การพัฒนามโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ภัสสร สอนพิมพ์พ่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

DEVELOPING GRADE 8 STUDENTS' CONCEPTIONS ON THE LIGHT AND OPTICS USING PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)

PATSORN SORNPIMPOR

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 2014

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนามโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ผู้วิจัย นางสาวภัสสร สอนพิมพ์พ่อ

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช	ประธานกรรมการ
ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง	กรรมการ
ดร.วัชรินกร เมฆลา	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา โชคศิลป์ ธนเฮือง .....

(ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง)

....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และตรวจแก้ไขจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช และดร.วัชรินกร เมฆลา ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนถึงวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ รวมถึงคณาจารย์วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการศึกษาและการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนนครพนมวิทยาคม พร้อมทั้งคณะครูอาจารย์ในโรงเรียนทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือ ตลอดจนอำนวยความสะดวกต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ คุณครูศิริชัย เชื้อพล และคุณครูยุทธนา แสนสุริยวงศ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจเครื่องมือวิจัย

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ออนวัช สอนพิมพ์พ่อ คุณแม่ทองสอน นาโสก ที่ให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

(นางสาวภัสสร สอนพิมพ์พ่อ)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนามโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย

โดย : ภัสสร สอนพิมพ์พ่อ

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง

ศัพท์สำคัญ : แสงและการมองเห็น การสอนแบบการทำนาย-สังเกต-อธิบาย

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนามโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 35 คน ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ผลการวิจัยพบว่า จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบสมมติฐาน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น หลังเรียนค่าเฉลี่ยร้อยละ 50.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.23 สูงกว่าก่อนเรียนค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.62 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 มีการพัฒนาทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.62 อยู่ในระดับปานกลาง โดยนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียน การสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็นที่ถูกต้องมากขึ้นทุกมโนมติ

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING GRADE 8 STUDENTS' CONCEPTIONS ON THE LIGHT AND OPTICS USING PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)

BY : PATSORN SORNPIMPOR

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : CHOKSIN TANAHOUNG, Ph.D.

KEYWORDS : LIGHT AND OPTICS / PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)

This research aim was to develop students' conceptions on the light and optics using Predict-Observe-Explain (POE). The participants in this study were 35 grade eight students whose studying in the second semester of 2013 at Nakhonphanomwittayakhom school, Nakhon Phanom province. The research tools used in this study were the lesson plans based on Predict-Observe-Explain (POE) in light and optics. The result showed that there was statatistical difference in comparing the conceptual understanding of light and visibility. The average score of post instruction was 50.77 percent and standard deviation was 5.23 percent. The average pre-test score was 11.57 percent and standard deviation was 3.62. The average post-test score was higher than the average pre-test score. There was a statistically significant difference between the pre-test and the post-tests scores at alpha level of .05. The students' learning developing was in the medium gain. The average normalized gain was 0.62. All conceptual understandings of the students who had been taught using the Predict-Observe-Explain (POE) were increased.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง ฉ

สารบัญภาพ ช

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 สถานที่ทำการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มโนมติ (Concept) 5

2.2 มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative conception) 6

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

2.4 เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Criteria) 8

2.5 เนื้อหาเรื่องแสงและการเกิดภาพ 8

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 14

3.2 รูปแบบการวิจัย 17

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 17

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	19
4 ผลการวิจัย	
4.1 ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบมโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย วิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-testdependent) เพื่อวิเคราะห์ว่านักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นหรือไม่	32
4.2 ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าทางการเรียน รายบุคคล เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย	33
4.3 ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติวิทยาศาสตร์	35
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	76
5.2 อภิปรายผลการทดลอง	77
5.3 ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารอ้างอิง	**80**
ภาคผนวก	
ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	86
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	88
ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้)	101
ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	120
จ บทความวิจัยที่เผยแพร่	131
ฉ ภาพประกอบการทำกิจกรรม	147
ประวัติผู้วิจัย	**153**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละมโนมติ	14
3.2	เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน	22
4.1	จำนวนนักเรียน ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติทดสอบ t-test ของคะแนนมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย	32
4.2	ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย (Average normalized gain; <g>) ของนักเรียน	33
4.3	ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล	34
4.4	ร้อยละของค่าเฉลี่ยมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย	35
4.5	มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	39
4.6	จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน	66
ง.1	ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบวัดมโนมติกับจุดประสงค์	121
ง.2	ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนมติ	123
ง.3	หาความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนมติโดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)	125
ง.4	คะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล	128
ง.5	ความก้าวหน้าของแบบทดสอบมโนมติวิทยาศาสตร์	130

สารบัญภาพ

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง <% Gain> และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียน (%Pre-test) และ normalized gain <g> รายบุคคล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนมปีการศึกษา 2556	34
4.2	ร้อยละมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย	35
4.3	คำตอบของแบบวัดมโนมติ เรื่องการสะท้อนของแสง	37
4.4	คำตอบของแบบวัดมโนมติ เรื่อง หักเหของแสง	38
ฉ.1	นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	148
ฉ.2	นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	148
ฉ.3	นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	149
ฉ.4	นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	149
ฉ.5	นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	150
ฉ.6	นักเรียนสอบมโนมติหลังเรียน	150
ฉ.7	ตัวอย่างแบบบันทึกใบกิจกรรม POE แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	151

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ดังนั้นในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีพื้นฐาน ขอบเขต ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะต้องเน้นให้นักเรียนเกิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือเกิดมโนมตินั้น ยังพบว่านักเรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนการสอนไปแล้ว มีนักเรียนบางคนไม่เกิดมโนมติตามที่ครูคาดหวังเอาไว้ (คำไพย พานุสี, 2553) ซึ่งมโนมติที่นักเรียนได้รับมาแตกต่างจากที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับเรียกว่า มโนมติคลาดเคลื่อน ซึ่งมโนมติที่คลาดเคลื่อนนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นมโนมติที่เข้าใจยาก มโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวนำให้เกิดมโนมติที่ไม่ถูกต้องในสามัญสำนึก ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่มีต่อผู้เรียนจึงต้องเกิดจากสภาพที่แท้จริงและเน้นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนสามารถจะพัฒนาด้านการแสดงความคิดเห็นและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมกับบริบททางสังคมและสภาพแวดล้อมของตนเอง โดยการจัดการเรียนการสอนนั้นต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญและอยู่บนพื้นฐานความรู้เดิม การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เป็นการเปลี่ยนความคิดความเข้าใจ

โดยสรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ หลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลด้วยกัน และสามารถจำแนกได้ (น้ำค้าง จันเสริม, 2551) และทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีจุดมุ่งหมายข้อหนึ่งว่า "เพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์นั้น ควรเน้นมโนมติที่สำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์" เมื่อนักเรียนเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ แล้วก็จะทำให้นักเรียนสามารถจำแนกเรื่องราวต่างๆ ที่ซับซ้อนทางวิทยาศาสตร์และยังช่วยพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นพื้นฐานสำหรับนักเรียนหาความรู้อื่นๆ ต่อไปอีกด้วยแสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์แล้วก็จะทำให้นักเรียนสามารถจำแนกเรื่องราวต่างๆ ที่ซับซ้อนทางวิทยาศาสตร์และยังช่วยพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นพื้นฐานสำหรับศึกษาหาความรู้อื่นๆ ต่อไปอีก วิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ปรับเปลี่ยนความเชื่อหรือมโนมติที่คลาดเคลื่อน คือวิธีการตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ POE (Predict-Observe-Explain) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์วิธีหนึ่งที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม ซึ่ง White and Gunstone (1992) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการที่นำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าวโดยอาจใช้วิธีการสังเกตการทดลอง หรือการหาข้อพิสูจน์สถานการณ์ดังกล่าวจากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองและขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ น้ำค้าง จันเสริม (2551) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องงานและพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธี POE พบว่านักเรียนร้อยละ 70 ได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และจากงานวิจัย เรื่องแสง ของณราภรณ์ บุญกิจ (2553) ผลการวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เกี่ยวกับเรื่องแสงในหัวข้อทางเดินของแสงนักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นอนุภาคมีสมบัติเหมือนของเหลวแต่นักเรียนบางส่วนมีตัวแทนความคิดว่า แสงเป็นคลื่นและเดินทางเป็นเส้นตรง และแสงเป็นอนุภาคเคลื่อนที่แบบหมุน หลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรงแสดงสมบัติเป็นทั้งคลื่นและอนุภาค และจากรายงานวิจัย เอกสารต่างๆ ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยคือ ผู้สอนส่วนใหญ่ยังใช้หลักการสอนโดยยึดผู้สอนเป็นศูนย์กลางโดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยายมุ่งเน้นการสอนเนื้อหา ส่งเสริมการท่องจำมากกว่ามุ่งให้นักเรียนคิดวิเคราะห์

แสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนจำนวนมากคิดไม่เป็น ขาดความเข้าใจทำให้เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการทดลองมีประโยชน์ต่อผู้เรียน และผู้สอนในการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ คือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถตามความถนัดของตนเอง เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ ฝึกการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ สามารถสร้างความพร้อมความมั่นใจได้เป็นอย่างดี

จากการสำรวจมโนมติเรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เสาวลักษณ์ เหลืองดี (2552) พบว่า มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเรื่องสมบัติของแสง การเกิดภาพ แสงกับนัยน์ตามนุษย์ และแสงเลเซอร์ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของครูที่ทำการสอนเรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม พบว่ามีมโนมติคลาดเคลื่อนที่หลากหลายเกี่ยวกับเรื่องแสงและการมองเห็น ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำมโนมติที่ถูกต้องไปอธิบายหรือพบเห็นในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาตามรูปแบบการสอนตามแนวคิดบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain(POE)) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการมองเห็น โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าการเรียนการสอนตามวิธีการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย จะช่วยพัฒนามโนมติของนักเรียนให้ถูกต้องขึ้นได้ รวมทั้งจะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนามโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม ปีการศึกษา 2556

1.3.2 กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/12 จำนวน 35 คน ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Specific sampling)

1.3.3 เนื้อหาเรื่อง แสงและการมองเห็น

1.3.3.1 ธรรมชาติของแสง

1.3.3.2 การสะท้อนของแสง

1.3.3.3 การหักเหของแสง

1.3.3.4 การสะท้อนกลับหมด

1.3.3.5 การเกิดภาพจากกระจก

1.3.3.6 การเกิดภาพจากเลนส์

1.3.4 เวลาที่ใช้ จำนวน 12 คาบ

1.4 สถานที่ทำการวิจัย

โรงเรียนนครพนมวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้หลักการในการพัฒนามโนมติของนักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีมโนมติที่ถูกต้อง

1.5.2 ได้แนวทางในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการใช้ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1.6.1 นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/12 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

1.6.2 มโนมติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยการสังเกต ประสบการณ์ แล้วใช้คุณลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายคุณลักษณะของเรื่องนั้น หรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

1.6.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจที่เบี่ยงเบนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ยอม รับกันในปัจจุบัน ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเกต หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน

1.6.4 แบบทดสอบวัดมโนมติ หมายถึง แบบวัดมโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น ครอบคลุม 6 หัวข้อ คือ ธรรมชาติของแสง การสะท้อนของแสง การหักเหของแสงการสะท้อนกลับหมด การเกิดภาพจากกระจกการเกิดภาพจากเลนส์ ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก และมีการให้เหตุผลประกอบ จำนวน 25 ข้อ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยการพัฒนามโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย ได้มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 มโนมติ (Concept)

2.1.1 ความหมายมโนมติ

มโนมติแปลมาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษซึ่งมีผู้ให้คำแปลเป็นคำศัพท์ภาษาไทยและนิยมใช้แตกต่างกันหลายคำเช่น มโนทัศน์ มโนภาพ มโนมติ สังกัป แนวความคิด และความคิดรวบยอดในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า "มโนมติ" มโนมติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่จะสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องราวหลายๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกัน เป็นข้อสรุป เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะเจาะจงของสิ่งนั้น สามารถแยกแยะสิ่งนั้นๆ ออกจากสิ่งอื่นๆ ได้ชัดเจน (ทวีป บรรจงเปลี่ยน, 2540 ; มณีการณ์ หินสอ, 2549)

2.1.2 ประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ประเภทของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (นภาพร แถวโนนงิ้ว, 2537) พบว่ามีลักษณะที่เป็นกลุ่มมโนมตินามธรรม กับกลุ่มรูปธรรม จึงพอจะสรุปได้ว่า มโนมติแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ มโนมติลักษณะรูปธรรม หมายถึง มโนมติที่มีตัวอย่างได้โดยตรงและตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นเป็นสิ่งที่จับต้อง สัมผัส สูดดม มองเห็น ได้ยิน ได้รู้รสชัดเจน เช่น รถยนต์ สุนัข ระยะทาง เป็นต้น และ มโนมติลักษณะนามธรรม หมายถึง มโนมติที่ไม่สามารถหาตัวอย่างได้โดยตรง เช่น คำว่าความดี ความเลว ความต้องการ อิเล็กตรอน สนามแม่เหล็ก ทฤษฎีอะตอม เป็นต้น

2.1.3 การสร้างมโนมติ

การสร้างมโนมติมีลำดับขั้นในการสร้าง คือ วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้า สร้างหลักฐานเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งเร้า ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นจากสถานการณ์หนึ่ง เลือกสมมติฐานที่ครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการเหมือนกัน นำลักษณะเฉพาะของ

สิ่งเร้าที่คิดได้จากสมมติฐานสัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดที่มีอยู่เดิมของตน แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนมติที่ได้ใหม่กับมโนมติที่มีอยู่เดิมเพื่อหาความสัมพันธ์ สรุปความหมายของมโนมติที่รับมาให้ครอบคลุมไปยังสมาชิกทุกๆ หน่วยในกลุ่ม คิดหาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมะสมมาใช้เป็นตัวแทนของมโนมติที่รับมาใหม่ (ทวีป บรรจงเปลี่ยน, 2540)

2.1.4 การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติ

การสอนเพื่อให้เกิดมโนมติเรื่องใดก็ตาม ขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนและตัวครูผู้สอน ในการสอนให้นักเรียนสร้างมโนมติ ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดประเภทของข้อมูล โดยครูผู้สอนจะต้องเน้นถึงความสำคัญของผู้เรียนว่าผู้เรียนต้องการอะไร จะต้องคำนึงถึงวิธีการสอน ความพร้อมของนักเรียน (วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง, 2543) ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ของผู้เรียน ตลอดจนการใช้วิธีการสอนการใช้สื่อการเรียนที่เหมาะสมเป็นแรงกระตุ้นส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนการใช้สื่อที่เหมาะสม จึงจะประสบผลสำเร็จ (พิชา ชัยจันดี, 2552)

2.2 มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative conception)

2.2.1 ความหมายของมโนมติที่คลาดเคลื่อน

คำศัพท์มโนมติที่คลาดเคลื่อนจะมีคำที่ใช้แตกต่างกันไปทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ สำหรับคำว่ามโนมติที่คลาดเคลื่อนนี้คำในภาษาอังกฤษที่พบกันบ่อยๆ เช่น Preconceptions, Alternative conceptions, Misconception, Children' science, Ninscientific thinking, Naive science เหล่านี้ เป็นต้น สำหรับในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า Alternative conceptions เพราะเมื่อพิจารณาจากคำศัพท์คำนี้จะให้ความหมายสอดคล้องกับแนวคิดของนักปรัชญากลุ่ม Constructivism ที่บอกว่าความรู้ไม่ใช่ความจริงแต่เป็นเพียงสิ่งที่สมเหตุสมผลที่สุดในขณะนี้เท่านั้นจึงไม่มีความรู้ที่ถูกหรือความรู้ที่ผิดมีแต่ความรู้ที่เป็นที่ยอมรับกัน มโนมติที่คลาดเคลื่อน เป็นแนวความคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งที่สร้างขึ้นด้วยตัวนักเรียนเอง (เสงี่ยม ช่างเกวียน, 2541 และ วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง, 2543) ที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์นั้นๆ ในการสร้างความรู้นั้น แต่ความรู้ที่สร้างขึ้น และแปลความหมายแตกต่างหรือผิดเพี้ยนไปจากแนวความคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ในขณะนั้นต้องได้รับการแก้ไขให้ถูกต้อง

2.2.2 ลักษณะและสาเหตุของมโนมติที่คลาดเคลื่อน

จากสาเหตุของการเกิดมโนมติที่คลาดเคลื่อนข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า เกิดจากตัวผู้เรียนเอง ในการแปลความหมายหรือสรุปความไม่ถูกต้อง (วัชระ พรึกษาลา, 2545 และ

สุวดี แสนคำภูมี, 2544) และสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ที่พบ เช่น ตำราเรียน ครู ที่นำเสนอไม่ชัดเจนไม่ถูกต้อง (ทวีป บรรจงเปลี่ยน, 2540 และสมควร ขนชัยภูมิ, 2545)

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism)

Constructivism เป็นการให้ความสำคัญแก่ตัวผู้เรียนเป็นอย่างมากโดย การเรียนรู้ต้องเริ่มจากตัวผู้เรียนเป็นผู้ให้ความหมาย การทำความเข้าใจ กับเหตุการณ์ หรือประสบการณ์ โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วกับสารสนเทศหรือประสบการณ์ (วรรณจรีย์ มังสิงห์, 2541) ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางบางอย่าง และการเรียนรู้ก็เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติเพราะในสมองหรือความคิดของผู้เรียนเองไม่ได้มีแต่ความว่างเปล่าในเรื่องนั้นพวกเขาจะมีความคิดของตัวเองอยู่ก่อนแล้ว ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเองในการต้องสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540) ดังนั้น การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติเป็นการสร้างและการยอมรับความคิดใหม่ๆ และผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมอย่างมากในการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงนี้

2.3.2 การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นกลยุทธศาสตร์การสอนที่มีความคิดแนวพื้นฐานจากกลุ่มนักการศึกษาคอนสตัคติวิสต์ ซึ่งมีหลักการสำคัญความรู้เดิมและเกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม (White & Gunstone, 1992 ; เรืองศักดิ์ ไตรฟื้น, 2549) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดและอภิปรายเกี่ยวกับแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนได้ทำนายว่าเกิดอะไรขึ้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว จากนั้น ก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้และอธิบายความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้กับผลการสังเกต ซึ่งวิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1 ขั้นตอนของการทำนาย (Predict) จะเป็นการทำนายว่าผลจากการทดลอง กิจกรรม และสถานการณ์ที่กำหนดให้ จะเป็นอย่างไรบ้าง โดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผล เกี่ยวกับการทำนายของนักเรียนประกอบด้วย 2 ขั้นตอนของการสังเกต (Observing) คือเป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลองพิสูจน์หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ 3 ขั้นตอนของการอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองหากิจกรรมและสถานการณ์ปัญหาซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายได้ว่าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลอง กิจกรรม หรือสถานการณ์

ปัญหาไม่เป็นไปตามทำนายผลไว้ในครั้งแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ วิธีการสอน POE สามารถช่วยให้นักเรียนสำรวจและค้นหา (Explore) และหาเหตุผลมาอธิบายเกี่ยวกับความคิดของตนให้ได้ โดยเฉพาะในขั้นตอนทำนาย (Predict) และการให้เหตุผลในกรณีที่ผลการทดลองที่ได้มีความขัดแย้งกับคำทำนายนักเรียนจะต้องสร้างและแก้ไขปรับปรุงความคิดขึ้นมาใหม่ให้ถูกต้องตามความเป็นจริง

2.4 เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Criteria)

ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ในการให้คะแนนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจโดยวิเคราะห์คะแนนโดยใช้ข้อสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือก 2 ลำดับขั้น (2-tier multiple choice conceptual test) เรื่อง แสงและการมองเห็นแล้วเปรียบเทียบคำตอบของนักเรียนกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ จากนั้นตีความหมายคำตอบของนักเรียนตามแนวคิดของ Haidar (1997 ; อ้างอิงจาก ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2553) แล้วนำมาให้คะแนนตามรูบริค (Scoring rubrics) ตามระดับความเข้าใจ ดังนี้ 1) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้อง สมบูรณ์และการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน 2) ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ ไม่ครบองค์ประกอบให้ 2 คะแนน 3) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่อธิบายคำตอบ ให้ 1 คะแนน 4) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงถึงความคลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน 5) ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

2.5 เนื้อหาเรื่องแสงและการเกิดภาพ

เนื้อหาที่ใช้ในวิจัยเพื่อการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย มี 6 หัวข้อดังนี้ ธรรมชาติของแสง การสะท้อนของแสง การหักเหของแสง การสะท้อนกลับหมด การเกิดภาพจากกระจก และการเกิดภาพจากเลนส์

2.5.1 ธรรมชาติของแสง

การเคลื่อนที่ของแสง

แสงจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เราสามารถเขียนเส้นตรงแทนลำแสงและเขียนหัวลูกศรกำกับบนเส้นตรงเพื่อบอกทิศทางของแสง เราเรียกเส้นตรงเหล่านี้ว่า รังสีแสง ซึ่งรังสีแสงแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ รังสีขนาน รังสีลู่เข้า รังสีลู่ออก

ตัวกลางที่แสงผ่าน แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

(1) ตัวกลางโปร่งใส คือ ตัวกลางที่แสงผ่านไปได้ทั้งหมด และผ่านไปอย่างเป็นระเบียบ ตัวกลางประเภทนี้ เช่น แก้ว อากาศ น้ำ เป็นต้น

(2) ตัวกลางโปร่งแสง คือ ตัวกลางที่แสงผ่านไปได้บางส่วน และเมื่อผ่านไปแล้วแสงจะกระจายออกทุกทิศทางอย่างไม่มีระเบียบ เช่น กระดาษไข กระจกฝ้า เป็นต้น

