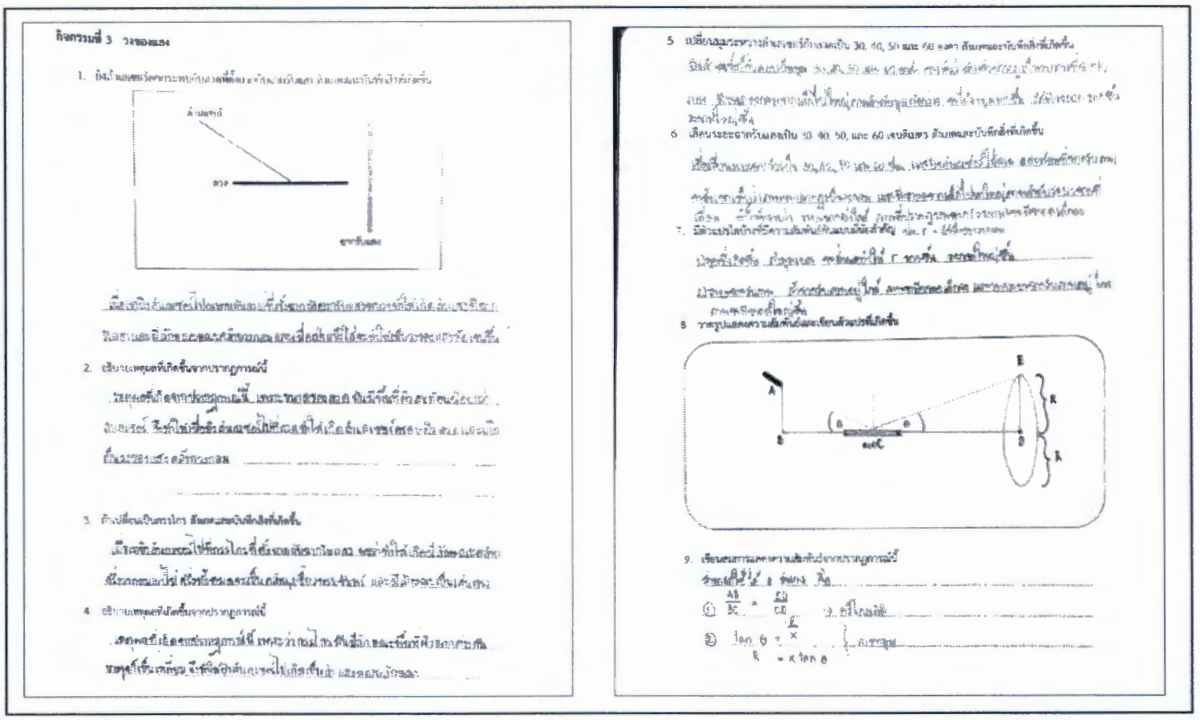


ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างการบันทึกกิจกรรมทางเดินของแสง จากการลงมือทำและสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างการบันทึกกิจกรรม ทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์คำตอบข้อสอบข้อที่วัดความเข้าใจกฎการสะท้อน ถ้านักเรียนตอบคำถามข้อนี้ถูกต้อง นักเรียนจะตอบคำถามข้อสอบเรื่องการประยุกต์ใช้กฎการสะท้อนได้ถูกต้องเสมอ เนื่องจากนักเรียนได้ ทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ดังตัวอย่างการบันทึกผลการทำกิจกรรมการทดลอง ดังนี้



ภาพที่ 5.3 ตัวอย่างการบันทึกกิจกรรมทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง การประยุกต์กฎการสะท้อนของแสง

จากผลการศึกษาความเข้าใจครั้งที่ 2 ของนักเรียนเรื่องธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตจากข้อมูลการ บันทึกผลการดำเนินกิจกรรมในใบกิจกรรมการทดลองของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำข้อสอบได้ใกล้เคียงกับครั้งที่หนึ่ง นั่นหมายความว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้อยู่ในระดับความเข้าใจ จากกิจกรรมการทดลอง นักเรียนจึงต้องระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนเพื่อนำมาประมวลผลและเขียนเป็นแผนผังความคิดก่อนที่จะสอบท้ายชุดกิจกรรรม จึงทำให้นักเรียนสามารถจดจำสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วได้นานมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ วันดา นันดา (2538 : 82-85)

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแสงและแสงเชิงเรขาคณิตด้วยวิธีสืบเสาะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

5.3.1 การจัดการเรียนในรูปแบบสืบเสาะ ที่มีเรื่องราวความสัมพันธ์ต่อเนื่องของเนื้อหาจะช่วยให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นเพิ่มมากขึ้น และสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ได้ นอกจากนั้นยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นๆที่ยังไม่มีประสบการณ์มาก่อนได้