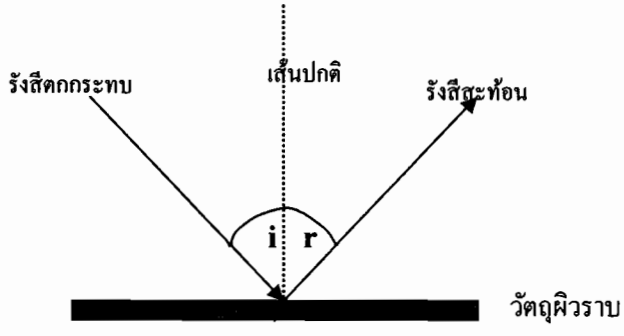
(3) ตัวกลางทึบแสง คือ ตัวกลางที่แสงไม่สามารถผ่านได้ เช่น ก้อนหิน หนังสือ แท่งไม้ เป็นต้น

อัตราเร็วแสง

แสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 3 แสนกิโลเมตรต่อวินาที ดังนั้น เมื่อเกิดฟ้าแลบเราจึงมักเห็นฟ้าแลบก่อนได้ยินเสียงฟ้าร้อง เพราะแสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงกว่าอัตราเร็วของเสียงมาก

2.5.2 การสะท้อนของแสง

แสงเคลื่อนที่ เป็นเส้นตรงเมื่อรังสีของแสงตกกระทบ ผิววัตถุที่จุดใดก็ตาม ถ้าเราลากเส้นตั้งฉาก กับผิววัตถุนั้นเส้นตั้งฉากที่ลากนี้เรียกว่า เส้นแนวฉากหรือเส้นปกติ และเรียกมุมที่รังสีตกกระทบ ทำกับเส้นแนวฉากว่า มุมตกกระทบ คือมุม I และมุมที่รังสีสะท้อนทำกับแนวฉากเรียกว่า มุมสะท้อน คือ มุม r



กฎการสะท้อนของแสง

(1) รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก อยู่บนระนาบเดียวกัน

(2) มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

ลักษณะการสะท้อนของแสง

วัตถุที่สะท้อนแสงได้ดีจะต้องมีผิวเรียบและเป็นมัน เช่น กระจกเงาจะทำให้เกิดการสะท้อนอย่างมีระเบียบ เรียกว่าการสะท้อนปกติ

แต่ถ้าวัตถุที่มีผิวไม่เรียบ จะเกิดการสะท้อนไม่มีระเบียบแต่การสะท้อนของแสดงเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสงเรียกว่า การสะท้อนแบบกระจาย

2.5.3 การหักเหของแสง

การหักเหของแสงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อแสงเกินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นค่าหนึ่งไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นอีกค่าหนึ่ง แล้วปรากฏรังสีของแสงเบนไปจากแนวเดิม เมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงจะละสีจะหักเหทำมุมที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้แสงขาวแยกออกเป็นสีต่างๆ กัน แสงสีม่วงจะหักเหมากที่สุด ขณะที่แสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุดการหักเหของแสงนอกจากจะเกิดขึ้นในปริซึมแล้ว ยังสามารถเกิดในวัตถุโปร่งใสได้อีก หลายชนิด เช่น แท่งพลาสติก สี่เหลี่ยมผืนผ้า แท่งพลาสติกรูปครึ่งวงกลม และน้ำ เป็นต้น

2.5.4 การสะท้อนกลับหมด

การสะท้อนกลับหมด เป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของการสะท้อนและการหักเหของแสง เมื่อแสงแดดที่เดินทางจากอากาศเข้าไปในแท่งพลาสติกทำให้มุมหักเหในแท่งพลาสติกมีขนาดเล็กกว่ามุมตกกระทบในอากาศในทางกลับกันถ้าแสงแดดส่องผ่านแท่งพลาสติกสู่อากาศ รังสีจะเบนออกจากเส้นปรกติการหักเหของแสงทำให้มุมตกกระทบมีค่าแตกต่างกัน

2.5.5 การเกิดภาพจากกระจก

ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ

ภาพที่เกิดจากกระจกเงาแบนราบ เป็นภาพจริงและมีระยะทางเท่ากับกระจกถึงวัตถุนั้น ภาพตั้งตรงและกลับข้างคือกลับซ้ายเป็นขวาและขวาเป็นซ้าย เนื่องจากกระจกเงาราบเป็นกระจกที่มีพื้นผิวหน้าแบนและเรียบ เรามองเห็นภาพในกระจกเงาราบเมื่อรังสีของแสงจากวัตถุสะท้อนโดยกระจกเดินทางเข้าสู่ตาเรา

ภาพที่เกิดจากกระจกเงาผิวหน้านูนและผิวหน้าเว้า

พื้นผิวหน้าของวัตถุมิได้แบนเรียบคล้ายกระจกเงาแบนราบแสมอไป ยังมีกระจกเว้าและกระจกนูนที่มีพื้นผิวหน้าโค้ง ทั้งกระจกเว้าและกระจกนูนต่างก็ทำให้เกิดภาพที่มีความแตกต่างกันไปจากภาพที่เกิดจากกระจกแบนเรียบ

กระจกเว้า เป็นผิวหน้าที่มีสะท้อนแสงโค้งเว้า คล้ายกับด้านหน้าของช้อนโลหะ กระจกเว้าทำให้เกิดภาพจริง ภาพนั้นจะมีขนาดที่ขยายใหญ่ขึ้นถ้าเราวางวัตถุไว้ใกล้กับกระจก

กระจกนูน เป็นกระจกที่มีผิวหน้าสะท้อนแสงโค้งนูนยื่นออกมากคล้ายกับด้านหลังของช้อนโลหะ กระจกนูนทำให้เกิดภาพจริงหัวตั้งตรง และยังสะท้อนภาพได้ในมุมที่กว้าง เรานิยมตั้งกระจกนูนไว้ตามมุมของห้างเพื่อการรักษาความปลอดภัย กระจกนูนทำให้สามารถมองเห็นการทำงานของผู้อื่นภายในห้างได้

การเกิดภาพ ได้แก่ ภาพจริงกับภาพเสมือน ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

(1) ภาพจริง เกิดจากรังสีของแสงตัดกันจริง เกิดด้านหลังกระจกหรือเลนส์ ต้องมีฉากมารับจึงจะมองเห็นภาพ ลักษณะภาพหัวกลับกับวัตถุ มีทั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ เท่ากับวัตถุ และเล็กกว่าวัตถุ ซึ่งขนาดภาพจะสัมพันธ์กับระยะวัตถุ เช่น ภาพที่ปรากฏบนจอภาพยนตร์ เป็นต้น

(2) ภาพเสมือน เกิดจากรังสีของเสมือนตัดกันทำให้เกิดภาพด้านหน้ากระจกหรือเลนส์ มองเห็นภาพได้โดยไม่ต้องใช้ฉากรับภาพ ภาพมีลักษณะหัวตั้งเหมือนวัตถุ เช่น ภาพเกิดจากแว่นขยาย เป็นต้น

2.5.6 การเกิดภาพจากเลนส์

เลนส์ (Lens) คือวัตถุโปร่งใสที่มีผิวหน้าโปร่ง ส่วนใหญ่ทำมาจากแก้วหรือพลาสติกเลนส์มี 2 ชนิด คือ

(1) เลนส์นูน (Convex Lens) คือ เลนส์ที่มีลักษณะตรงกลางหนากว่าส่วนขอบ ทำหน้าที่รวมแสง หรือลู่แสงให้เข้ามารวมกันที่จุดจุดหนึ่งเรียกว่าจุดรวมแสง หรือ โฟกัส

(2) เลนส์เว้า (Concave Lens) คือ เลนส์ที่มีลักษณะตรงกลางบางกว่าตรงขอบ ทำหน้าที่กระจายแสง หรือ ถ่างแสงออก เสมือนกับแสงมาจากจุดโฟกัส เสมือนของเลนส์เว้า

ภาพที่เกิดจากเลนส์

(1) ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

(1.1) เลนส์นูนสามารถให้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน และภาพจริงเป็นภาพที่ฉากสามารถรับได้เป็นภาพหัวกลับกับวัตถุ ส่วนภาพเสมือนเป็นภาพที่ฉากไม่สามารถรับได้ เป็นภาพหัวตั้งเหมือนวัตถุ

(1.2) ภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูนมีหลายขนาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะวัตถุ และตำแหน่งภาพจริงที่จะเกิดหลังเลนส์

(1.3) ภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์นูนมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ และตำแหน่งภาพเสมือนจะเกิดหน้าเลนส์

(2) การเขียนทางเดินของแสงผ่านเลนส์

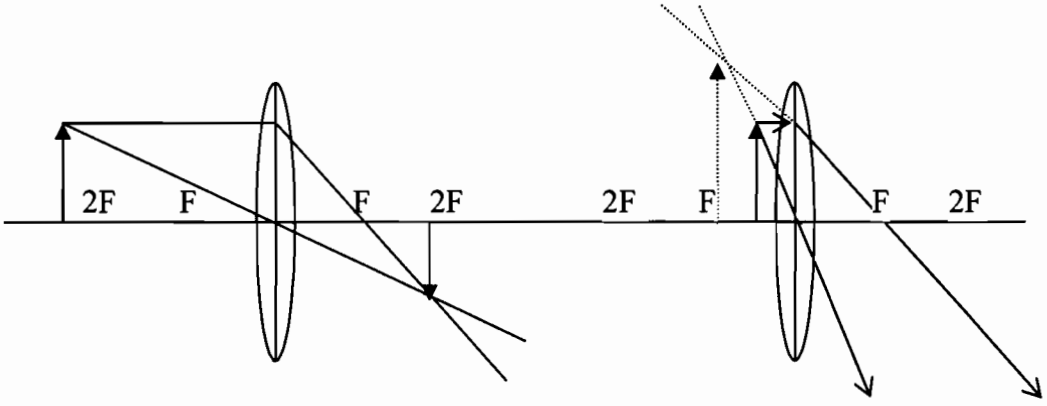
เราสามารถหาตำแหน่งและลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์นูนหรือเลนส์เว้าโดยวิธีการเขียนทางเดินของแสงผ่านเลนส์ได้ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

(2.1) เขียนเลนส์ แกนมุขสำคัญ จุดโฟกัส และจุดกึ่งกลางของเลนส์

(2.2) กำหนดตำแหน่งวัตถุ ใช้รังสี 2 เส้นจากวัตถุ เส้นแรกคือรังสีที่ขนานแกนมุขสำคัญ แล้วหักเหผ่านจุดโฟกัสของเลนส์ และเส้นที่ 2 คือ รังสีจากวัตถุผ่านจุดกึ่งกลางของเลนส์โดยไม่หักเห จุดที่รังสีทั้ง 2 ตัดกัน คือตำแหน่งภาพ

การเกิดภาพจริงและภาพเสมือน มีลักษณะดังนี้

(1) ถ้ารังสีของแสงทั้ง 2 เส้นตัดกันจริง จะเกิดภาพจริง



เกิดภาพจริง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ เกิดภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

(2) ถ้ารังสีของแสงทั้งสองเส้นไม่ตัดกันจริง จะเกิดภาพเสมือน

เลนส์นูนจะให้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ ถ้าระยะวัตถุมากกว่าความยาวโฟกัส จะเกิดภาพจริง แต่ถ้าระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัส จะเกิดภาพเสมือน และเลนส์เว้าให้ภาพเสมือนเพียงอย่างเดียว ไม่ว่าระยะวัตถุจะมากหรือน้อยกว่าความยาวโฟกัส และขนาดภาพมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเท่านั้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย (เกียรติมณี บำรุงไร่, 2553) เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ พบว่า มโนมติทางเลือกเรื่องตำแหน่งวัตถุ การเคลื่อนที่ ระยะทางและการกระจัด และความเร่งต่อความเร่งของวัตถุมีมโนมติทางเลือก โดยเมื่อ

พัฒนาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่พบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE นักเรียนได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 70 สอดคล้องกับ ขวัญชนก กัญทาทอง (2553) ได้ทำการศึกษาตัวแทนความคิดเรื่องสมบัติเชิงกลของของเหลวพบว่า นักเรียนได้มีการพัฒนามโนมติที่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นโดยส่งผลให้ตัวแทนความคิดหลังเรียนของนักเรียนมีความแตกต่างกันน้อยลงและนักเรียนส่วนใหญ่ คือประมาณร้อยละ 90 มีตัวแทนความคิดที่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ ณราภรณ์ บุญกิจ (2553) ได้ศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่องแสง ผลการวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เกี่ยวกับเรื่องแสงในหัวข้อทางเดินของแสงนักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นอนุภาคมีสมบัติเหมือนของเหลวแต่นักเรียนบางส่วนมีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นคลื่นและเดินทางเป็นเส้นตรงและแสงเป็นอนุภาคเคลื่อนที่แบบหมุน ซึ่งสอดคล้องกับ คำไพย พานุสี (2553) ได้สำรวจมโนมติทางเลือกก่อนและหลังการจัดกิจกรรมพบว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี POE นักเรียนมีมโนมติทางเลือกเรื่องแสงในหัวข้อการสะท้อนของแสง 4 กลุ่มและมีมโนมติทางเลือกเรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ 3 กลุ่มและหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนมติทางเลือกด้วยวิธี POE แล้วนักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 ได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจากต่างประเทศ ศึกษาการแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่องสีในแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Esra Kele, 2010) โดยใช้ใบงานสำหรับขั้นตอนการทำนาย และใช้ใบงานและคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการสังเกต ทำการทดสอบด้วยการใช้คำถามปลายเปิด ผลการศึกษาพบว่าการใช้เทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ เช่นเดียวกับ Hava pek (2010) ได้ทำการตรวจสอบความสามารถของนักเรียนในการเข้าใจเรื่องสารละลายและผลกระทบของสารละลาย ซึ่งถูกนำมาใช้เพื่อที่จะให้นักเรียนทำนาย ส่งผลให้เกิดสถานการณ์สังเกตและทำการทดลอง ระหว่างการทำนายและการสังเกต จะสามารถอธิบายและลบความคลาดเคลื่อนตอนที่ทำนายไว้ได้

การวิจัยและการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แสงและการมองเห็น ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่นๆ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (เสาวลักษณ์ เหลืองดี, 2552) พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนามโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งมีรายละเอียดของวิธีการที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

(3.1) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

(3.2) รูปแบบการวิจัย

(3.3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

(3.4) การวิเคราะห์ข้อมูล

(3.5) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย จำนวน 6 แผน 12 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละมโนมติ

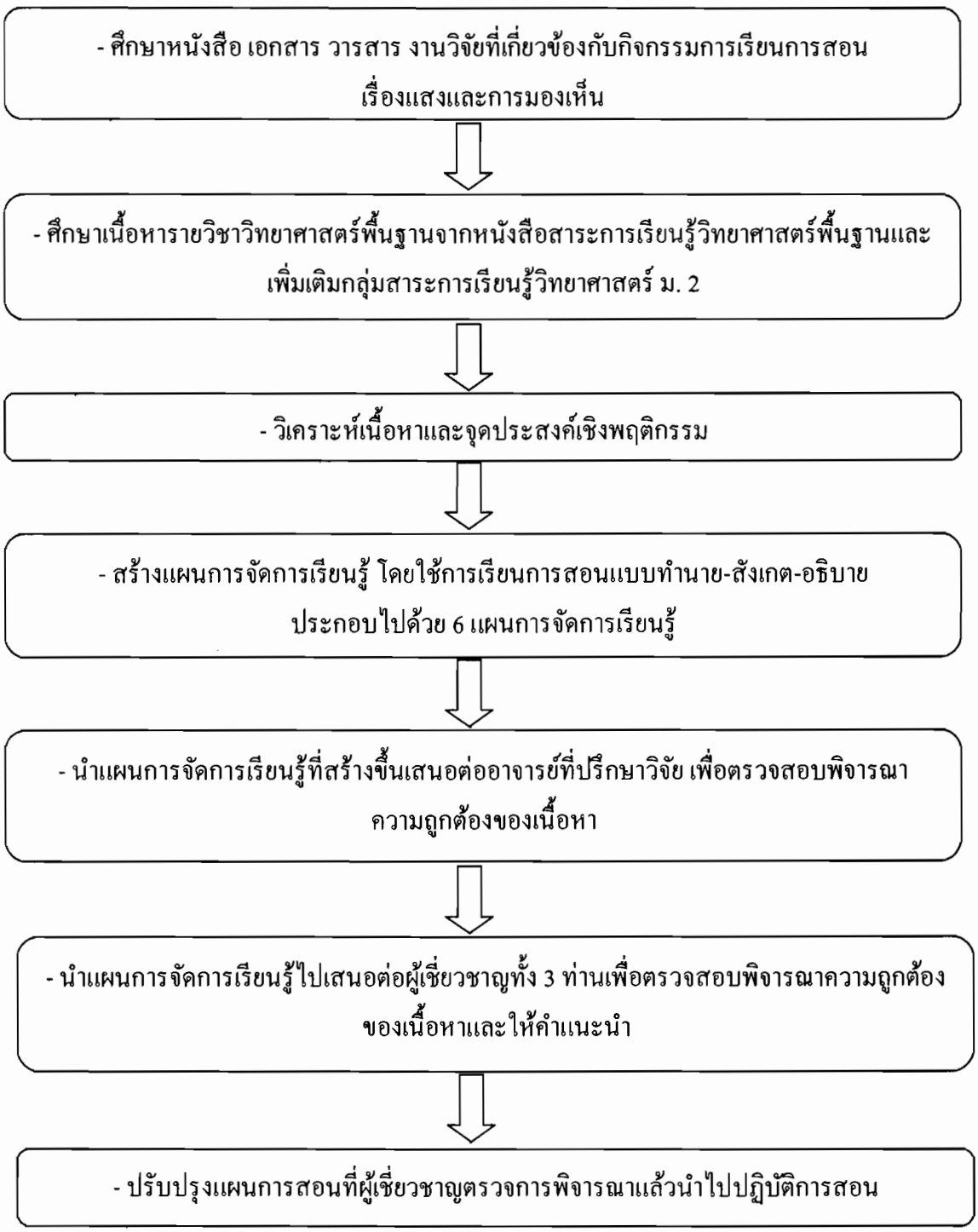
แผนที่	เรื่อง	ชั่วโมงสอน	กิจกรรมการเรียนรู้หลัก
1	ธรรมชาติของแสง	2	การทดลอง เรื่อง แสงเกิดขึ้นได้อย่างไร
2	การสะท้อนของแสง	2	การทดลองเรื่อง การสะท้อนของแสง
3	การหักเหของแสง	2	การทดลองเรื่อง แสงขาวเดินผ่านปริซึม
4	การสะท้อนกลับหมด	2	การทดลอง เรื่อง การสะท้อนกลับหมด
5	การเกิดภาพจากกระจก	2	การทดลอง เรื่อง การเกิดภาพจากกระจก
6	การเกิดภาพจากเลนส์	2	การทดลอง เรื่อง แสงจากโคมไฟ

3.1.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดมโนมติทางก่อน - หลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น

3.1.2 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.1.2.1 แบบวัดมโนมติก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น สร้างขึ้นเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้



เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดมโนมติ เรื่อง เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ในหัวข้อแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของแสง การสะท้อนของแสง การหักเหของแสง การสะท้อนกลับหมด การเกิดภาพจากกระจก และการเกิดภาพจากเลนส์ ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก และมีการให้เหตุผลประกอบ จำนวน 25 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/12 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม จำนวน 28 คน ที่เคยเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็นผ่านมาแล้ว พบว่า แบบทดสอบมโนมติมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.32 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.57

3.2 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยก่อนการทดลอง (pre-experimental design) เป็นการศึกษาแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลัง (one group pretest-posttest design)

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

โดยที่ O_1 คือ คะแนนจากการวัดความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนเรื่อง แสงและการมองเห็น

X คือ การสอนโดยใช้รูปแบบ วิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain (POE)

O_2 คือ คะแนนจากการวัดความเข้าใจโนมติหลังเรียนเรื่องแสงและการมองเห็น

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.3.1 นำแบบวัดมโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น จำนวน 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ กับผู้เรียนก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 1 คาบ

3.3.2 ทำการทดลองโดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ วิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้เวลา 12 คาบเรียน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.3.2.1 Predict คือ การทำนายผลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด

3.3.2.2 Observe คือ การสังเกต การทดลอง การสืบค้นหาคำตอบ การพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3.3.2.3 Explain คือ การอธิบายผลที่ได้จากการสังเกตหรือหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3.3.3 หลังจากเรียนจบบทเรียน เรื่อง แสงและการเกิดภาพ ให้นักเรียนทำแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น เพื่อทดสอบหลังเรียน (Post-test) ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

3.3.4 ตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์การให้คะแนน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจมโนก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งชั้นเรียนโดยใช้ค่าร้อยละ, ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบสมมติฐาน dependent samples t-test

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ ตามแนวคิดของ Haidar (1997 ; อ้างอิงจาก ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2553) แล้วนำมาให้คะแนนตามรูบริค (Scoring rubrics) โดยประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนโดยวิธี Average normalized gain, <g> รายละเอียดของระดับความเข้าใจมโนมติ 5 กลุ่ม มีดังนี้

3.4.2.1 ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้อง สมบูรณ์และการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด 3 คะแนน

3.4.2.2 ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลแต่ละถูกองค์ประกอบ 2 คะแนน

3.4.2.3 ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วนแต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือเลือกคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่อธิบายคำตอบให้ 1 คะแนน

3.4.2.4 ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงถึงความคลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

3.4.2.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย -สังเกต-อธิบาย (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum$R แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.5.1.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบแบบวัดมโนมติก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.5.1.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดมโนมติก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$r = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_u แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.5.1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยวิธีของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR - 20 ของแบบวัดมโนมติก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

k คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ

q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ เท่ากับ 1 - p

S^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของคะแนนร่วม

3.5.2 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบวัดมโนมติก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น

3.5.2.1 สูตรหาค่าเฉลี่ย (mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของความถี่ คูณ คะแนน

N แทน ผลรวมทั้งหมดของความถี่ซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.5.2.2 สูตรหาค่าร้อยละ (percentage)

$$P = \frac{F \times 100}{n}$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่ที่ต้องการแปลค่าให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.5.2.3 สูตรหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนคู่ทั้งหมด

X แทน คะแนนแต่ละตัวในกลุ่มข้อมูล

$\sum x$ แทน ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์สมมติฐาน

3.5.3.1 ใช้ค่าสถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตรการทดสอบค่า t (dependent sample t - test) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบผลความมีนัยสำคัญ

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อ 1	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า แสงมีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และแสงสมบัติเป็นอนุภาคที่ถูกส่งออกมาจากต้นกำเนิดแสงโดยเดินทางเป็นเส้นตรง แสงสามารถผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสและสะท้อนจากผิวของวัตถุทึบแสงได้ เมื่ออนุภาคเหล่านี้ผ่านเข้าสู่ตาจะทำให้เกิดความรู้สึกในการมองเห็นโดยมีสมบัติโดยมีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า แสงมีสมบัติเป็นคลื่น เพราะแสงสามารถผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสและสะท้อนจากผิวของวัตถุทึบแสงได้ **หรือ** แสงมีสมบัติเป็นคลื่นเพราะแสงเป็นอนุภาคที่ถูกส่งออกมาจากต้นกำเนิดแสงโดยเดินทางเป็นเส้นตรง **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่าแสงมีสมบัติเป็นคลื่น แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลประกอบได้ **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 2	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า แสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด เพราะเมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงแต่ละสีจะทำมุมหักเหที่ต่างกัน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้แสงขาวแยกออกเป็น 7 แสงสี ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง จะจัดเรียงตัวกันอย่างต่อเนื่องเป็นแถบ แสงสีม่วงจะหักเหมากที่สุด และแสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า แสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด จากการเกิดรุ้งกินน้ำ พบว่า แสงสีแดงอยู่ล่างสุด จึงหักเหน้อยที่สุด **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า แสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด เพราะสีแดงมีความเข้มน้อยกว่าสีม่วง **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน (ต่อ)

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อ 3	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า แสงสีแดงจะหักเหมากที่สุด เพราะเมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงแต่ละสีจะทำมุมหักเหที่ต่างกัน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้แสงขาวแยกออกเป็น 7 แสงสี ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง จะจัดเรียงตัวกันอย่างต่อเนื่องเป็นแถบ แสงสีม่วงจะหักเหมากที่สุด และแสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า แสงสีแดงจะหักเหมากที่สุด เพราะแสงสีแดงเมื่อเกิดการเรียงต่อกันจะอยู่ข้างล่างสุด จึงหักเหมากที่สุด **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า แสงสีแดงจะหักเหมากที่สุด เพราะสีแดงมีความเข้มน้อยกว่าสีม่วง **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 4	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เพราะเลนส์เว้า (Concave Lens) เป็นเลนส์ที่มีลักษณะตรงกลางบางกว่าตรงขอบ ทำหน้าที่กระจายแสง หรือ ถ่างแสงออก **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เลนส์เว้า (Concave Lens) ทำหน้าที่กระจายแสง **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เลนส์เว้า (Concave Lens) ทำหน้าที่รวมแสง **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 5	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า กระจกเงา เพราะตัวกลางที่แบ่งประเภทโดยที่ยอมให้แสงผ่านได้มี 3 ประเภท คือ 1) ตัวกลางโปร่งใส เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้เกือบทั้งหมด เช่น อากาศ กระจกใส น้ำบริสุทธิ์ 2) ตัวกลางโปร่งแสง เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้บางส่วน เช่น กระจกฝ้า พลาสติกขุ่น น้ำขุ่น 3) ตัวกลางทึบแสง เป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้ เช่น ฝาผนัง หนังสือ ไม้กระดาน กระจกเงา **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า กระจกเงา เพราะเป็นตัวกลางทึบแสง เป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้ **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า กระจกเงา เพราะเป็นตัวกลางโปร่งแสง **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน (ต่อ)

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อ 6	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การหักเหของแสง เพราะเมื่อวางเหรียญไว้ที่ก้นแก้ว ยืนอยู่ข้างๆ จะมองไม่เห็นเหรียญ เพราะว่าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า ไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า แสงจะเบนออกจากเส้นปกติโดย แต่ถ้ารินน้ำลงในแก้วจะสามารถมองเห็นเหรียญได้ เพราะว่าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า แสงจะเบนเข้าหาเส้นปกติ **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การหักเหของแสง เพราะ เกิดจากการเดินทางของแสงจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การหักเหของแสง **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 7	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า สังกะสี เพราะเมื่อแสงตกกระทบกับผิวหน้าของวัตถุใดๆ ปริมาณของแสงจะสะท้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของผิวหน้าของตัวกลางที่แสงตกกระทบ เมื่อลำแสงตกกระทบพื้นผิวหน้าวัตถุที่เรียบ แสงจะสะท้อนเป็นลำแสงที่ขนานเช่นเดียวกับลำแสงตกกระทบ การสะท้อนบนผิวหน้าเรียบ เรียกว่า การสะท้อนแบบสม่ำเสมอ เช่น กระจกเงาและโลหะขัดมัน มีผิวหน้าที่เรียบ ซึ่งเกิดจากการสะท้อนกันอย่างสม่ำเสมอและได้ภาพที่คมชัด **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า สังกะสี เพราะลำแสงตกกระทบพื้นผิวหน้าวัตถุที่เรียบทำให้เกิดการกระจายของแสงอย่างสม่ำเสมอ หรือ สังกะสี เพราะแผ่นสังกะสีมีความมันและความเรียบ หรือสังกะสี เพราะเป็นวัตถุที่ทำมาจากวัตถุผิวเรียบ **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า สังกะสี เพราะแผ่นสังกะสีไม่สามารถให้แสงผ่านลงมาได้ **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน (ต่อ)

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อ 8	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะจากกฎการสะท้อนกล่าวว่า เมื่อแสงตกกระทบในระนาบเดียวกัน มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะ วัตถุเรียบแสงจะตกลงมากระทบแล้วทำให้สะท้อนเท่ากัน **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะสังเกตจากมุมเท่ากัน **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 9	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า 45 องศา เพราะ เป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง (The Laws of Reflection) มี 2 ข้อ คือเมื่อรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติจะอยู่ในระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนด้วยนั่นก็คือ มุม D= E มุม D มีค่า 45 องศา มุม E ก็มีค่า 45 องศา **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า 45 องศา เพราะ เป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง (The Laws of Reflection) **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า 45 องศา **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 10	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การหักเหของแสง เพราะการที่เรามองเห็นดินสอในน้ำมีลักษณะหักงอไปจากเดิมเนื่องจากแสงมีการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นของแสงต่างกันจึงเกิดการหักเหทำให้เรามองเห็นดินสอในลักษณะหักงอ **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การหักเหของแสง เพราะแสงมีการเคลื่อนตัวผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การหักเหของแสง เพราะแสงผ่านตัวกลางต่างกัน **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน (ต่อ)

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อ 11	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ตัวกลาง X คือ เพชร และตัวกลาง Y คือ อากาศ เพราะว่าการหักเหของแสง (Refraction) เกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีค่าดรรชนีหักเหต่างกัน แสงเดินทางจากตัวกลาง X คือ เพชร ที่มีดรรชนีหักเหมากกว่า (ยอมให้แสงผ่านได้ยากกว่า) ไปยังตัวตัวกลาง Y คือ อากาศ ที่มีดรรชนีหักเหน้อยกว่า (ยอมให้แสงผ่านได้ง่ายกว่า) **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ตัวกลาง X คือ เพชร และตัวกลาง Y คือ อากาศ เพราะว่าการหักเหของแสง (Refraction) เกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีค่าดรรชนีหักเหต่างกัน **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ตัวกลาง X คือ เพชร และตัวกลาง Y คือ อากาศ **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 12	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า สูงกว่าที่เดิม เพราะการหักเหแสงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดต่างกัน แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังตัวกลางหนึ่ง แสงจะมีการหักเห และการหักเหจะเกิดขึ้นเฉพาะผิวรอยต่อของตัวกลาง โดยแสงจะตกกระทบจากตัวนกลงบนรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศ แล้วเกิดรังสีเข้าสู่ตาเรา รังสีของแสงผ่านจากอากาศซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าเข้าสู่น้ำซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า สูงกว่าที่เดิม เพราะ จากการหักเหของแสงโดยแสงของรังสีตกกระทบจากตัวนกลงบนรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศกับผิวน้ำ แล้วเกิดรังสีเข้าสู่ตาเรา และรังสีของแสงผ่านจากอากาศซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าเข้าสู่น้ำซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า สูงกว่าที่เดิม แสงผ่านจากอากาศซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าเข้าสู่น้ำซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน (ต่อ)

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อ 13	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า จากแก้วไปน้ำ เพราะการสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากบริเวณที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันโดยจากความหนาแน่นมากไปหาความหนาแน่นน้อย โดยแก้วที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า จากแก้วไปน้ำ เพราะการสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากบริเวณที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า จากแก้วไปน้ำ เพราะ เป็นวัตถุต่างชนิดกันมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ความหนา ผิว **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 14	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การใช้สายเคเบิลใยแก้วนำแสงดูดแผลในกะเพราะอาหาร เพราะแสงผ่านเข้าเส้นใยแก้วนำแสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมด **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การใช้สายเคเบิลใยแก้วนำแสงดูดแผลในกะเพราะอาหาร เพราะเกิดการสะท้อน **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ดูดแผลในกะเพราะอาหาร **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 15	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เกิดจากอนุภาคที่เล็กมากในอากาศตกกระทบกับแสงแดดทำให้เกิดการกระเจิงของแสง เพราะ ตอนเช้า หรือ ตอนเย็น แสงเดินทางผ่านมวลอากาศเป็นระยะทางยาว อุปสรรคที่ขวางกั้นมีมาก แสงสีม่วง คราม และน้ำเงิน ไม่สามารถเดินทางผ่านอุปสรรคไปได้ จึงกระเจิงอยู่รอบนอก ส่วนแสงสีเหลือง ส้ม และแดง กระเจิงในแนวราบตามแนวลำแสง ทำให้เรามองเห็นดวงอาทิตย์และท้องฟ้าในบริเวณใกล้เคียงเป็นสีแดง ตอนกลางวัน แสงเดินทางผ่านบรรยากาศเป็นระยะทางสั้น อุปสรรคที่กีดขวางมีน้อย แสงสีม่วง คราม และน้ำเงินมีความยาวคลื่นสั้นกว่าโมเลกุลของอากาศจึงกระเจิงไปบนท้องฟ้าในหลายทิศทางทำให้เรามองเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้า **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เกิดจากอนุภาคที่เล็กมากในอากาศตกกระทบกับแสงแดดทำให้เกิดการกระเจิงของแสง เพราะ ตอนเช้า หรือ ตอนเย็น แสงสีม่วง คราม และน้ำเงินมีความยาวคลื่นยาวกว่าโมเลกุลของอากาศ ตอนกลางวัน มีความยาวคลื่นสั้นกว่าโมเลกุลของอากาศ

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน (ต่อ)

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
	1 คะแนน : นักเรียนตอบได้ว่า เกิดจากอนุภาคที่เล็กมากในอากาศตกกระทบกับแสงแดดทำให้เกิดการกระเจิงของแสง **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 16	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การสะท้อนกลับหมดของแสง เพราะแสงจากท้องฟ้าเดินทางผ่านความหนาแน่นของอากาศที่แตกต่างกัน แสงจึงเกิดการหักเหได้ และเมื่อมุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมวิกฤติ จึงเกิดการสะท้อนกลับหมด **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การสะท้อนกลับหมดของแสง เพราะแสงจากท้องฟ้าเดินทางผ่านความหนาแน่นของอากาศที่แตกต่างกัน **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า การสะท้อนกลับหมดของแสง **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 17	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ เกิดจากการสะท้อนของแสงที่กระจก ระยะที่ลากจากวัตถุไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะวัตถุ และระยะที่ลากจากภาพไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะภาพ และตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นมีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ มีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ 0 คะแนน : นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 18	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ เกิดจากการสะท้อนของแสงที่กระจก ระยะที่ลากจากวัตถุไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะวัตถุ และระยะที่ลากจากภาพไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะภาพ และตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นมีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ มีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน (ต่อ)

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
	0 คะแนน : นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 19	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เลยจุด C ไปทางซ้ายมือ เพราะ เมื่อลากจากจุดปลายของวัตถุ ลากเส้นตรงขนานกับแกนมุขสำคัญไปตกกระทบผิวกระจกแล้วสะท้อนผ่านจุดโฟกัสของกระจกเว้า แล้วลากจากปลายของวัตถุจุดเดียวกับลากเส้นตรงผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก (C) แล้วสะท้อนกลับทางเดิม ภาพที่เกิดขึ้นคือภาพจริง หัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่หน้าเลนส์หรือหลังจุดศูนย์กลางความโค้ง **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เลยจุด C ไปทางซ้ายมือ เพราะภาพที่เกิดขึ้นคือภาพจริง หัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่หน้าเลนส์หรือหลังจุดศูนย์กลางความโค้ง **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เลยจุด C ไปทางซ้ายมือ **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 20	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า กระจกเงานูน เพราะกระจกนูนจะให้ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ ทำให้ภาพที่เห็นในกระจกมีระยะใกล้ ชัดเจน **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า กระจกเงานูน เพราะทำให้เกิดภาพเสมือนภาพที่เห็นในกระจกมีระยะใกล้ **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า กระจกเงานูน **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 21	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ตำแหน่งที่ 3 เพราะภาพที่เห็นเป็นเลนส์นูน ซึ่งทำหน้าที่รวมแสง เกิดจากรังสีหักเหให้เข้ามารวมกันที่จุดจุดหนึ่งเรียกว่า “จุดรวมแสง” หรือ “จุดโฟกัส” **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ตำแหน่งที่ 3 เพราะภาพที่เห็นเป็นเลนส์นูน ซึ่งทำหน้าที่รวมแสง **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ตำแหน่งที่ 3 **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน (ต่อ)

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อ 22	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ เพราะเลนส์นูนสามารถให้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน โดยภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นภาพหัวกลับ มีหลายขนาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะวัตถุ และตำแหน่งภาพจริงจะเกิดหลังเลนส์ ภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นภาพหัวตั้งมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ และตำแหน่งภาพเสมือนจะเกิดหน้าเลนส์ **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ เพราะภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์นูน เป็นภาพหัวตั้ง มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 23	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ เพราะเลนส์เว้าให้ภาพเสมือนอย่างเดียว ไม่ว่าระยะวัตถุจะมากหรือน้อยกว่าความยาวโฟกัส และขนาดภาพมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเท่านั้น **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ เพราะเลนส์เว้าให้ภาพเสมือนอย่างเดียว **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม
ข้อ 24	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ตำแหน่งเดียวกันกับจุด 2F เพราะเมื่อลากจากจุดปลายของวัตถุ 2 เส้น เส้นแรกคือรังสีที่ขนานแกนมุขสำคัญ แล้วหักเหผ่านจุดโฟกัสของเลนส์ และเส้นที่ 2 คือ เส้นที่จากวัตถุผ่านจุดกึ่งกลางของเลนส์โดยไม่หักเห จุดที่ทั้ง 2 ตัดกัน คือตำแหน่งภาพ โดยภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหัวกลับขนาดเท่ากับวัตถุ อยู่หลังเลนส์ **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ตำแหน่งเดียวกันกับจุด 2F เพราะ ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหัวกลับ ขนาดเท่ากับวัตถุ อยู่หลังเลนส์ **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า ตำแหน่งเดียวกันกับจุด 2F **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน (ต่อ)

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อ 25	**3 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เลนส์นูน เพราะเลนส์นูน (Convex Lens) เป็นเลนส์ที่มีลักษณะตรงกลางหนากว่าส่วนขอบ โดยทำหน้าที่รวมแสง เลนส์นูนจะให้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ ถ้าระยะวัตถุมากกว่าความยาวโฟกัส จะเกิดภาพจริง แต่ถ้าระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัส จะเกิดภาพเสมือน **2 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เลนส์นูนเพราะเลนส์นูน ทำหน้าที่รวมแสง **1 คะแนน :** นักเรียนตอบได้ว่า เลนส์นูน **0 คะแนน :** นักเรียนตอบคำถามผิด หรือ ไม่ตอบคำถาม

***** หมายเหตุ** 3 คะแนน คือ นักเรียนมีความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์
2 คะแนน คือ นักเรียนมีความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
1 คะแนน คือ นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน
0 คะแนน คือ นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนามโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายมีผลการวิจัยสามารถแบ่งเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

(4.1) ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติทดสอบสมมติฐาน Dependent samples t-test

(4.2) ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล เรื่อง แสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

(4.3) ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

4.1 ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบมโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย วิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-testdependent) เพื่อวิเคราะห์ว่านักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นหรือไม่

ตารางที่ 4.1 จำนวนนักเรียน ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติทดสอบ t-test ของคะแนนมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ผลการทดสอบความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ค่า t-test
คะแนนความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน	35	11.57	3.62	47.76*
คะแนนความเข้าใจมโนมติหลังเรียน	35	50.77	5.23	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t_{.05,df=34}$ = 1.69 one-tailed test)

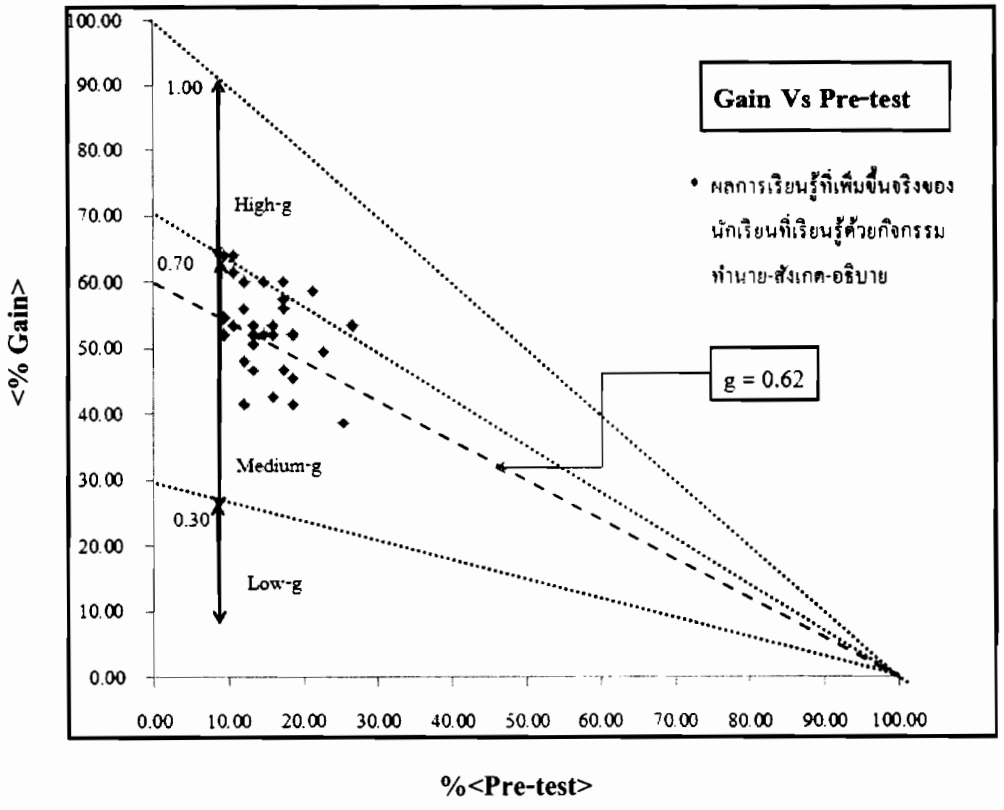
จากตารางที่ 4.1 แสดงว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบายเรื่อง แสงและการมองเห็น มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนเรียนเท่ากับ 11.57 และ 3.62 และหลังเรียน 50.77 และ 5.23 ตามลำดับและวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง แสงและการมองเห็นสูงกกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าทางการเรียน รายบุคคล เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

โดยผู้วิจัยได้ประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนโดยวิธี Average normalized gain, <g> ซึ่งหาได้จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) หารด้วยผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มสูงสุด (Maximum possible gain) พบว่าค่าร้อยละของ pre-test มีค่าเท่ากับ 11.57 ส่วนร้อยละของ post-test มีค่าเท่ากับ 50.77 เมื่อคำนวณ Actual gain พบว่ามีค่าเท่ากับ 39.20 ค่า Maximum possible gain พบว่ามีค่าเท่ากับ 63.43 ซึ่งนำไปหาค่า Normalize gain กับกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 0.62 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย (Average normalized gain; <g>) ของนักเรียน

Pre-test	**Post-test**	**Actual gain (% post - %pre)**	**Maximum possible gain**	**Normalize gain** $\frac{(\%\ post\ -\ \%pre)}{(100\ -\ \%\ pre)}$
11.57	50.77	39.20	63.43	0.62 (medium)



ภาพที่ 4.1 ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง <% Gain> และคะแนนเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียน (%Pre-test) และ normalized gain <g> รายบุคคล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนมปีการศึกษา 2556

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล

Gain	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)
high	7	20.00
medium	28	80.00
low	-	-