5.3.2 ครูผู้สอนควรแนะนำข้อจำกัดของการทำกิจกรรม เช่น อันตรายจากการใช้เลเซอร์ การวัดระยะ ควรใช้ระดับสายตา และอธิบายเพิ่มเติม สรุปร่วมกับนักเรียน รวมทั้งเฉลย หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว

5.3.3 ในการทำกิจกรรมการทดลองเรื่องแสง เพื่อพิสูจน์กฎการสะท้อนของแสง สิ่งสำคัญคือความมืด ควรใช้กล่องดำ และเพื่อให้ได้ภาพที่สวยงาม ควรใช้แป้งฝุ่นเป่าเข้าไปในกล่องดำ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทินดอล จะให้ทางเดินของแสงได้อย่างชัดเจน

5.3.4 ควรใช้เลเซอร์ที่ความเข้มข้มไม่มากเกินไป เพื่อความปลอดภัยของสายตานักเรียน

5.3.5 ในการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เน้นปฏิบัติจริง สิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ครูผู้สอนควรต้องคำนึงคือ เวลาในการจัดกิจกรรม ครูผู้สอนต้องจัดเวลาให้เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน

5.3.6 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้กับเนื้อหาอื่น หรือระดับชั้นอื่นๆ ควรเปรียบเทียบระหว่างวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับวิธีการสอนอื่น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. **จิตวิทยาการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

เกษมศรี ภัทรภูริสกุล. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรรคนิยม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2544.

กิตติพงษ์ หมอกมุงเมือง. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแสงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

กุลวดี ห่อทรัพย์. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องกระจกและเลนส์ โดยใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.

กรีฑา แก้วคง. **การพัฒนาบทเรียนเรื่องการสะท้อนและการหักเหของแสงโดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2553.

จันทร์ดา พิทักษ์สาลี, สุวิมล เขี้ยวแก้ว และสุรชัย มีชาญ. "ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิจารณญาณและความพึงพอใจต่อ การจัดการเรียนรู้ขอนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**. 17(1): 148-156; กรกฎาคม, 2549.

จันทร์นภา รอดพ้น. **ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยการเรียนบรรยากาศสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2550.

ชัยพร วิชชาวุธ. **ความจำมนุษย์.** กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์, 2525.

ประพันธ์ น้อยเภา. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันที่ได้รับการสอนแบบระบบการสอนส่วนบุคคลโดยใช้ชุดการสอนเป็นรายบุคคลและโดยใช้ชุดการสอนเป็นกลุ่ม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

รักษ์สิริ แพงป้อง. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินระดับหูหนวก จากการสอนแบบ POSSE ร่วมกับสื่อวิดีทัศน์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.

วันวิสา กองเสน. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2558.

สุจิตตรา นามจำปา. **การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่องพันธุกรรมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้โมเดลการสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมกับการสอนปกติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.

สุชาติ สภาพ. **ฟิสิกส์ 2 ระดับมหาวิยาลัย**. นนทบุรี: SCIENCE PUBLISHING, 2557.

สาโรจน์ โศภีรักษ์. **นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ**. กรุงเทพฯ: บุ๊คพอยท์, 2546.

สิงหา จุงศิริ, รุ้งโรจน์ เอียดเกิด และสุพดี ธรรมเพชร. **ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้ทักษะการคำนวณโดยใช้บทเรียนปฏิบัติการ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, 2562.

สิทธาปกรณ์ ศรีโสภา. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องสารละลายโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E).** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

เอกวิทย์ ดวงแก้ว ศรัณย์ ภิบาลชนม์ และเชษฐ์ ศิริสวัสดิ์. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์", **Journal of Education Naresuan University**. 18(1): 202-210; มกราคม – มีนาคม, 2559.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สายสุณี ดีผาด. **การพัฒนาความเข้าใจเรื่องการหักเหของแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2560.

วันดา นันดา. **ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2538.

Dykstra, D. I. et. Al. "Studying Conceptual Change in Learning Physics", **Science Education.** 76(6): 615-652; May, 2535.

Goldberg F M. and McDermott L C. "An investigation of student understanding of the real image formed by a converging lens of concave mirror", **Phys. Teach.** 55(2): 108-119; November, 2530.

Windschiti M. and Buttermer H. "What Should the Inquiry Experience be for the Leaner?", **The American Biology Teacher**. 62(5): 346-350; May, 2543.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวอนุรักษ์ สงัด

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2553 - 2557 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
(เกียรตินิยมอันดับ 2) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2559 - 2560 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2558 - 2559 ครูผู้สอน รายวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนอัสสัมชัญบางรัก กทม.
พ.ศ. 2559 – ปัจจุบัน ครูผู้สอน รายวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนยโสธรพิทยาคม

ตำแหน่ง ครู

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนยโสธรพิทยาคม จังหวัดยโสธร