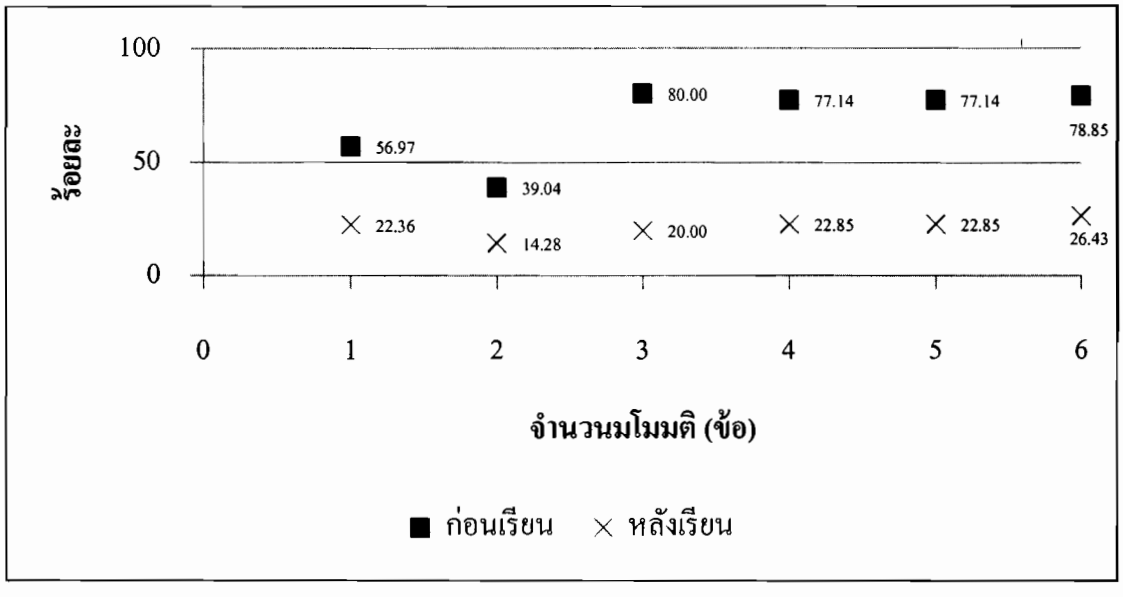
จากการประเมินคะแนนการทำแบบทดสอบวัดมโนมติระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน เป็นการพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการการเรียนรู้เป็นอย่างไร ดังแสดงในภาพที่ 4.2 พบว่า นักเรียนจำนวน 35 คน มีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (%gain) อยู่ในระดับสูง (High gain) จำนวน 7 คนเป็นร้อยละ 20.00 อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 และไม่มีนักเรียนที่มีการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงอยู่ในระดับต่ำ (Low gain)

โดยนักเรียนที่อยู่ในระดับสูง (High gain) นั้นเป็นนักเรียนที่มีมโนมติที่ถูกต้องในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มาก่อนอยู่แล้ว เมื่อหาค่าเฉลี่ยของ Normalize gain ของนักเรียนทั้ง 35 คนพบว่านักเรียนที่มีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.62 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง

4.3 ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4.4 ร้อยละของค่าเฉลี่ยมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

มโนมติ	ร้อยละมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ธรรมชาติของแสง	56.97	22.36
2. การสะท้อนของแสง	39.04	14.28
3. การหักเหของแสง	80.00	20.00
4. การสะท้อนกลับหมด	77.14	22.85
5. การเกิดภาพจากกระจก	77.14	22.85
6. การเกิดภาพจากเลนส์	78.85	26.43



ภาพที่ 4.2 ร้อยละมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

จากภาพที่ 4.2 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเมื่อได้รับการสอนแล้ว มีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลงทุกมโนมติทั้ง 6 มโนมติ ดังนี้

(1) มโนมติ เรื่อง ธรรมชาติของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 56.97 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 22.36

(2) มโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 39.04 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 14.28

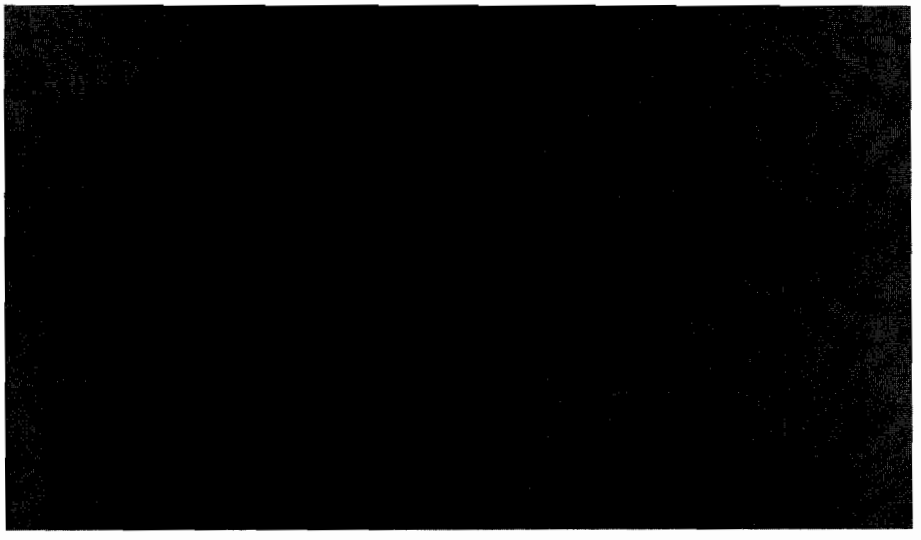
(3) มโนมติ เรื่อง การหักเหของแสงพบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.00 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 20.00

(4) มโนมติ เรื่อง การสะท้อนกลับหมดพบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 77.14 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 22.85

(5) มโนมติ เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกพบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 77.14 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 22.85

(6) มโนมติ เรื่อง การเกิดภาพจากเลนส์พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 78.85 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 26.43

ตัวอย่างคำตอบของแบบวัดมโนมติ เรื่องการสะท้อนของแสง

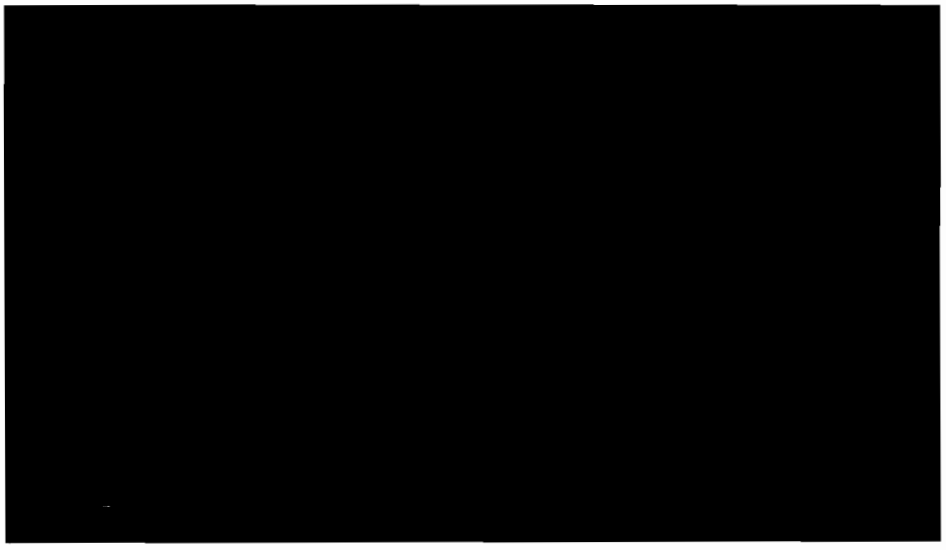


(a) ก่อนเรียน

(b) หลังเรียน

ภาพที่ 4.3 คำตอบของแบบวัดมโนมติ เรื่องการสะท้อนของแสง

ตัวอย่างคำตอบของแบบวัดมโนมติ เรื่อง การหักเหของแสง



(a) ก่อนเรียน

(b) หลังเรียน

ภาพที่ 4.4 คำตอบของแบบวัดมโนมติ เรื่อง หักเหของแสง

(1) มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1.	แสงมีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และแสงสมบัติเป็นอนุภาคที่ถูกส่งออกมาจากต้นกำเนิดแสงโดยเดินทางเป็นเส้นตรง แสงสามารถผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสและสะท้อนจากผิวของวัตถุทึบแสงได้ เมื่ออนุภาคเหล่านี้ผ่านเข้าสู่ตาจะทำให้เกิดความรู้สึกในการมองเห็นโดยมีสมบัติ	7	20.00	12	34.28	- แสงมีสมบัติเป็นคลื่น เพราะแสงสามารถผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสและสะท้อนจากผิวของวัตถุทึบแสงได้ **หรือ** แสงมีสมบัติเป็นคลื่น เพราะแสงเป็นอนุภาคที่ถูกส่งออกมาจากต้นกำเนิดแสงโดยเดินทางเป็นเส้นตรง	20	57.14	22	62.85
						- แสงมีสมบัติเป็นคลื่น เพราะแสงมีรูปร่างเหมือนคลื่น	8	22.85	1	2.85

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
2.	มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะจากกฎการสะท้อนกล่าวว่า เมื่อแสงตกกระทบในระนาบเดียวกัน มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ	20	57.14	30	85.71	- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะ วัตถุเรียบแสงจะตกลงมากระทบแล้วทำให้สะท้อนเท่ากัน	11	31.42	3	8.57
						- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะสังเกตจากมุมเท่ากัน	4	11.42	2	5.71

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3.	การกระจายของแสง เพราะ เมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงแต่ละสีจะหักเหทำมุมที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้แสงขาวแยกออกเป็นสีต่างๆ กันทังหมด 7 แสงสี แสงสีทั้ง 7 ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสดและแดง เรียงเป็นแถบสี แสงสีม่วงหักเหมากที่สุด ขณะที่แสงสีแดงหักเหน้อยที่สุด	20	57.14	32	91.42	- การกระจายของแสง เพราะเมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึมทำให้แสงขาวแยกออกเป็นสีต่างๆ กันทั้งหมด 7 แสงสี หรือ การกระจายของแสง เพราะแสงขาวแยกออกเป็นสีต่างๆกันทั้งหมด 7 แสงสี แสงสีทั้ง 7 ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสดและแดง	15	42.85	3	8.57

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
4.	เพราะเลนส์เว้า (Concave Lens) เป็นเลนส์ที่มีลักษณะตรงกลางบางกว่าตรงขอบ ทำหน้าที่กระจายแสง หรือ ถ่างแสงออก	5	14.28	30	85.71	- เลนส์เว้า (Concave Lens) ทำหน้าที่กระจายแสง - เลนส์เว้า (Concave Lens) ทำหน้าที่รวมแสง	25 5	71.42 14.28	5	14.28

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
5.	กระจกเงา เพราะตัวกลางที่แบ่งประเภทโดยที่ยอมให้แสงผ่านได้มี 3 ประเภทคือ 1. ตัวกลางโปร่งใส เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้เกือบทั้งหมด เช่น อากาศ กระจกใส และน้ำบริสุทธิ์ เป็นต้น 2. ตัวกลางโปร่งแสง เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้บางส่วน เช่น กระจกฝ้า พลาสติกขุ่น และน้ำขุ่น เป็นต้น 3. ตัวกลางทึบแสง เป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้ เช่น ฝาผนัง หนังสือ ไม้กระดาน และกระจกเงา เป็นต้น	19	54.28	28	80.00	- กระจกเงา เพราะเป็นตัวกลางทึบแสง เป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้ - กระจกเงา เพราะเป็นตัวกลางโปร่งแสง	12 4	34.28 11.42	4 3	11.42 8.57

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
6.	การหักเหของแสง เพราะเมื่อวางเหรียญไว้ที่ก้นแก้ว ยืนอยู่ข้างๆ จะมองไม่เห็นเหรียญ เพราะว่าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า ไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า แสงจะเบนออกจากเส้นปกติโดย แต่ถ้ารินน้ำลงในแก้วจะสามารถมองเห็นเหรียญได้ เพราะว่าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า แสงจะเบนเข้าหาเส้นปกติ	19	54.28	31	88.57	- การหักเหของแสง เพราะ เกิดจากการเดินทางของแสงจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน	13	37.14	3	8.57
						- การหักเหของแสง เพราะแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาน้อยกว่า	3	8.57	1	2.85

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
7.	สังกะสี เพราะเมื่อแสงตกกระทบกับผิวหน้าของวัตถุใดๆ ปริมาณของแสงจะสะท้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของผิวหน้าของตัวกลางที่แสงตกกระทบ เมื่อลำแสงตกกระทบพื้นผิวหน้าวัตถุที่เรียบ แสงจะสะท้อนเป็นลำแสงที่ขนานเช่นเดียวกับลำแสงตกกระทบ การสะท้อนบนผิวหน้าเรียบเรียกว่า การสะท้อนแบบสม่ำเสมอ เช่น กระจกเงาและโลหะขัดมัน มีผิวหน้าที่เรียบ ซึ่งเกิดจากการสะท้อนกันอย่างสม่ำเสมอและได้ภาพที่คมชัด	25	71.42	29	82.85	- สังกะสี เพราะลำแสงตกกระทบพื้นผิวหน้าวัตถุที่เรียบทำให้เกิดการกระจายของแสงอย่างสม่ำเสมอ - สังกะสี เพราะแผ่นสังกะสีไม่สามารถให้แสงผ่านลงมาได้	8 2	22.85 5.71	6 -	17.14 -

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
8.	มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะจากกฎการสะท้อนกล่าวว่า เมื่อแสงตกกระทบในระนาบเดียวกัน มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ	20	57.14	30	85.71	- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะ วัตถุเรียบแสงจะตกลงมากระทบแล้วทำให้สะท้อนเท่ากัน - มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะสังเกตจากมุมเท่ากัน	11 4	31.42 11.42	3 2	8.57 5.71

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
9.	45 องศา เพราะ เป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง (The Laws of Reflection) มี 2 ข้อ คือเมื่อรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อนและเส้นปกติจะอยู่ในระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนด้วยนั่นก็คือ มุม D= E มุม D มีค่า 45 องศา มุม E ก็มีค่า 45 องศา	19	54.28	31	88.57	45 องศา เพราะ เป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง (The Laws of Reflection)	16	45.71	4	11.42

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
10.	การหักเหของแสง เพราะการที่เรามองเห็นดินสอในน้ำมีลักษณะหักงอไปจากเดิม เนื่องจากแสงมีการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นของแสงต่างกันจึงเกิดการหักเหทำให้เรามองเห็นดินสอในลักษณะหักงอ	18	51.42	25	71.42	- การหักเหของแสง เพราะแสงมีการเคลื่อนตัวผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน - การหักเหของแสง เพราะแสงผ่านตัวกลางต่างกัน	10 7	28.57 20.00	5 5	14.28 14.28

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
11.	ตัวกลาง X คือ เพชร และ ตัวกลาง Y คือ อากาศ เพราะว่า การหักเหของแสง (Refraction) เกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน แสงเดินทางจากตัวกลาง X คือ เพชร ที่มีความหนาแน่นมากกว่า ไปยังตัวตัวกลาง Y คือ อากาศ ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า แสงจะเบนออกจากเส้นปกติ	7	20.00	21	60.00	ตัวกลาง X คือ เพชร และ ตัวกลาง Y คือ อากาศ เพราะว่า การหักเหของแสง (Refraction) เกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน	28	80.00	14	40.00

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
12.	สูงกว่าที่เดิม เพราะการหักเหแสงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดต่างกัน แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังตัวกลางหนึ่ง แสงจะมีการหักเห และการหักเหจะเกิดขึ้นเฉพาะผิวรอยต่อของตัวกลาง โดยแสงจะตกกระทบจากตัวนกลงบนรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศ แล้วเกิดรังสีเข้าสู่ตาเรา รังสีของแสงผ่านจากอากาศซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าเข้าสู่น้ำซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า	3	8.57	24	68.57	- สูงกว่าที่เดิม เพราะ จากการหักเหของแสงโดยแสงของรังสีตกกระทบจากตัวนกลงบนรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศกับผิวน้ำแล้วเกิดรังสีเข้าสู่ตาเรา และรังสีของแสงผ่านจากอากาศซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าเข้าสู่น้ำซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า	25	71.43	7	20.00
						- สูงกว่าที่เดิม แสงผ่านจากอากาศซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าเข้าสู่น้ำซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า	7	20.00	4	11.42

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
13.	"การสะท้อนกลับหมด" จะสามารถเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากแก้วไปน้ำ เพราะการสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากบริเวณที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันโดยจากความหนาแน่นมากไปหาความหนาแน่นน้อย โดยแก้วที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ	7	20.00	29	82.85	- "การสะท้อนกลับหมด" จะสามารถเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากแก้วไปน้ำ เพราะการสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากบริเวณที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน - "การสะท้อนกลับหมด" จะสามารถเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากแก้วไปน้ำ เพราะเป็นวัตถุต่างชนิดกันมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ความหนา ผิว เป็นต้น	20 8	57.14 22.86	4 2	11.42 5.71

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
14.	การใช้สายเคเบิลใยแก้วนำแสงดูดแผลในกะเพราะอาหาร เพราะแสงผ่านเข้าเส้นใยแก้วนำแสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมด	15	42.85	33	94.28	- การใช้สายเคเบิลใยแก้วนำแสงดูดแผลในกะเพราะอาหาร	20	57.14	2	5.71

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
15.	เกิดจากอนุภาคที่เล็กมากในอากาศตกกระทบกับแสงแดดทำให้เกิดการกระเจิงของแสงเพราะ ตอนเช้า หรือ ตอนเย็นแสงเดินทางผ่านมวลอากาศเป็นระยะทางยาว อุปสรรคที่ขวางกั้นมีมาก แสงสีม่วง คราม และน้ำเงิน ไม่สามารถเดินทางผ่านอุปสรรคไปได้ จึงกระเจิงอยู่รอบนอก ส่วนแสงสีเหลือง ส้ม และแดง	4	11.42	16	45.71	- เกิดจากอนุภาคที่เล็กมากในอากาศตกกระทบกับแสงแดดทำให้เกิดการกระเจิงของแสงเพราะ ตอนเช้า หรือ ตอนเย็นแสงสีม่วง คราม และน้ำเงินมีความยาวคลื่นยาวกว่าโมเลกุลของอากาศ ตอนกลางวัน มีความยาวคลื่นสั้นกว่าโมเลกุลของอากาศ	22	62.85	12	34.28

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
	กระเจิงในแนวราบตามแนวลำแสง ทำให้เรามองเห็นดวงอาทิตย์และท้องฟ้าในบริเวณใกล้เคียงเป็นสีแดง ตอนกลางวัน แสงเดินทางผ่านบรรยากาศเป็นระยะทางสั้น อุปสรรคที่กีดขวางมีน้อย แสงสีม่วง คราม และน้ำเงินมีความยาวคลื่นสั้นกว่าโมเลกุลของอากาศจึงกระเจิงไปบนท้องฟ้าในหลายทิศทาง ทำให้เรามองเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้า					- เกิดจากอนุภาคที่เล็กมากในอากาศตกกระทบกับแสงแดดทำให้เกิดการกระเจิงของแสง	9	25.71	7	20.00

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
16.	การสะท้อนกลับหมดของแสง เพราะแสงจากท้องฟ้าเดินทางผ่านความหนาแน่นของอากาศที่แตกต่างกัน แสงจึงเกิดการหักเหได้ และเมื่อมุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมวิกฤติจึงเกิดการสะท้อนกลับหมด	15	42.86	25	71.43	การสะท้อนกลับหมดของแสง เพราะแสงจากท้องฟ้าเดินทางผ่านความหนาแน่นของอากาศที่แตกต่างกัน	20	57.14	10	25.57

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
17.	ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ เกิดจากการสะท้อนของแสงที่กระจก ระยะที่ลากจากวัตถุไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะวัตถุ และระยะที่ลากจากภาพไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะภาพ และตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นมีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย	13	37.14	24	68.57	ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ มีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย	22	62.85	11	31.42

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
18.	ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ เกิดจากการสะท้อนของแสงที่กระจก ระยะที่ลากจากวัตถุไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะวัตถุ และระยะที่ลากจากภาพไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะภาพ และตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นมีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย	19	54.28	31	88.57	ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ มีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย	16	45.71	4	11.42

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
19.	เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเว้าระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้ง (C) และจุดโฟกัส (F) ของกระจกเว้า ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นจากกระจกเว้าจะเลยจุด C ไปทางซ้ายมือ เพราะ เมื่อลากจากจุดปลายของวัตถุลากเส้นตรงขนานกับแกนมุขสำคัญไปตกกระทบผิวกระจกแล้วสะท้อนผ่านจุดโฟกัสของกระจกเว้า	10	28.57	20	57.14	เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเว้าระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้ง (C) และจุดโฟกัส (F) ของกระจกเว้า ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นจากกระจกเว้าจะเลยจุด C ไปทางซ้ายมือ เพราะภาพที่เกิดขึ้นคือ ภาพจริงหัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่หน้าเลนส์หรือหลังจุดศูนย์กลางความโค้ง	25	71.42	15	42.86

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
	แล้วลากจากปลายของวัตถุจุดเดียวกับลากเส้นตรงผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก (C) แล้วสะท้อนกลับทางเดิม ภาพที่เกิดขึ้นคือ ภาพจริง หัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่หน้าเลนส์หรือหลังจุดศูนย์กลางความโค้ง									

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
20.	กระจกเงานูน เพราะกระจกนูนจะให้ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ ทำให้ภาพที่เห็นในกระจกมีระยะใกล้ ชัดเจน	11	31.52	33	94.28	กระจกเงานูน เพราะทำให้เกิดภาพเสมือนภาพที่เห็นในกระจกมีระยะใกล้	24	68.57	2	5.71
21.	ตำแหน่งที่ 3 เพราะภาพที่เห็นเป็นเลนส์นูน ซึ่งทำหน้าที่รวมแสง เกิดจากรังสีหักเหให้เข้ามารวมกันที่จุดจุดหนึ่งเรียกว่า “จุดรวมแสง”หรือ “จุดโฟกัส”	23	65.71	35	100.00	ตำแหน่งที่ 3 เพราะภาพที่เห็นเป็นเลนส์นูน ซึ่งทำหน้าที่รวมแสง	12	34.28	-	-

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
22.	ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ เพราะเลนส์นูนสามารถให้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน โดยภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นภาพหัวกลับ มีหลายขนาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะวัตถุ และตำแหน่งภาพจริงจะเกิดหลังเลนส์ ภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์นูนเป็น	16	45.71	25	71.42	- ภาพหัวตั้งมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุและตำแหน่งภาพเสมือนจะเกิดหน้าเลนส์ - ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ เพราะภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์นูน เป็นภาพหัวตั้ง มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ	19	54.28	10	28.57

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
23.	ภาพที่เกิดจากการหักเหผ่านเลนส์เว้า จะเกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ เพราะเลนส์เว้าให้ภาพเสมือนอย่างเดียว ไม่ว่าระยะวัตถุจะมากหรือน้อยกว่าความยาวโฟกัส และขนาดภาพมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเท่านั้น	20	57.14	27	77.14	ภาพที่เกิดจากการหักเหผ่านเลนส์เว้า จะเกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ เพราะเลนส์เว้าให้ภาพเสมือนอย่างเดียว	15	42.86	8	22.86

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
24.	เมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนที่จุดศูนย์กลางความโค้ง (C) หรือจุด 2F ของเลนส์นูน ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นจากเลนส์นูนจะเกิดตำแหน่งเดียวกันกับจุด 2F เพราะเมื่อลากจากจุดปลายของวัตถุ 2 เส้น เส้นแรกคือรังสีที่ขนานแกนมุขสำคัญ แล้วหักเหผ่านจุดโฟกัสของเลนส์	7	20.00	21	60.00	- เมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนที่จุดศูนย์กลางความโค้ง (C) หรือจุด 2F ของเลนส์นูน ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นจากเลนส์นูน จะเกิดตำแหน่งเดียวกันกับจุด 2F เพราะภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหัวกลับขนาดเท่ากับวัตถุ อยู่หลังเลนส์ - เมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนที่จุดศูนย์กลางความโค้ง (C) หรือจุด 2F ของเลนส์นูน	20 8	57.14 22.86	9 5	25.71 14.29

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
	และเส้นที่ 2 คือ เส้นที่จากวัตถุผ่านจุดกึ่งกลางของเลนส์โดยไม่หักเห จุดที่ทั้ง 2 ตัดกัน คือ ตำแหน่งภาพ โดยภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหัวกลับ ขนาดเท่ากับวัตถุ อยู่หลังเลนส์					ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นจากเลนส์นูน จะเกิดตำแหน่งเดียวกันกับจุด 2F				

ตารางที่ 4.5 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
25.	คนสายตาสั้นจะต้องสวมแว่นที่ทำจากเลนส์นูน เพราะเลนส์นูน (Convex Lens) เป็นเลนส์ที่มีลักษณะตรงกลางหนากว่าส่วนขอบ โดยทำหน้าที่รวมแสง เลนส์นูนจะให้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ ถ้าระยะวัตถุมากกว่า ความยาวโฟกัส จะเกิดภาพจริง แต่ถ้าระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัส จะเกิดภาพเสมือน	20	57.14	30	85.71	คนสายตาสั้นจะต้องสวมแว่นที่ทำจากเลนส์นูน เพราะเลนส์นูน (Convex Lens) ทำหน้าที่รวมแสง	15	42.86	5	14.29

(2) จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ธรรมชาติของแสง	1	7	20.00	28	80.00	12	34.28	23	65.71
	2	20	57.14	15	42.84	30	85.71	5	14.28
	3	20	57.14	15	41.85	32	91.42	3	8.57

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ธรรมชาติของแสง	4	5	14.28	30	85.71	30	85.71	5	14.28
	5	19	54.28	16	45.71	28	80.00	7	20.00
	6	19	54.28	16	45.71	31	88.57	4	11.32
ความเข้าใจมโนมติเฉลี่ย		15.00	48.25	20.00	56.97	25.17	77.62	7.83	22.36

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
2. การสะท้อนของแสง	7	25	71.42	10	28.57	29	82.85	6	17.14
	8	20	57.14	15	42.85	30	85.71	5	14.28
	9	19	54.28	16	45.71	31	88.57	4	11.42
ความเข้าใจมโนมติเฉลี่ย		21.33	60.94	13.67	39.04	30.00	85.71	5.00	14.28

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3. การหักเหของแสง	10	18	51.42	25	71.42	17	48.57	10	28.57
	11	7	20.00	21	60.00	28	80.00	14	40.00
	12	3	8.57	24	68.57	32	91.43	11	31.43
ความเข้าใจมโนมติเฉลี่ย		9.33	26.66	24.00	66.66	25.67	73.33	12.00	33.33

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
4. การสะท้อนกลับหมด	13	7	20.00	29	82.85	28	80.00	6	17.14
	14	15	42.85	33	94.28	20	57.14	2	5.71
	15	4	11.42	16	45.71	31	88.57	19	54.26

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
4. การสะท้อนกลับหมด	16	15	42.86	25	71.43	20	57.14	10	28.57
ความเข้าใจมโนมติเฉลี่ย		10.25	29.28	27.00	77.14	24.75	70.71	8.00	22.85

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
5. การเกิดภาพจากกระจก	17	13	37.14	24	68.57	22	62.85	11	31.42
	18	19	54.28	31	88.57	16	45.71	4	11.42
	19	10	28.57	20	57.14	25	71.42	15	42.86

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
5. การเกิดภาพจากกระจก	20	11	31.52	33	94.28	24	68.57	2	5.71
ความเข้าใจมโนมติเฉลี่ย		13.25	37.88	27.00	77.14	21.75	62.14	8.00	22.85

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
6. การเกิดภาพจากเลนส์	21	23	65.71	35	100.00	12	34.28	-	-
	22	16	45.71	25	71.42	19	54.28	10	28.57
	23	20	57.14	27	77.14	15	42.86	8	22.86

ตารางที่ 4.6 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
6. การเกิดภาพจากเลนส์	24	7	20.00	21	60.00	28	80.00	14	40.00
	25	20	57.14	30	85.71	15	42.86	5	14.29
ความเข้าใจมโนมติเฉลี่ย		17.20	49.14	27.60	78.85	17.80	50.86	9.25	26.43

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

สามารถสรุปผลแยกเป็น 3 ประเด็นดังนี้

5.1.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติทดสอบสมมติฐาน Dependent samples t-test

การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/12 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.57 คะแนน และ 50.77 คะแนน ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.62 และ 5.23 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น

จากการประเมินคะแนนการทำแบบทดสอบวัดมโนมติระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน มีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง อยู่ในระดับปานกลาง (0.30-0.69) จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 และนักเรียนที่มีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง (070 – 1.00) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 และไม่มีนักเรียนที่มีการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงอยู่ในระดับต่ำ (0.0 - 0.29) เมื่อหาค่าเฉลี่ยของ Normalized gain ของนักเรียนทั้ง 35 คน พบว่านักเรียนที่มีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.62 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง

5.1.3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติ

เมื่อนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเมื่อได้รับการสอน เรื่อง แสงและการมองเห็นแล้ว มีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลง ทุกมโนมติทั้ง 6 มโนมติ โดยมโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสงมีความคลาดเคลื่อนลดลงน้อยที่สุด และมโนมติ

เรื่อง การหักเหของแสงมีความเคลื่อนลดลงมากที่สุด มีรายละเอียดดังนี้ (1) มโนมติ เรื่อง ธรรมชาติของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 56.97 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 22.36 (2) มโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 39.04 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 14.28 (3) มโนมติ เรื่อง การหักเหของแสงพบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.00 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 20.00 (4) มโนมติ เรื่อง การสะท้อนกลับหมดพบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 77.14 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 22.85 (5) มโนมติ เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกพบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 77.14 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็น ร้อยละ 22.85 (6) มโนมติ เรื่อง การเกิดภาพจากเลนส์พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 78.85 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 26.43

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

การพัฒนามโนมติ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ได้มีวิธีการสอนเหมือนกับการวิจัยของนักวิจัยหลายๆ ท่านเช่น Esra Kele (2010) ได้ศึกษาการแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สีในแสง โดยใช้เทคนิค POE ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการสังเกต (Observation) ของเทคนิค POE ผลการศึกษาพบว่าการใช้เทคนิค POE เรื่อง สีในแสง สามารถแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนได้ ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับ ณราภรณ์ บุญกิจ (2553) งานวิจัยนี้ศึกษาตัวแทนความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องแสงก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธี POE กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5/1 โรงเรียนแคมป์สนวิทยาคมจำนวน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ POE ใบกิจกรรม POE แบบสอบถามซึ่งเป็นแบบสอบถามประกอบด้วยคำถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการโดยตัวแทนความคิดของนักเรียนจะถูกแบ่งเป็นกลุ่มๆตามเหตุผลของนักเรียนที่ใช้อธิบายเรื่องแสงผลการวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เกี่ยวกับเรื่องแสงในหัวข้อทางเดินของแสงนักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นอนุภาคมีสมบัติเหมือนของเหลวแต่นักเรียนบางส่วนมีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นคลื่นและเดินทางเป็นเส้นตรงและแสงเป็นอนุภาคเคลื่อนที่แบบหมุน

หลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรงแสดงสมบัติเป็นทั้งคลื่นและอนุภาครวมถึงวิจัยของขวัญชนก กัญทาทอง (2553) พบว่า นักเรียนได้มีการพัฒนามโนมติที่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้น โดยส่งผลให้ตัวแทนความคิดหลังเรียนของนักเรียนมีความแตกต่างกันน้อยลงและนักเรียนส่วนใหญ่ คือประมาณร้อยละ 90 มีตัวแทนความคิดที่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์ และจะเห็นได้ว่ามโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสงมีความคลาดเคลื่อนลดลงน้อยที่สุด และมโนมติ เรื่อง การหักเหของแสงมีความเคลื่อนลดลงมากที่สุด มโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสงมีความเคลื่อนลดลงน้อยที่สุด แต่หลังจากที่ได้รับการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายแล้ว ก็ทำให้มีความเข้าใจในมโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสงเพิ่มมากขึ้นมากกว่าเดิม รวมถึงวิจัยของ เสาวลักษณ์ เหลืองดี (2552) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจมโนมติในการเรียนวิทยาศาสตร์ และศึกษาความพึงพอใจ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แสงและการเกิดภาพ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 24 คน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการเกิดภาพถูกต้องมากขึ้น จากภาพรวมของมโนมติ 5 เรื่อง คือ สมบัติของแสง การเกิดภาพ แสงกับนัยน์ตามนุษย์ ใยแก้วนำแสงและเลเซอร์ นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้อง (CU+PU) ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 46.42 และยังพบว่ามีนักเรียนบางส่วนที่ยังคงมีมโนมติคลาดเคลื่อน (PS+AC) ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 53.58 แต่หลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีมโนมติที่ถูกต้อง (CU+PU) เพิ่มขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 82.81 และมีมโนมติคลาดเคลื่อน (PS+AC) บางส่วนลดลงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.19 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากวิจัยจะเห็นได้ว่าได้สอดคล้องกับงานวิจัยหลายๆ ท่าน แสดงว่า กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย เรื่องแสงและการมองเห็น ทำให้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมโนมติของนักเรียนของแต่ละคนให้ดีขึ้นด้วย จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการทำนาย การสังเกต การอธิบาย จะเห็นได้ว่ามโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสงมีความคลาดเคลื่อนลดลงน้อยที่สุด และมโนมติ เรื่อง การหักเหของแสงมีความเคลื่อนลดลงมากที่สุด มโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสงมีความเคลื่อนลดลงน้อยที่สุด อาจจะเกิดจากก่อนเรียนนักเรียนมีพื้นฐานของความรู้เดิมดีอยู่แล้ว สามารถตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้อง หลังจากที่ได้รับการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย แล้วก็ทำให้มีความเข้าใจในมโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสงเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อย และมโนมติ เรื่อง การหักเหของแสงมีความเคลื่อนลดลงมากที่สุด อาจจะเกิดจากนักเรียนมีความรู้เดิมน้อยหรือมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน จึงตอบคำถามผิดและอธิบายเหตุผลประกอบไม่สมบูรณ์ แต่หลังจากที่ได้รับการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบายแล้ว ก็ทำให้มีความเข้าใจในมโนมติ เรื่อง

การสะท้อนของแสงเพิ่มมากขึ้นมากกว่าเดิม และเมื่อพิจารณามโนมติอีกทั้ง4 มโนมติ คือ การเกิดภาพจากเลนส์ การสะท้อนกลับหมด การเกิดภาพจากกระจก ธรรมชาติของแสง และจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการทำนาย การสังเกต การอธิบาย พบว่ามีความเข้าใจในมโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสงเพิ่มมากขึ้นมากกว่าเดิมทั้งนี้อาจจะเนื่องจากนักเรียนมีความตั้งใจในการทำการทดลอง ทำกิจกรรมด้วยตนเองถึงแม้ว่ากิจกรรมที่ทำจะทำเป็นกลุ่มก็ตาม และเรื่องที่ทำการทดลองก็เป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสนใจมากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์ที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและให้นักเรียนทำนายสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดอะไรขึ้น หลังจากนักเรียนทำนายแล้ว ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยให้นักเรียนสังเกตและลงมือทดลอง หรือหาวิธีพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ดังกล่าวที่ครูสร้างขึ้น และหลังจากนั้นนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตและลงมือทดลองได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง ทำกิจกรรมด้วยตนเองถึงแม้ว่ากิจกรรมที่ทำจะทำการทดลองเป็นกลุ่ม เรื่องที่ทำการทดลองก็เป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น และขั้นสุดท้าย ขั้นอธิบาย นักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงได้ (White and Gunstone, 1992 อ้างอิงจาก น้ำค้าง จันเสริม, 2551)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่หลากหลาย เช่น การเก็บรวมรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ หลังจากการใช้แบบวัดมโนมติ เพราะข้อมูลจากแบบวัดมโนมติอย่างเดียวอาจจะได้ข้อมูลไม่เพียงพอกับที่ต้องการ

5.3.2 ในการสอนแบบใช้เทคนิคการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย จะต้องให้นักเรียนทุกคนลงมือทำในขั้นสังเกตเอง เพื่อที่จะได้เข้าใจและสามารถปรับเปลี่ยนมโนมติได้อย่างถูกต้อง

5.3.3 ควรมีการพัฒนาเพื่อเปลี่ยนมโนมติ กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ เนื้อหาวิชาอื่นๆ เพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

เกียรติมณี บำรุงไร่. "การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain(POE)", ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 11. น. 1229-1240. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

ขวัญชนก กัญทาทอง. ตัวแทนความคิด เรื่องสมบัติเชิงกลของของเหลว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อน ระหว่าง และหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้วิธี Predict - Observe - Explain (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

คำไพย พานุสี. มโนมติทางเลือก เรื่อง แสงและ การเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดย ใช้วิธีการทำนาย การสังเกต การอธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

ณราภรณ์ บุญกิจ. ตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสง จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : หาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

ทวีป บรรจงเปลี่ยน. การศึกษาการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกสีเขียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติตามทฤษฎี ของ Posner และ คณะกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2540.

นภาพร แถวโนนงิ้ว. การวิเคราะห์มโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสีเขียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.

น้ำค้าง จันเสริม. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องงานและพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอน สตรัคติวิสต์โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. เอกสารประกอบการสอนวิชา 232729 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553. (อัดสำเนา)

พิชา ชัยจันดี. ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนมติ และความสัมพันธ์ระหว่าง ความเชื่อเกี่ยวกับแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงมโนมติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2540.

มณีกานต์ หินสอ. ความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการไหลเวียนโลหิตในร่างกายมนุษย์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงเมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติ. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

เรืองศักดิ์ ไตรฟื้น. การตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2538.

วัชระ พลึกษาลา. ความเข้าใจมโนมติของนักเรียนที่ใช้หนังสืออ่านประกอบเพื่อเปลี่ยนมโนมติเรื่อง แสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.

วรรณจรีย์ มังสิงห์. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ เรื่อง ปรัชญาการสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2541.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. Constructivism. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง. ผลการสอนเสริมเพื่อเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2551.

เสงี่ยม ช่างเกวียน. การติดตามผลการสอนซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แสงโดยใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนมติของโพสเนอร์ และคณะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2541.

เสาวลักษณ์ เหลืองดี. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความเข้าใจมโนมติ และความพึงพอใจ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.

สุวดี แสนคำภูมี. ผลการสอนเพื่อแก้มโนมติที่คลาดเคลื่อนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศ โดยใช้เอกสารอ่านประกอบซึ่งสร้างตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนมติของโพสเนอร์ และคณะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.

สมควร ขนชัยภูมิ. การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีเปลี่ยนมโนมติของโพสเนอร์และคณะเทียบกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.

Esra Kele. "A study towards correcting student misconceptions related to the color issue in light unit with POE technique", Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2(1): 3134 - 3139, 2010.

Haidar, A.H. "Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts", Journal of Research in Science Teaching. 34(2); 181 - 197, 1997.

Hava pek. "Using POE strategy to investigate student teachers' understanding about the effect of substance type on solubility", Procedia Social and Behavioral Sciences. 2(1): 648 –653, 2010.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

White, R., & Gunstone, R. Probing understanding. London and New York: The Falmer Press, 1992.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น ในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย

1. ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ	อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. นายศิริชัย เชื้อพล	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22
3. นายยุทธนา แสนสุริยวงศ์	ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดมโนมติ ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มีข้อสอบทั้งหมด จำนวน 25 ข้อ
2. ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวและให้เหตุผลประกอบด้วย
3. เวลาในการทำ 50 นาที

---

1. ข้อความใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับแสง
   - ก. แสงมีสมบัติเป็นคลื่น
   - ข. แสงมีความเร็วเท่ากันในทุกตัวกลางอนุภาค
   - ค. แสงมีแหล่งกำเนิดมาจากดวงอาทิตย์เท่านั้น
   - ง. แสงเคลื่อนที่ได้หลายลักษณะทั้งแนวตรงและแนวเส้นโค้ง

เฉลย ข้อ ก. แสงมีสมบัติเป็นคลื่น เพราะแสงเป็นอนุภาคที่ถูกส่งออกมาจากต้นกำเนิดแสงโดยเดินทางเป็นเส้นตรง แสงสามารถผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสและสะท้อนจากผิวของวัตถุทึบแสงได้ เมื่ออนุภาคเหล่านี้ผ่านเข้าสู่ตาจะทำให้เกิดความรู้สึกในการมองเห็นโดยมีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับแสง
   - ก. แสงขาวจะเห็นเป็นสีขาวเมื่อส่องลงบนฉากสีขาว
   - ข. แสงขาวผ่านในปริซึมจะถูกแยกออกเป็นสีต่างๆ 7 สี
   - ค. แสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงสีแดงจะหักเหมากที่สุด
   - ง. แสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด

เฉลยข้อ ง. แสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด เพราะเมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงแต่ละสีจะทำมุมหักเหที่ต่างกัน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้แสงขาวแยกออกเป็น 7 แสงสี ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง จะจัดเรียงตัวกันอย่างต่อเนื่องเป็นแถบ แสงสีม่วงจะหักเหมากที่สุด และแสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด

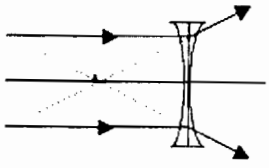
3. เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านปริซึมจะแยกออกเป็นแสงสีต่าง ๆ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นเพราะเหตุใด

ก. การสะท้อนของแสง ข. การแทรกสอดของแสง

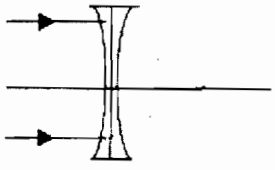
ค. การกระจายของแสง ง. การเบี่ยงเบนของแสง

เฉลยข้อ ค. การกระจายของแสง เพราะ เมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงจะละสีจะหักเหทำมุมที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้แสงขาวแยกออกเป็นสีต่างๆกันทังหมด 7 แสงสี แสงสีทั้ง 7 ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสดและแดง จะจัดเรียงตัวกันอย่างต่อเนื่องเป็นแถบ แสงสีม่วงจะหักเหมากที่สุด ขณะที่แสงสีแดงจะหักเหน้อยที่สุด

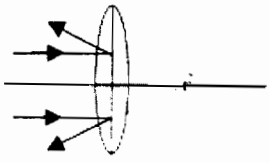
4. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับทางเดินของแสงเมื่อแสงเคลื่อนผ่านเลนส์ชนิดต่างๆ



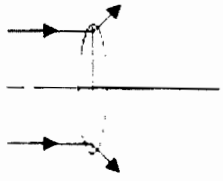
ก.



ข.



ค.



ง.

เฉลยข้อ ก. เพราะเลนส์เว้า (Concave Lens) เป็นเลนส์ที่มีลักษณะตรงกลางบางกว่าตรงขอบ ทำหน้าที่กระจายแสง หรือ ถ่างแสงออก

5. ตัวกลางชนิดใดที่แสงเดินทางผ่านไม่ได้

ก. กระจกเงา

ข. กระจกฝ้า

ค. สุญญากาศ

ง. น้ำประปา

เฉลยข้อ ก. กระจกเงา เพราะตัวกลางที่แบ่งประเภทโดยที่ยอมให้แสงผ่านได้มี 3 ประเภท คือ 1. ตัวกลางโปร่งใส เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้เกือบทั้งหมด เช่น อากาศ กระจกใส น้ำบริสุทธิ์ 2. ตัวกลางโปร่งแสง เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้บางส่วน เช่น กระจกฝ้า พลาสติกขุ่น น้ำขุ่น 3. ตัวกลางทึบแสง เป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้ เช่น ฝาผนัง หนังสือ ไม้ กระดาน กระจกเงา

6. วัตถุตามข้อใด สะท้อนแสงได้ดีที่สุด

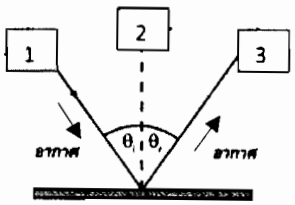
ก. ผ้าเช็ดตัว

ข. กระจกเงา

ค. กระจกฝ้า

ง. ไม้อัด

เฉลยข้อ ข. กระจกเงา เพราะเมื่อแสงตกกระทบกับผิวหน้าของวัตถุใดๆ ปริมาณของแสงจะสะท้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของผิวหน้าของตัวกลางที่แสงตกกระทบ เมื่อลำแสงตกกระทบพื้นผิวหน้าวัตถุที่เรียบ แสงจะสะท้อนเป็นลำแสงที่ขนานเช่นเดียวกับลำแสงตกกระทบ การสะท้อนบนผิวหน้าเรียบ เรียกว่า การสะท้อนแบบสม่ำเสมอ เช่น กระจกเงาและโลหะขัดมัน มีผิวหน้าที่เรียบ ซึ่งเกิดจากการสะท้อนกันอย่างสม่ำเสมอและได้ภาพที่คมชัด

7. 

จากภาพข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. หมายเลข 1 เป็นรังสีสะท้อน

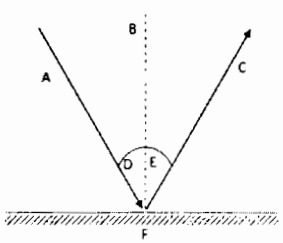
ข. หมายเลข 2 เป็นรังสีตกกระทบ

ค. หมายเลข 3 เป็นรังสีหักเห

ง. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

เฉลยข้อ ง. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะจากกฎการสะท้อนกล่าวว่า เมื่อแสงตกกระทบในระนาบเดียวกัน มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ

8. จากภาพข้างล่าง มุม D มีค่า 45 องศา และมุม E มีค่าเท่าใด



ก. 30 องศา

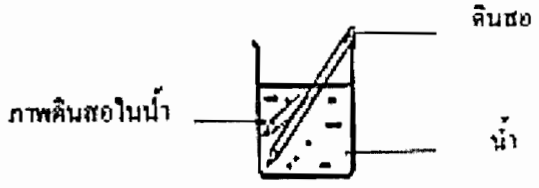
ข. 45 องศา

ค. 60 องศา

ง. 75 องศา

เฉลยข้อ ข. 45 องศา เพราะ เป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง (The Laws of Reflection) มี 2 ข้อ คือเมื่อรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติจะอยู่ในระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนด้วยนั่นก็คือมุม D= E มุม D มีค่า 45 องศา มุม E ก็มีค่า 45 องศา

9. จากภาพ เพราะเหตุใดถึงมองเห็นดินสอในน้ำมีลักษณะหักงอไปจากเดิม



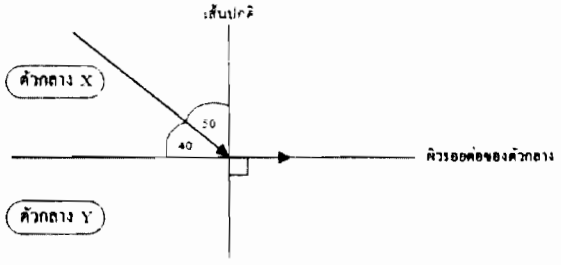
ก. การหักเหของแสง
ข. การสะท้อนของแสง
ค. การเลี้ยวเบนของแสง
ง. การเบี่ยงเบนของแสง

เฉลยข้อ ก. การหักเหของแสง เพราะการที่เรามองเห็นดินสอในน้ำมีลักษณะหักงอไปจากเดิม เนื่องจากแสงมีการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นของแสงต่างกันจึงเกิดการหักเหทำให้เรามองเห็นดินสอในลักษณะหักงอ

10. วางเหรียญไว้ที่ก้นแก้ว เมื่อมองจากด้านข้างแก้ว จะมองไม่เห็นเหรียญที่อยู่ข้างใน แต่ถ้ารินน้ำลงในแก้วจะสามารถมองเห็นเหรียญได้ เป็นเพราะเหตุใด

ก. การหักเหของแสง
ข. การสะท้อนของแสง
ค. การกระจายของแสง
ง. การสะท้อนกลับหมดของแสง

เฉลยข้อ ก. การหักเหของแสง เพราะเมื่อวางเหรียญไว้ที่ก้นแก้ว ยืนอยู่ข้าง ๆ จะมองไม่เห็นเหรียญ เพราะว่าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า ไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า แสงจะเบนออกจากเส้นปกติโดย แต่ถ้ารินน้ำลงในแก้วจะสามารถมองเห็นเหรียญได้ เพราะว่าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า แสงจะเบนเข้าหาเส้นปกติ

11. 

จากภาพ ตัวกลาง X และตัวกลาง Y คือข้อใดตามลำดับ

ก. ตัวกลาง X คือ เพชร และตัวกลาง Y คือ อากาศ

ข. ตัวกลาง X คือ แก้ว และตัวกลาง Y คือ เพชร

ค. ตัวกลาง X คือ น้ำ และตัวกลาง Y คือ แก้ว

ง. ตัวกลาง X คือ น้ำ และตัวกลาง Y คือ เพชร

เฉลยข้อ ก. ตัวกลาง X คือ เพชร และตัวกลาง Y คือ อากาศ เพราะว่าการหักเหของแสง (Refraction) เกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีค่าดรรชนีหักเหต่างกัน แสงเดินทางจากตัวกลาง X คือ เพชร ที่มีดรรชนีหักเหมากกว่า (ยอมให้แสงผ่านได้ยากกว่า) ไปยังตัวตัวกลาง Y คือ อากาศ ที่มีดรรชนีหักเหน้อยกว่า (ยอมให้แสงผ่านได้ง่ายกว่า)

12. ชายคนหนึ่งดำน้ำอยู่ใต้ผิวน้ำแหงนหน้ามองดูนกอยู่บนท้องฟ้า เขาจะมองเห็นนกอยู่ตำแหน่งใด

ก. สูงกว่าตำแหน่งจริง

ข. ต่ำกว่าตำแหน่งจริง

ค. อยู่ตำแหน่งจริง

ง. มองไม่เห็น

เฉลยข้อ ก. สูงกว่าที่เดิม เพราะการหักเหแสงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดต่างกัน แสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งไปยังตัวกลางหนึ่ง แสงจะมีการหักเห และการหักเหจะเกิดขึ้นเฉพาะผิวรอยต่อของตัวกลาง โดยแสงจะตกกระทบจากตัวนกลงบนรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศ แล้วเกิดรังสีเข้าสู่ตาเรา รังสีของแสงผ่านจากอากาศซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าเข้าสู่น้ำซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า

13. ข้อใดเกิดการสะท้อนกลับหมด

ก. การเกิดรุ้งกินน้ำ

ข. การใช้เลเซอร์ตัดเหล็ก

ค. การมองเห็นสีของท้องฟ้า

ง. แสงเดินทางในสายเคเบิลชนิดใยแก้วนำแสง

เฉลยข้อ ง. การใช้สายเคเบิลใยแก้วนำแสงดูดแผลในกะเพาะอาหาร เพราะแสงผ่านเข้าเส้นใยแก้วนำแสงจะเกิดการสะท้อนกลับหมด

14. "การสะท้อนกลับหมด" จะสามารถเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางตามข้อใด

ก. จากน้ำไปแก้ว

ข. จากแก้วไปน้ำ

ค. จากอากาศไปน้ำ

ง. จากอากาศไปแก้ว

เฉลยข้อ ข. จากแก้วไปน้ำ เพราะการสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากบริเวณที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันโดยจากความหนาแน่นมากไปหาความหนาแน่นน้อย โดยแก้วที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ

15. การมองเห็นปรากฏการณ์ลักษณะระยิบระยับมีลักษณะคล้ายน้ำนองตามท้องถนนเกิดจากอะไร

ก. การหักเหของแสง

ข. การสะท้อนของแสง

ค. การตกกระทบของแสง

ง. การสะท้อนกลับหมดของแสง

เฉลยข้อ ง. การสะท้อนกลับหมดของแสง เพราะแสงจากท้องฟ้าเดินทางผ่านความหนาแน่นของอากาศที่แตกต่างกัน แสงจึงเกิดการหักเหได้ และเมื่อมุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมวิกฤติ จึงเกิดการสะท้อนกลับหมด

16. เมื่อเรามองท้องฟ้า พบว่าท้องฟ้าแต่ละเวลาไม่เหมือนกัน โดยตอนเช้าหรือตอนเย็น เป็นสีทอง หรือสีส้มแดง เหลือง ตอนกลางวัน เป็นสีฟ้าคราม จะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไร

ก. เกิดการสะท้อนและการหักเหของแสง
ข. เกิดจากแสงอาทิตย์ตกกระทบผลึกน้ำแข็งในบริเวณท้องฟ้า
ค. เกิดจากอนุภาคที่เล็กมากในอากาศตกกระทบกับแสงแดดทำให้เกิดการกระเจิงของแสง
ง. เกิดจากการสะท้อนกลับหมดของแสงทำให้เหมือนท้องฟ้ามีสีต่างๆ

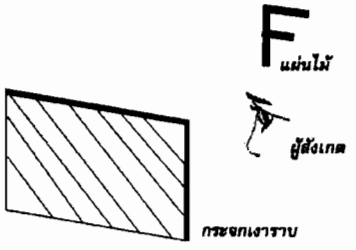
เฉลยข้อ ค. เกิดจากอนุภาคที่เล็กมากในอากาศตกกระทบกับแสงแดดทำให้เกิดการกระเจิงของแสง เพราะ ตอนเช้า หรือ ตอนเย็น แสงเดินทางผ่านมวลอากาศเป็นระยะทางยาว อุปสรรคที่ขวางกั้นมีมาก แสงสีม่วง คราม และน้ำเงิน ไม่สามารถเดินทางผ่านอุปสรรคไปได้ จึงกระเจิงอยู่รอบนอก ส่วนแสงสีเหลือง ส้ม และแดง กระเจิงในแนวราบตามแนวลำแสง ทำให้เรามองเห็นดวงอาทิตย์และท้องฟ้าในบริเวณใกล้เคียงเป็นสีแดง ตอนกลางวัน แสงเดินทางผ่านบรรยากาศเป็นระยะทางสั้น อุปสรรคที่กีดขวางมีน้อย แสงสีม่วง คราม และน้ำเงิน มีความยาวคลื่นสั้นกว่าโมเลกุลของอากาศจึงกระเจิงไปบนท้องฟ้าในหลายทิศทาง ทำให้เรามองเห็นท้องฟ้าเป็นสีฟ้า

17. นักเรียนได้ส่องกระจกตรงบันไดทางขึ้นอาคารเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ภาพที่นักเรียนเห็นตัวเองในกระจกมีลักษณะอย่างไร

ก. ภาพจริงหัวตั้งขนาดโตกว่าวัตถุ
ข. ภาพจริงหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ
ค. ภาพจริงหัวกลับขนาดเล็กว่าวัตถุ
ง. ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ

เฉลยข้อ ง. ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ เกิดจากการสะท้อนของแสงที่กระจก ระยะที่ลากจากวัตถุไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะวัตถุ และระยะที่ลากจากภาพไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะภาพ และตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นมีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย

18. จากภาพ ผู้สังเกตระหว่างแผ่นไม้รูปตัว F และกระจกเงาราบ เมื่อผู้สังเกตมองที่กระจกเงาราบ ภาพของแผ่นไม้ที่ผู้สังเกตเห็นจะมีลักษณะอย่างไร



ก.

ข.

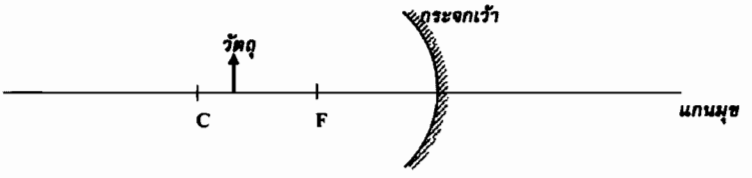
ค.

ง.

นักเรียนตอบข้อ.....เพราะ.....

เฉลยข้อ ข. ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเท่ากับวัตถุ เพราะ เกิดจากการสะท้อนของแสงที่กระจก ระยะที่ฉากจากวัตถุไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะวัตถุ และระยะที่ฉากจากภาพไปตั้งฉากกับผิวกระจกเรียกว่า ระยะภาพ และตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นมีระยะภาพ เท่ากับระยะวัตถุ จึงทำให้มีขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุด้วย

19. เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเว้า ระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้ง (C) และจุดโฟกัส (F) ของกระจกเว้าดังรูปข้างล่าง ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นจากกระจกเว้า จะอยู่ ณ ตำแหน่งใด



ก. เลยจุด C ไปทางซ้ายมือ

ข. ตำแหน่งเดียวกันกับวัตถุ

ค. ระหว่างจุด F กับ กระจกเว้า

ง. ระหว่างจุด C กับจุด F แต่ไม่ใช่ตำแหน่งเดียวกันกับวัตถุ

เฉลยข้อ ก. เลยจุด C ไปทางซ้ายมือ เพราะ เมื่อลากจากจุดปลายของวัตถุ ลากเส้นตรงขนานกับแกนมุขสำคัญไปตกกระทบผิวกระจกแล้วสะท้อนผ่านจุดโฟกัสของกระจกเว้า แล้วลากจากปลายของวัตถุจุดเดียวกับลากเส้นตรงผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก (C) แล้วสะท้อนกลับทางเดิม ภาพที่เกิดขึ้นคือ ภาพจริง หัวกลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่หน้าเลนส์หรือหลังจุดศูนย์กลางความโค้ง

20. คุณแม่ของปกรณ์เปิดร้านเซเวน และต้องการมองเห็นพฤติกรรมของผู้ที่มาซื้อของในร้าน ถ้าต้องติดกล้องวงจรปิดจะเสียค่าใช้จ่ายมาก ปกรณ์จึงแนะนำให้คุณแม่ติดกระจกแทน ปกรณ์ควรแนะนำให้คุณแม่ติดกระจกชนิดใด

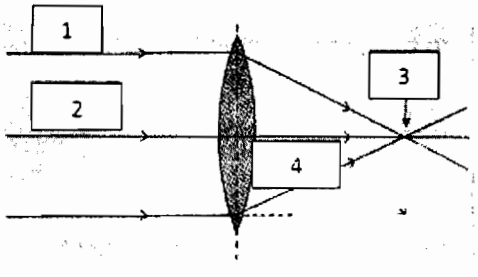
ก. กระจกเงานูน

ข. กระจกเงาเว้า

ค. กระจกเงาราบ

ง. กระจกเงานูนเว้า

เฉลยข้อ ก. กระจกเงานูน เพราะกระจกนูนจะให้ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ ทำให้ภาพที่เห็นในกระจกมีระยะใกล้ ชัดเจน

21. 

จากภาพ ตำแหน่งใดคือจุดโฟกัส

ก. ตำแหน่งที่ 1

ข. ตำแหน่งที่ 2

ค. ตำแหน่งที่ 3

ง. ตำแหน่งที่ 4

เฉลยข้อ ค. ตำแหน่งที่ 3 เพราะภาพที่เห็นเป็นเลนส์นูน ซึ่งทำหน้าที่รวมแสง เกิดจากรังสีหักเหให้เข้ามารวมกันที่จุดจุดหนึ่งเรียกว่า “จุดรวมแสง”หรือ “จุดโฟกัส”

22. ภาพที่เกิดจากการหักเหผ่านเลนส์นูน ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

ก. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ

ข. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ

ค. ภาพจริงหัวตั้ง ขนาดเท่ากับวัตถุเสมอ

ง. ภาพจริงหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ

เฉลยข้อ ข. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ เพราะเลนส์นูนสามารถให้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน โดยภาพจริงที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นภาพหัวกลับ มีหลายขนาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะวัตถุและตำแหน่งภาพจริงจะเกิดหลังเลนส์ ภาพเสมือนที่เกิดจากเลนส์นูนเป็นภาพหัวตั้งมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ และตำแหน่งภาพเสมือนจะเกิดหน้าเลนส์

23. ภาพที่เกิดจากการหักเหผ่านเลนส์เว้า ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

ก. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ

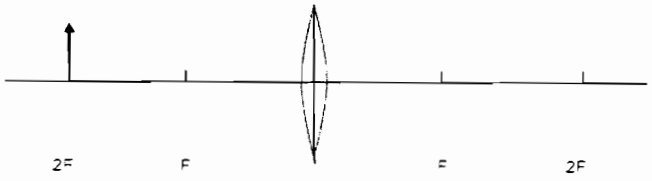
ข. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ

ค. ภาพจริงหัวตั้ง ขนาดเท่ากับวัตถุเสมอ

ง. ภาพจริงหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ

เฉลยข้อ ก. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ เพราะเลนส์เว้าให้ภาพเสมือนอย่างเดียว ไม่ว่าระยะวัตถุจะมากหรือน้อยกว่าความยาวโฟกัส และขนาดภาพมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเท่านั้น

24. เมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนที่ระยะเป็นสองเท่าของจุด Fของเลนส์นูน ดังรูปข้างล่าง ภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นจากเลนส์นูน จะอยู่ ณ ตำแหน่งใด



ก. ระหว่างจุด F กับ เลนส์นูน

ข. ตำแหน่งเดียวกันกับจุด F

ค. ระหว่างจุด F กับจุด 2F

ง. ตำแหน่งเดียวกันกับจุด 2F

เฉลยข้อ ง. ตำแหน่งเดียวกันกับจุด 2F เพราะเมื่อลากจากจุดปลายของวัตถุ 2 เส้น เส้นแรกคือรังสีที่ขนานแกนมุขสำคัญ แล้วหักเหผ่านจุดโฟกัสของเลนส์ และเส้นที่ 2 คือ เส้นที่จากวัตถุผ่านจุดกึ่งกลางของเลนส์โดยไม่หักเห จุดที่ทั้ง 2 ตัดกัน คือตำแหน่งภาพ โดยภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพจริงหัวกลับ ขนาดเท่ากับวัตถุ อยู่หลังเลนส์

25. คนสายตายาวจะต้องสวมแว่นที่ทำด้วยสิ่งใด

ก. เลนส์เว้า

ข. เลนส์นูน

ค. กระจกเว้า

ง. กระจกนูน

เฉลยข้อ ข. เลนส์นูน เพราะเลนส์นูน (Convex Lens) เป็นเลนส์ที่มีลักษณะตรงกลางหนากว่าส่วนขอบ โดยทำหน้าที่รวมแสง เลนส์นูนจะให้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุ ถ้าระยะวัตถุมากกว่า ความยาวโฟกัส จะเกิดภาพจริง แต่ถ้าระยะวัตถุน้อยกว่าความยาวโฟกัส จะเกิดภาพเสมือน

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

หน่วยที่ 4 แสงและการมองเห็น

เรื่อง แสงเดินทางอย่างไร **เวลา 2 คาบ**

ผู้สอน นางสาวภัสสร สอนพิมพ์พ่อ

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระสำคัญ

แสงเดินทางเป็นเส้นตรง ด้วยอัตราเร็ว 3 แสนกิโลเมตรต่อวินาที ซึ่งสามารถเขียนรังสีของแสงแสดงการเดินทางของแสงได้ แสงสามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน

จุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของแสงได้
2. ระบุประเภทของรังสีแสงได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทดลองและสรุปผลการทดลอง เรื่อง แสงเดินทางอย่างไรได้
2. จำแนกประเภทของวัตถุตามปริมาณและลักษณะที่แสงผ่านได้

ด้านเจตคติ/คุณลักษณะ (A)

1. มีความสนใจในการทำกิจกรรมกลุ่มและทำกิจกรรมด้วยความตั้งใจ

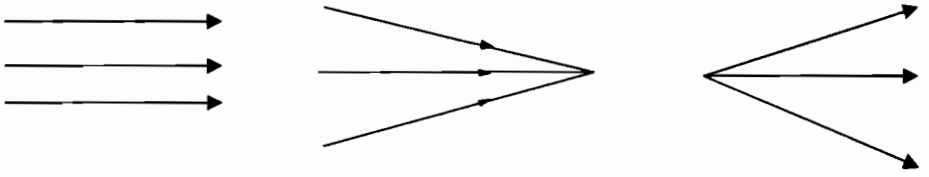
มโนมติวิทยาศาสตร์

แสงเดินทางเป็นเส้นตรง ด้วยอัตราเร็ว 3 แสนกิโลเมตรต่อวินาที โดยแสงสามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน

สาระการเรียนรู้

การเคลื่อนที่ของแสง

แสงจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เราสามารถเขียนเส้นตรงแทนลำแสงและเขียนหัวลูกศรกำกับบนเส้นตรงเพื่อบอกทิศทางของแสง เราเรียกเส้นตรงเหล่านี้ว่า รังสีแสง ซึ่งรังสีแสงแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่



รังสีขนาน รังสีลู่เข้า รังสีลู่ออก

เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านวัตถุไม่ได้จะทำให้เกิดเงา ซึ่งการเกิดเงาของวัตถุอาจเกิดได้จากแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กจนถือว่าเป็นจุด หรือแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดใหญ่ จะพบว่าเมื่อแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดเล็กหรือเป็นจุดเงาที่ปรากฏจะเป็นเงามืดเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าแหล่งกำเนิดแสงมีขนาดใหญ่ เงาที่ปรากฏจะมีทั้งเงามืดและเงามัว

ตัวกลางที่แสงผ่าน แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ตัวกลางโปร่งใส คือ ตัวกลางที่แสงผ่านไปได้ทั้งหมด และผ่านไปอย่างเป็นระเบียบ ตัวกลางประเภทนี้ เช่น แก้ว อากาศ น้ำ เป็นต้น

2. ตัวกลางโปร่งแสง คือ ตัวกลางที่แสงผ่านไปได้บางส่วน และเมื่อผ่านไปแล้วแสงจะกระจายออกทุกทิศทางอย่างไม่มีระเบียบ เช่น กระดาษไข กระจกฝ้า เป็นต้น

3. ตัวกลางทึบแสง คือ ตัวกลางที่แสงไม่สามารถผ่านได้ เช่น ก้อนหิน หนังสือ แท่งไม้ เป็นต้น

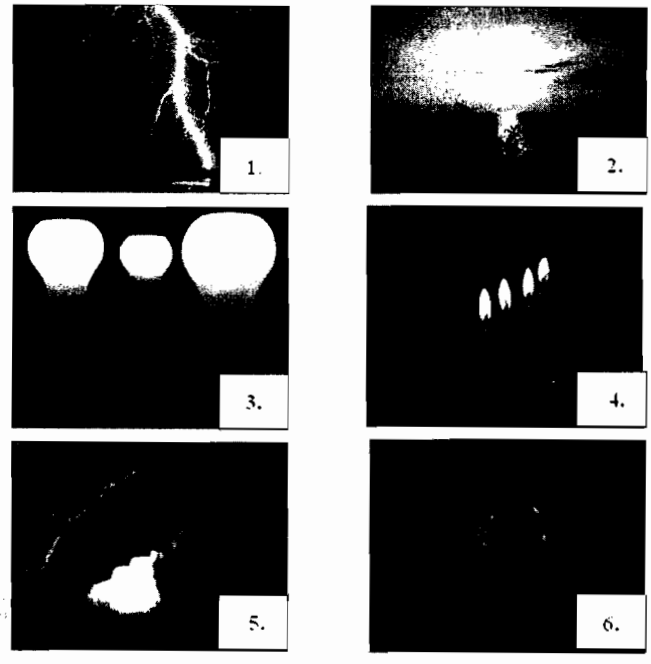
อัตราเร็วแสง

แสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 3 แสนกิโลเมตรต่อวินาที ดังนั้นเมื่อเกิดฟ้าแลบเราจึงมักเห็นฟ้าแลบก่อนได้ยินเสียงฟ้าร้อง เพราะแสงเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงกว่าอัตราเร็วของเสียงมาก

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นทำนาย (15 นาที)

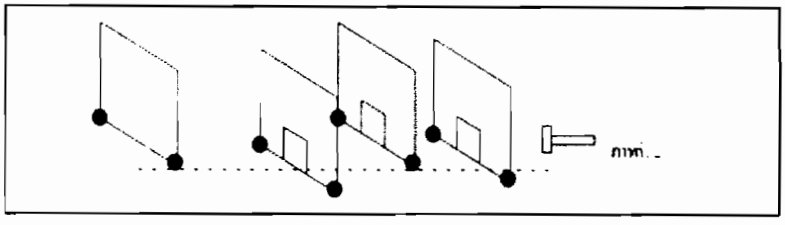
1.1 นำเข้าสู่บทเรียนเรื่อง แสงเดินทางอย่างไร ครูให้นักเรียนดูภาพแล้วตอบคำถาม



1. จากภาพ ข้อใดที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงจากธรรมชาติ
2. จากภาพ ข้อใดที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น
3. จากภาพ ข้อใดเป็นแหล่งกำเนิดแสงจากสิ่งมีชีวิต

- นักเรียนคิดว่าดวงอาทิตย์อยู่ห่างไกลจากโลกมากหรือไม่ และไกลจากโลกเท่าไร (ห่างไกลมาก ประมาณ 1.488×10^8 กิโลเมตร)
- แล้วนักเรียนเคยสงสัยหรือไม่ว่าแสงเดินทางมายังโลกอย่างไร (นักเรียนตอบตามประสบการณ์)
- แสงเดินทางหรือเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าไร (3×10^8 เมตร/วินาที ครูเพิ่มเติมว่าเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วที่สูงมากสูงกว่าอัตราเร็วของเสียง)
- แสงมีลักษณะการเดินทางมายังโลกอย่างไร (นักเรียนตอบครู ยังไม่เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง)
- นอกจากดวงอาทิตย์แล้วแสงมีแหล่งกำเนิดมาจากอะไรบ้าง (เทียนไข ดวงจันทร์ หลอดไฟ ตะเกียง ไฟฉาย เป็นต้น)

1.2 ครูกำหนดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ทำนายว่าจะเกิดอะไร ถ้าครูฉายแสงไฟดังรูป



โดยถามนักเรียนด้วยคำถาม ว่า

จะเกิดอะไรขึ้นบนฉากเมื่อครูฉายไฟผ่านกระดาษดังรูป มีแนวคำตอบให้ดังนี้

(ครูรับฟังคำตอบของนักเรียน เช่น เกิดแสงไฟตกบนฉากอย่างชัดเจน เกิดแสงไฟตกบนฉากเล็กน้อย เกิดเงาของกระดาษบนฉาก ไม่มีแสงไฟตกบนฉากเลย)

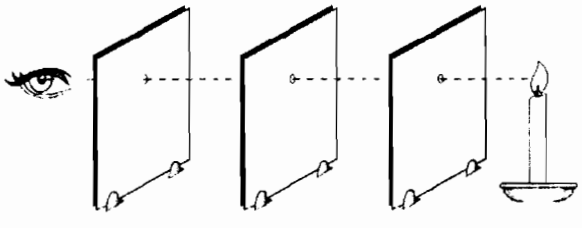
2. ขั้นสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล (50 นาที)

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 9 กลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-5 คนตามกลุ่มเดิม แต่ละกลุ่มออกมารับใบกิจกรรมที่ 1 แสงเดินทางอย่างไร จากนั้นนักเรียนภายในกลุ่มศึกษาวิธีการทำกิจกรรมที่ 1 ร่วมกันโดยเลือกประธาน และเลขานุการ แบ่งหน้าที่กันทำงาน

2.2 ประธานหรือเลขานุการอ่านชุดปฏิบัติการทดลองให้สมาชิกฟัง ร่วมกันระดมสมองศึกษาและทำความเข้าใจชุดปฏิบัติการทดลองครูสุ่มถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการทำกิจกรรม จากนั้นตัวแทนกลุ่มออกมารับอุปกรณ์การทดลองจากครู (กระดาษหนาแข็ง 15 x 15 ซม. จำนวน 4 แผ่น กรรไกร ไม้บรรทัด ไฟฉาย ดินน้ำมัน) และครูได้สาธิตการทดลองให้นักเรียนดูเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน

2.3 นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนในใบกิจกรรม และบันทึกผลการสังเกตลงในสมุด พร้อมทั้งอภิปรายและลงข้อสรุปว่าจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าแสงมีการเดินทางอย่างไร พร้อมทั้งสื่อ

ความหมายข้อมูลด้วยการวาดภาพลำแสงที่สังเกตเห็นประกอบด้วย



มีการตอบคำถามระหว่างทำการทดลองด้วยคำถามดังนี้

1. เมื่อนักเรียนนำสมุดมากั้นทางเดินของแสงด้านหนึ่งแสงสว่างบริเวณนั้นเป็นอย่างไร

แสงไม่สามารถเดินทางผ่านไปได้

2. เมื่อนักเรียนเปลี่ยนตำแหน่งสมุดกั้นแสง แสงสว่างบริเวณนั้นเป็นอย่างไร

แสงไม่สามารถผ่านสมุดที่มากั้นแสงได้

3. แสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดในลักษณะใด

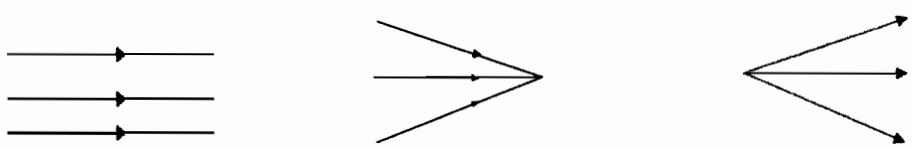
แสงเดินทางเป็นเส้นตรง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (25 นาที)

3.1 สุ่มนักเรียนตัวแทนออกมานำเสนอผลการทดลองว่าได้ผลเช่นไร เป็นไปตามแนวคิดในตอนแรกของตนเองหรือไม่ อย่างไร (เมื่อฉายไฟผ่านกระดาษที่ช่องสี่เหลี่ยมไม่ตรงกัน พบว่าไม่มีแสงไฟตกบนฉาก แต่เมื่อเลื่อนกระดาษให้ช่องสี่เหลี่ยมตรงกัน จะมีแสงไฟปรากฏอย่างชัดเจนบนฉาก เนื่องจากแสงเดินทางเป็นเส้นตรง เมื่อเรียงกระดาษเป็นเส้นตรง ลำแสงจะสามารถผ่านช่องสี่เหลี่ยมได้ แต่ลำแสงจะถูกปิดกั้นเมื่อช่องกระดาษไม่อยู่ในแนวเดียวกัน)

3.2 นักเรียนสามารถเขียนแนวลำแสงเพื่ออธิบายการเดินทางของแสงได้อย่างไร (สุ่มนักเรียน 3 คนออกมาเขียนบนกระดานพร้อมกัน) นักเรียนในชั้นและครูวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันว่าแบบใดที่เขียนได้ถูกต้อง

3.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนแนวลำแสง (การเขียนแนวลำแสงหรือรังสีให้เขียนเป็นเส้นตรงที่มีหัวลูกศรกำกับแกนแนวลำแสง และเรียกสัญลักษณ์นี้ว่า ลำแสง รังสีแสงมีหลายอย่าง เช่น รังสีขนาน รังสีลู่เข้า รังสีลู่ออก



รังสีขนาน รังสีลู่เข้า รังสีลู่ออก

3.4 ครูสรุปผลการทดลองอีกครั้งด้วยคำถามดังนี้

1. การเดินทางของแสงจากเหล่งกำเนิดแสงทุกชนิดจะมีลักษณะอย่างไร

กระจายไปทุกทิศทุกทางมีลักษณะเป็นเส้นตรง

2. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง

จากการทดลอง

3. นักเรียนคิดว่าการเดินทางของแสงจากแหล่งกำเนิดที่ต่างชนิดกันจะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

เหมือนกันเนื่องจากการเดินทางของแสงเดินทางเป็นเส้นตรง

4. สรุปแสงจากแหล่งกำเนิดต่างๆ จะเดินทางอย่างไร

สรุปแสงจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เป็นเส้นตรง

3.5 ให้นักเรียน ศึกษาแหล่งกำเนิดและการเคลื่อนที่ของแสงจากบัตรเนื้อหา เพื่อที่จะได้เข้าใจเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น

3.6 ครูให้นักเรียนดูภาพเคลื่อนไหวว่าแสงมีการเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างกัน http://www.youtube.com/watch?v=eSO0Wz2BVKg

4. ขั้นประเมิน (10 นาที)

นักเรียนทุกคนทำแบบฝึกหัด

- ใบงานที่ 1 เรื่อง บอกแหล่งกำเนิดและประโยชน์ของแสง
- ใบงานที่ 2 เรื่อง แหล่งกำเนิดและการเดินทางของแสง

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด เรื่อง แสงเดินทางอย่างไร
2. กระดาษหนาแข็งขนาด 15 x 15 ซม. จำนวน 4 แผ่น/กลุ่ม
3. กรรไกร
4. ไม้บรรทัด
5. ไฟฉาย
6. ดินน้ำมัน
7. กระดาษ A4 ตัดเป็นแผ่นเล็ก
8. แผ่นป้ายสำหรับเสียบบัตรคำ

9. http://www.youtube.com/watch?v=eSO0Wz2BVKg

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ (K) - อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของแสง - ระบุประเภทของรังสีแสง	- สังเกตจากการตอบคำถามและการแสดงความคิดเห็น - นักเรียนทำแบบฝึกหัด	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ - แบบฝึกหัดเรื่องแสงเดินทางอย่างไร
ทักษะ/กระบวนการ (P) - ทดลองและสรุปผลการทดลองเรื่อง แสงเดินทางอย่างไร - จำแนกประเภทของวัตถุตามปริมาณที่แสงผ่าน	- ตรวจสมุดบันทึกผลการทดลอง - ตรวจแบบฝึกหัดเรื่องแสงเดินทางอย่างไร -สังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	- ใบกิจกรรมที่ 2 การทดลองเรื่องแสงเดินทางอย่างไร - แบบฝึกหัดเรื่องแสงเดินทางอย่างไร - แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน
เจตคติและคุณลักษณะ (A) - มีความสนใจในการทำกิจกรรมกลุ่ม	- สังเกตจากการทำกิจกรรม	แบบประเมินการสังเกตการทำงานกลุ่ม

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

1. ส่งสมุดบันทึกผลการทดลองตรงตามเวลาที่กำหนด ทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย
2. ทำแบบฝึกหัดถูกต้องผ่านเกณฑ์ 60 -70 % ขึ้นไป
3. มีคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับพอใช้ (8-12 คะแนน) ขึ้นไป

*** หมายเหตุ หากนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวครูพิจารณาและมอบหมายงานให้นักเรียนทำในช่วงพักกลางวัน

ใบงานกิจกรรม POE ที่ 1
เรื่อง แสงเดินทางอย่างไร
ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

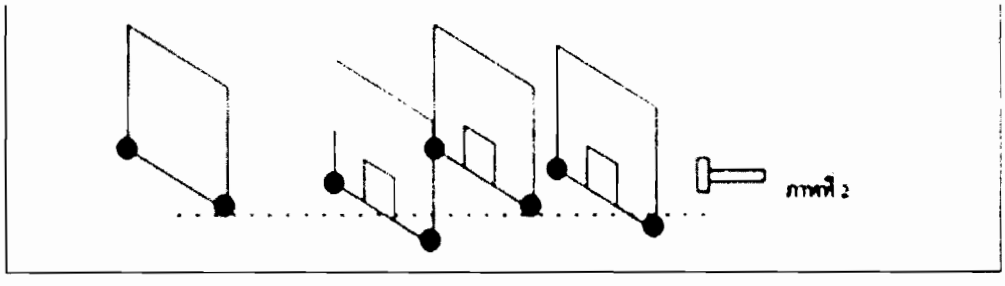
ชื่อ-สกุล ..... ชั้น ม.2 /..... เลขที่ .....

ขั้นทำนาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำนายกิจกรรมต่อไปนี้

สถานการณ์

<u>สถานการณ์ที่ 1</u> ถ้านักเรียนฉายแสงไฟฉายผ่านกระดาษ ดังรูป นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น



ภาพที่ 2

ตอบ

.....

.....

.....

<u>สถานการณ์ที่ 2</u> เมื่อนักเรียนฉายแสงไฟฉายผ่านกระดาษแล้ว แสงไฟฉายที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นอย่างไร

ตอบ

.....

.....

.....

ขั้นสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล

ตอนที่ 1

ใบกิจกรรมเรื่อง แสงเดินทางอย่างไร

ม. 2/.....
กลุ่ม.....

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาการเดินทางของแสงว่ามีลักษณะอย่างไร
2. สามารถเขียนทิศทางแสดงแนวลำแสงได้

อุปกรณ์

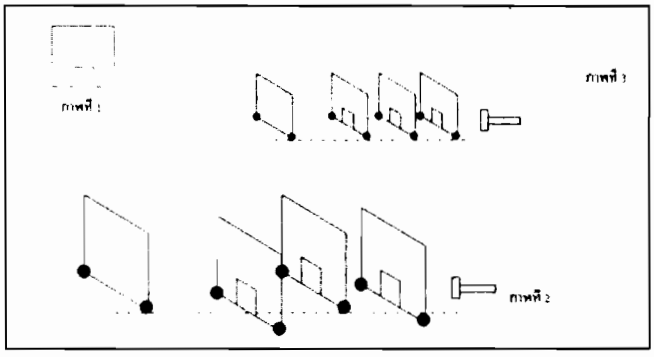
1. กระดาษหนาแข็งขนาด 15 x 15 ซม. จำนวน 4 แผ่น
2. กรรไกร
3. ไม้บรรทัด
4. ไฟฉาย
5. ดินน้ำมัน

สมมติฐานการทดลอง

.....

วิธีการทดลอง

1. นำกระดาษแข็ง 3 แผ่น มาตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2.5 ซม. ตรงกลางที่ขอบด้านใดด้านหนึ่งออก (ดังรูปที่1) ส่วนอีก 1 แผ่นใช้ทำฉากรับแสง
2. ใช้ดินน้ำมันตั้งกระดาษทั้งสี่แผ่น ให้ห่างกันประมาณ 10 ซม. โดยให้ช่องสี่เหลี่ยมไม่ตรงกัน (ดังภาพที่ 2) แล้ววางไฟฉายข้างหลังช่องกระดาษ ปิดไฟในห้องให้มืด สังเกตแสงที่ฉาก
3. เลื่อนกระดาษ ให้ช่องสี่เหลี่ยมตรงกัน (ดังภาพที่ 3) แล้วฉายไฟผ่านช่องสี่เหลี่ยม สังเกตแสงที่ฉาก
4. นักเรียนนำสมุดมากั้นทางเดินของแสงด้านหนึ่ง ให้สังเกตแสงสว่างบริเวณนั้น
5. ถ้านักเรียนเปลี่ยนตำแหน่งสมุดกั้นแสง ให้สังเกตแสงสว่างบริเวณนั้น



บันทึกผลการทดลอง

ตำแหน่งของวัตถุ	ผลจากการสังเกต	
	เป็นเส้นตรง	ไม่เป็นเส้นตรง
ช่องสี่เหลี่ยมไม่ตรงกัน		
ช่องสี่เหลี่ยมตรงกัน		
นำสมุดมากั้นทางเดินของแสง		
เปลี่ยนตำแหน่งสมุดกั้นแสง		

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

1. การเดินทางของแสงจากเหล่งกำเนิดแสงทุกชนิดจะมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าการเดินทางของแสงจากแหล่งกำเนิดที่ต่างชนิดกันจะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

3. สรุปแสงจากแหล่งกำเนิดต่างๆ จะเดินทางอย่างไร

.....

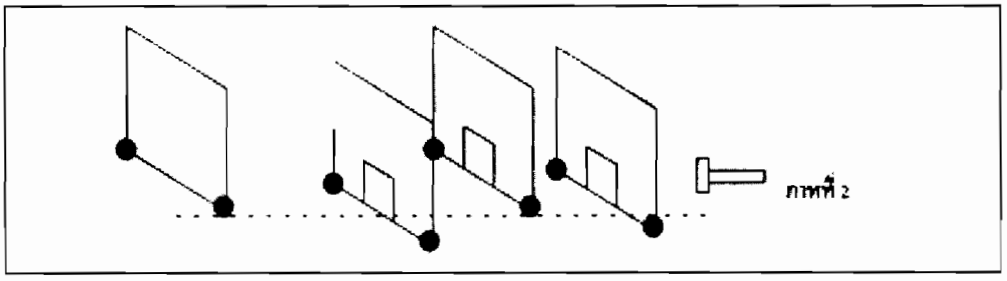
.....

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น ม.2 /..... เลขที่ .....

ขั้นอธิบาย

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเขียนอธิบายหลักการ ทฤษฎีที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1 พร้อมเขียนอธิบายความแตกต่างระหว่างขั้นทำนายกับขั้นสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล ว่ามีความแตกอย่างอย่างไรจากที่นักเรียนได้ทำนายไว้ก่อนแล้ว

<u>สถานการณ์ที่ 1</u> ถ้านักเรียนฉายแสงไฟฉายผ่านกระดาษ ดังรูป นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น



ตอบ.....

.....

.....

เหมือนหรือแตกต่างจากขั้นทำนายไว้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

สรุปองค์ความรู้ที่นักเรียนได้

.....

.....

.....

ชื่อ-สกุล ..... ชั้น ม.2 /..... เลขที่ .....

แบบฝึกหัด เรื่อง แสงเดินทางอย่างไร

ได้คะแนน

คำสั่ง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

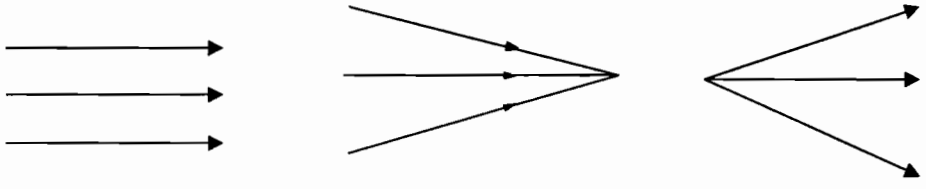
1. เพราะเหตุใดเมื่อเลื่อนกระดาษโดยให้รูของกระดาษไม่อยู่ในแนวเดียวกันจึงไม่สามารถมองเห็นแสงสว่างจากหลอดไฟได้

   .....

2. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนรังสีแสงคืออะไร

   .....

3. จงเติมชื่อของรังสีแสงแต่ละประเภทให้สอดคล้องกับภาพที่กำหนดให้



....

4. จงจัดประเภทของวัตถุที่กำหนดให้ว่าเป็นตัวกลางประเภทใด

แก้ว อากาศ กระจกเงา กระดาษ ต้นไม้ กระจกฝ้า กระดาษไข ก้อนหิน หนังสือ

ตัวกลางโปร่งใส ได้แก่ .....

ตัวกลางโปร่งแสงได้แก่ .....

ตัวกลางทึบแสง ได้แก่ .....

5. เมื่อนักเรียนยืนกลางแสงแดด เหตุใดจึงมีเงาของนักเรียนปรากฏ

   .....

   .....

6. เมื่อนักเรียนจุดดอกไม้ไฟ นักเรียนจะสังเกตเห็นสิ่งใดก่อนระหว่างแสงดอกไม้ไฟ หรือดอกไม้ไฟระเบิด เพราะเหตุใด

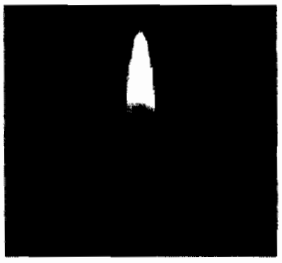
   .....

   .....

****

ใบงานที่ 1
เรื่อง บอกแหล่งกำเนิดและประโยชน์ของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. 

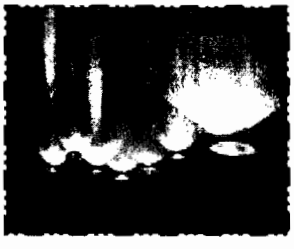
แหล่งกำเนิด .....
ประโยชน์.....

2.

แหล่งกำเนิด .....
ประโยชน์.....

3.

แหล่งกำเนิด .....
ประโยชน์.....

4. 

แหล่งกำเนิด .....
ประโยชน์.....

ใบงานที่ 2
เรื่องแหล่งกำเนิดและการเดินทาง

1. แสงของหิ่งห้อยมีประโยชน์อย่างไร

.....

.....

2. แหล่งกำเนิดแสงที่ใหญ่ที่สุดในเวลากลางวันคือสิ่งใด

.....

.....

3. ในเวลากลางคืนถ้าต้องการอ่านหนังสือจะอาศัยแหล่งกำเนิดแสงจากที่ใด

.....

.....

4. ถ้านักเรียนนำไม้บรรทัดวัดแนวลำแสงจะมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

5. นักเรียนสามารถสังเกตดูลำแสงได้ดีในเวลาใด

.....

.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
รายวิชา ว 22102 วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 /.....
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม

.....

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน	กลุ่มที่									หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	3										
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน	3										
3. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	3										
4. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ	3										
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม	3										
รวม	**15**										

เกณฑ์การให้คะแนน

ได้ 3 คะแนน เมื่อเป็นพฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ
ได้ 2 คะแนน เมื่อเป็นพฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง
ได้ 1 คะแนน เมื่อเป็นพฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง

เกณฑ์คุณภาพ

ช่วงคะแนน	**ระดับคุณภาพ**
1-7	ปรับปรุง
8-12	พอใช้
13-15	ดี

แบบบันทึกหลังการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ .....

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2/2556

วิชา วิทยาศาสตร์ (ว 22102) หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แสงและการมองเห็น

เรื่อง ..... เวลา ..... ชั่วโมง

---

1. กระบวนการจัดการเรียนรู้

- **ขั้นทำนาย (Predict)**

.....

.....

- **ขั้นสังเกต (Observing)**

.....

.....

- **ขั้นอธิบาย (Explain)**

.....

.....

- **ขั้นประเมินผล**

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรคและแนวทางการแก้ไข ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- **ปัญหา/อุปสรรค**

.....

.....

- **แนวทางการแก้ไข**

.....

.....

ลงชื่อ .....

(นางสาวภัสสร สอนพิมพ์พ่อ)

ครูผู้สอน

ข้อเสนอแนะของผู้บังคับบัญชา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอัมพร ศิริสวัสดิ์)

ประธานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายธีรวัฒน์ สาระถี)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอนันต์ สุวรรณหงษ์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนนครพนมวิทยาคม

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ ง.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบวัดมโนมติกับจุดประสงค์

เรื่อง	ตัวชี้วัด	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	$\frac{\sum R}{N}$
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		ค่า IOC
1.ธรรมชาติของแสง	อธิบายความหมายของแสงได้	**1**	+1	+1	0	2	**0.66**
		2	0	+1	+1	2	**0.66**
	อธิบายสมบัติของแสงได้	**3**	0	+1	+1	2	**0.66**
		4	+1	0	+1	2	**0.66**
	อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของแสงได้	**5**	+1	+1	+1	3	**1.00**
		6	+1	+1	+1	3	**1.00**
2.การสะท้อนของแสง	อธิบายกฎการสะท้อนของแสงได้	**7**	0	+1	+1	2	**0.66**
		8	+1	+1	+1	3	**1.00**
		9	+1	+1	+1	2	**0.66**
3.การหักเหของแสง	อธิบายลักษณะการหักเหของแสงจากแผนภาพได้	**10**	+1	+1	+1	3	**1.00**
	ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสงได้	**11**	+1	+1	+1	3	**1.00**
		12	+1	+1	+1	3	**1.00**
4.การสะท้อนกลับหมด	อธิบายความหมายของการสะท้อนกลับหมดได้	**13**	**+1**	**+1**	**+1**	**3**	**1.00**
		14	**+1**	**+1**	**+1**	**3**	**1.00**
	ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสะท้อนกลับหมดได้	**15**	**+1**	**0**	**+1**	**2**	**0.66**
		16	**+1**	**+1**	**+1**	**3**	**1.00**

ตารางที่ ง.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบวัดมโนมติกับจุดประสงค์ (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	$\frac{\sum R}{N}$ ค่า IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
5.การเกิดภาพจากกระจก	อธิบายการเกิดภาพจากกระจกเงาราบได้	17	1	+1	-1	2	0.66
		18	+1	+1	+1	3	1.00
	อธิบายการเกิดภาพจากกระจกนูนและกระจกเว้าได้	19	+1	+1	+1	3	1.00
	บอกประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับกระจกเว้ากับกระจกนูนได้	20	+1	+1	0	2	0.66
6.การเกิดภาพจากเลนส์	อธิบายการเกิดภาพจากเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้	21	+1	+1	-1	2	0.66
		22	+1	+1	-1	2	0.66
		23	+1	+1	0	2	0.66
		24	0	+1	+1	2	0.66
	บอกประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้	25	+1	+1	0	2	0.66

** ข้อสอบฉบับนี้ มีค่า IOC ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ (IOC มีค่า 0.5 ขึ้นไป)

ตารางที่ ง.2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนมติ

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.36	0.43
2	0.61	0.50
3	0.54	0.21
4	0.79	0.29
5	0.61	0.50
6	0.79	0.29
7	0.46	0.36
8	0.61	0.36
9	0.71	0.29
10	0.71	0.43
11	0.61	0.36
12	0.71	0.43
13	0.32	0.36
14	0.39	0.50
15	0.36	0.57
16	0.79	0.29
17	0.54	0.21
18	0.75	0.21
19	0.57	0.29
20	0.57	0.43
21	0.75	0.21
22	0.68	0.36
23	0.71	0.29
24	0.46	0.36
25	0.64	0.43

** ข้อสอบที่ดีหรือเหมาะสมกับผู้สอบ คือข้อสอบที่มีค่า p (ความยากง่าย) ประมาณ 0.2 – 0.8 และมีค่า r (อำนาจจำแนก) 0.2 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ข้อสอบมีค่า p และค่า r ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ ข้อสอบทั้งหมด 25 ข้อ

ตารางที่ ง.3 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนมติโดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	24	576	15	16	256
2	23	529	16	14	196
3	22	484	17	14	196
4	21	441	18	13	169
5	21	441	19	12	144
6	20	400	20	13	169
7	20	400	21	10	100
8	20	400	22	10	100
9	18	324	23	9	81
10	17	289	24	8	64
11	17	289	25	8	64
12	17	289	26	8	64
13	17	289	27	7	49
14	16	256	28	6	36
			รวม	**421**	**7095**

$$\sum X = 421$$

$$\sum X^2 = 7095$$

ตารางที่ ง.3 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนมติโดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ต่อ)

ข้อที่	P	r	รวม	ข้อที่	p	r	รวม
1	0.36	0.43	0.1548	15	0.36	0.57	0.2052
2	0.61	0.5	0.305	16	0.79	0.29	0.2291
3	0.54	0.21	0.1134	17	0.54	0.21	0.1134
4	0.79	0.29	0.2291	18	0.75	0.21	0.1575
5	0.61	0.5	0.305	19	0.57	0.29	0.1653
6	0.79	0.29	0.2291	20	0.57	0.43	0.2451
7	0.46	0.36	0.1656	21	0.75	0.21	0.1575
8	0.61	0.36	0.2196	22	0.68	0.36	0.2448
9	0.71	0.29	0.2059	23	0.71	0.29	0.2059
10	0.71	0.43	0.3053	24	0.46	0.36	0.1656
11	0.61	0.36	0.2196	25	0.64	0.43	0.2752
12	0.71	0.43	0.3053		รวม		5.2325
13	0.32	0.36	0.1152				
14	0.39	0.5	0.195				

$$\sum pr = 5.2325$$

โดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ได้ดังนี้

$\sum pr$ = 5.2325

$\sum X$ = 421

$\sum X^2$ = 7,095

จำนวนนักเรียน (N) = 28

จำนวนข้อสอบ (n) = 25

จากสูตร $S_t^2 = \dfrac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$

$= \dfrac{28(7,095) - (421)^2}{28(28-1)}$

$= 28.33$

จากสูตร $r_{tt} = \dfrac{n}{n-1}\left[1 - \dfrac{\sum pr}{s^2 t}\right]$

$= \dfrac{25}{25-1}\left[1 - \dfrac{5.2325}{28.33}\right]$

$= 0.85$

** ความเชื่อมั่นของข้อสอบฉบับนี้มีค่า 0.85 ซึ่งมีความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ดี ความเชื่อมั่นของข้อสอบที่ใช้ได้ควรมีความเชื่อมั่น 0.60 ขึ้นไป

ตารางที่ ง.4 คะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล

เลขที่	ก่อนเรียน (คะแนน)	ค่า SD	หลังเรียน (คะแนน)	ค่า SD	ความก้าวหน้า (ร้อยละ)
1	9	0.57	40	0.82	0.47
2	9	0.57	40	0.87	0.47
3	10	0.50	45	0.71	0.54
4	25	1.00	62	0.51	0.74
5	8	0.49	48	0.86	0.60
6	7	0.46	46	0.90	0.57
7	12	0.51	44	0.88	0.51
8	14	0.82	45	0.96	0.51
9	24	1.21	61	0.58	0.73
10	14	0.77	48	0.91	0.56
11	11	0.65	50	0.87	0.61
12	9	0.49	45	0.71	0.55
13	12	0.71	52	0.86	0.63
14	12	0.59	51	0.84	0.62
15	14	0.58	53	0.78	0.64
16	13	0.51	56	0.83	0.69
17	16	0.77	60	0.58	0.75
18	7	0.54	55	0.58	0.71
19	17	0.56	54	0.69	0.64
29	10	0.50	49	0.79	0.60
21	10	0.50	49	0.73	0.60
22	7	0.46	48	0.91	0.60
23	8	0.48	54	0.75	0.69
24	9	0.57	54	0.62	0.68
25	7	0.54	48	0.91	0.60
26	10	0.65	48	0.57	0.58

ตารางที่ ง.4 คะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน (คะแนน)	ค่า SD	หลังเรียน (คะแนน)	ค่า SD	ความก้าวหน้า (ร้อยละ)
27	10	0.58	50	0.71	0.62
28	11	0.58	56	0.83	0.70
29	13	0.71	58	0.63	0.73
30	8	0.48	56	0.72	0.72
31	19	0.93	48	0.86	0.52
32	9	0.48	51	0.84	0.64
33	13	0.65	48	0.81	0.56
34	14	0.82	53	0.67	0.64
35	13	0.51	55	0.71	0.68

ตารางที่ ง.5 ความก้าวหน้าของแบบทดสอบมโนมติวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ก่อนเรียน (คน)	หลังเรียน (คน)	ความก้าวหน้า (ร้อยละ)
1	7	34	0.96
2	8	35	0.96
3	21	35	0.50
4	16	34	0.64
5	9	34	0.89
6	17	33	0.57
7	26	35	0.32
8	23	35	0.43
9	20	35	0.54
10	18	35	0.61
11	11	35	0.86
12	9	35	0.93
13	15	35	0.71
14	10	34	0.86
15	11	34	0.82
16	15	32	0.61
17	15	35	0.71
18	17	35	0.64
19	9	35	0.93
29	11	33	0.79
21	21	35	0.50
22	15	34	0.68
23	19	35	0.57
24	8	32	0.86
25	17	31	0.50

ภาคผนวก จ
บทความวิจัยที่เผยแพร่

การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโดยใช้ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย

Developing grade 8 science conceptions on the light and optics using Predict-Observe-Explain (POE)

ภัสสร สอนพิมพ์พ่อ (Patsorn Sornpimpor)* ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง (Choksin Tanahoung)**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโดยใช้ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 35 คน ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการสอนโดยจัดกิจกรรมการเรียน การสอนแบบโดยใช้ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลงทุกมโนมติ ดังนี้ 1) มโนมติ เรื่อง ธรรมชาติของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็น ร้อยละ 67.80 นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน ลดลงคิดเป็นร้อยละ 34.28 2) มโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 39.04 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนหลังเรียน ลดลงคิดเป็นร้อยละ 14.28 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบโดยใช้ทำนาย-สังเกต-อธิบายมีเข้าใจเรื่องแสงและการมองเห็นมากขึ้นกว่าก่อนเรียน

ABSTRACT

This research aim was to develop students' conceptions on the light and optics using Predict-Observe-Explain (POE). The participants in this study were 35 grade eight students whose studying in the second semester of 2013 at Nakhonphanomwittayakhom school, Nakhon Phanom province. The research tools used in this study were the lesson plans based on Predict-Observe-Explain (POE) in light and optics, the light and optics conceptual test and the interview forms. The result showed that the students who have misconceptions on basic areas of nature of light for pre instruction was 67.80 percent and the students taught with POE who had misconceptions was 34.28 percent. For conceptions of reflection of light, the students who had misconceptions was 39.04 for pre instruction and 14.28 for post instruction. The results interestingly indicated that students taught with POE had better conceptual understanding of light and optics concepts of post instruction than pre instruction.

คำสำคัญ : แสงและการมองเห็น การสอนแบบการทำนาย สังเกต อธิบาย มโนมติทางวิทยาศาสตร์

Key Words : Light and Optics, Predict-Observe-Explain(POE), Science conceptions

**นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*

***อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*

บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ดังนั้น ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีพื้นฐานขอบเขตข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะต้องเน้นให้นักเรียนเกิดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือเกิดมโนมตินั้น ยังพบว่านักเรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนการสอนไปแล้ว มีนักเรียนบางคนไม่เกิดมโนมติตามที่ครูคาดหวังเอาไว้ (คำไพย, 2552) ซึ่งมโนมติที่นักเรียนได้รับมาแตกต่างจากที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ เรียกว่า มโนมติคลาดเคลื่อน ซึ่งมโนมติที่คลาดเคลื่อนนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นมโนมติที่เข้าใจยาก มโนมติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวนำให้เกิดมโนมติที่ไม่ถูกต้องในสามัญสำนึก ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่มีต่อผู้เรียนจึงต้องเกิดจากสภาพที่แท้จริงและเน้นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนสามารถจะพัฒนาด้านการแสดงความคิดเห็นและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมกับบริบททางสังคมและสภาพแวดล้อมของตนเอง โดยการจัดการเรียนการสอนนั้นต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญและอยู่บนพื้นฐานความรู้เดิม การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เป็นการเปลี่ยนความคิดความเข้าใจ โดยสรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ หลายๆ แบบแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลด้วยกัน และสามารถจำแนกได้ (น้ำค้าง, 2551) และทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีจุดมุ่งหมายข้อหนึ่งว่า “เพื่อให้นักเรียนเข้าใจหลักการและทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์นั้น ควรเน้นมโนมติที่สำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์” เมื่อนักเรียนเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ แล้วก็จะทำให้นักเรียนสามารถจำแนกเรื่องราวต่างๆ ที่ซับซ้อนทางวิทยาศาสตร์และยังช่วยพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นพื้นฐานสำหรับนักเรียนหาความรู้อื่นๆ ต่อไปอีกด้วยแสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์แล้วก็จะทำให้นักเรียนสามารถจำแนกเรื่องราวต่างๆ ที่ซับซ้อนทางวิทยาศาสตร์และยังช่วยพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นพื้นฐานสำหรับศึกษาหาความรู้อื่นๆ ต่อไปอีก วิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ปรับเปลี่ยนความเชื่อหรือมโนมติที่คลาดเคลื่อน คือวิธีการตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ POE (Predict-Observe-Explain) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์วิธีหนึ่งที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจ

ที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม ซึ่ง White and Gunstone (1992) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการที่นำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าวโดยอาจใช้วิธีการสังเกตการทดลอง หรือการหาข้อพิสูจน์สถานการณ์ดังกล่าวจากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองและขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ น้ำค้าง (2551) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง งานและพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานทฤษฎี Constructivism โดยใช้วิธี POE พบว่านักเรียนร้อยละ 70 ได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และจากงานวิจัย เรื่อง แสง ของณราภรณ์ (2553) ผลการวิจัยพบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เกี่ยวกับเรื่องแสงในหัวข้อทางเดินของแสงนักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเป็นอนุภาคมีสมบัติเหมือนของเหลว แต่นักเรียนบางส่วนมีตัวแทนความคิดว่า แสงเป็นคลื่นและเดินทางเป็นเส้นตรง และแสงเป็นอนุภาคเคลื่อนที่แบบหมุนหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรงและสมบัติเป็นทั้งคลื่นและอนุภาค และจากรายงานวิจัยเอกสารต่าง ๆ ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยคือ ผู้สอนส่วนใหญ่ยังใช้หลักการสอนโดยยึดผู้สอนเป็นศูนย์กลางโดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยายมุ่งเน้นการสอนเนื้อหาส่งเสริมการท่องจำมากกว่ามุ่งให้นักเรียนคิดวิเคราะห์แสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนจำนวนมากคิดไม่เป็น ขาดความเข้าใจทำให้เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการทดลองมีประโยชน์ต่อผู้เรียน และผู้สอนในการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ คือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถตามความถนัดของตนเอง เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ ฝึกการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ สามารถสร้างความพร้อมความมั่นใจได้เป็นอย่างดี

จากการสำรวจมโนมติเรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เสาวลักษณ์ (2552) พบว่า มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเรื่องสมบัติของแสง การเกิดภาพ แสงกับนัยน์ตามนุษย์ และแสงเลเซอร์ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของครูที่ทำการสอนเรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม พบว่ามีมโนมติคลาดเคลื่อนที่หลากหลายเกี่ยวกับเรื่องแสงและการมองเห็น ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำมโนมติที่ถูกต้องไปอธิบายหรือพบเห็นในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาตามรูปแบบการสอนตามแนวคิดบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบทำนาย – สังเกต – อธิบาย (Predict - Observe-Explain (POE) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็น โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าการเรียนการสอนตามวิธีการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย จะช่วยพัฒนามโนมติของนักเรียนให้ถูกต้องขึ้นได้ รวมทั้งจะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโดยใช้ทำนาย- สังเกต -อธิบาย

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยก่อนการทดลอง (pre-experimental design) เป็นการศึกษาแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลัง (one group pretest-posttest design)

$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$

โดยที่ O_1 คือ คะแนนจากการวัดความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนเรื่อง แสงและการมองเห็น

X คือ การสอนโดยใช้รูปแบบ วิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain (POE)

O_2 คือ คะแนนจากการวัดความเข้าใจโนมติหลังเรียนเรื่องแสงและการมองเห็น

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/12 จำนวน 35 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Specific sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย -สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain (POE)) จำนวน 6 แผน ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ก่อนหลังเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น
- แบบสัมภาษณ์ แบบไม่เป็นทางการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. นำแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น จำนวน 8 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ล่วงหน้า 1 สัปดาห์ กับผู้เรียนก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 1 คาบ

2. ทำการทดลองโดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ วิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain (POE)) จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้เวลา 12 คาบเรียน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- Predict คือ การทำนายผลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด
- Observe คือ การสังเกต การทดลอง การสืบค้นหาคำตอบ การพิสูจน์เพื่อหา คำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
- Explain คือ การอธิบายผลที่ได้จากการสังเกตหรือหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3. หลังจากเรียนจบบทเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น ให้นักเรียนทำแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง แสงและการมองเห็น เพื่อทดสอบหลังเรียน (Post-test) ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

4. ตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์การให้คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งชั้นเรียนโดยใช้ค่าร้อยละ, ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$), และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนจากซึ่งจัดให้คะแนนเป็น 5 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Haidar (1997) ตามระดับความเข้าใจ ดังนี้

1) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้อง สมบูรณ์และการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

2) ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ ไม่ครบองค์ประกอบให้ 2 คะแนน

3) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วน แต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือเลือกคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่อธิบายคำตอบ ให้ 1 คะแนน

4) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงถึงความคลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

5) ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

3. ให้คะแนนคำตอบของผู้เรียนแต่ละคน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่พัฒนาขึ้น และใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติเฉลี่ยของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยข้อมูล แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความเข้าใจมโนมติของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยทดสอบความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนในมโนมติ 2 มโนมติ คือ ธรรมชาติของแสงและการสะท้อนของแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/12 จำนวน 35 คน

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 1 แสดงมโนมติที่ทำการศึกษา

มโนมติ	ข้อสอบข้อที่
1. ธรรมชาติของแสง	1,2,3,4,5
2. การสะท้อนของแสง	6,7,8

ตอนที่ 1 ความเข้าใจมโนมติของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ผลการทดสอบความเข้าใจมโนมติของนักเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น ในมโนมติ 2 มโนมติ คือธรรมชาติของแสงและการสะท้อนของแสง เมื่อตรวจและวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติของนักเรียน โดยใช้กรอบแนวคิดจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) มาเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ โดยแสดงมโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1.	แสงมีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และแสงสมบัติเป็นอนุภาคที่ถูกส่งออกมาจากต้นกำเนิดแสงโดยเดินทางเป็นเส้นตรง แสงสามารถผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสและสะท้อนจากผิวของวัตถุทึบแสงได้ เมื่ออนุภาคเหล่านี้ผ่านเข้าสู่ตาจะทำให้เกิดความรู้สึกในการมองเห็นโดยมีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	7	20.00	12	34.28	- แสงมีสมบัติเป็นคลื่น เพราะแสงสามารถผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสและสะท้อนจากผิวของวัตถุทึบแสงได้ **หรือ** แสงมีสมบัติเป็นคลื่น เพราะแสงเป็นอนุภาคที่ถูกส่งออกมาจากต้นกำเนิดแสงโดยเดินทางเป็นเส้นตรง	20	57.14	22	62.85
						- แสงมีสมบัติเป็นคลื่น เพราะแสงมีรูปร่างเหมือนคลื่น	8	22.85	1	2.85
2.	มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะจากกฎการสะท้อนกล่าวว่า เมื่อแสงตกกระทบในระนาบเดียวกัน มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ	20	57.14	30	85.71	- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะ วัตถุเรียบแสงจะตกลงมากระทบแล้วทำให้สะท้อนเท่ากัน	11	31.42	3	8.57
						- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะสังเกตจากมุมเท่ากัน	4	11.42	2	5.71

ตารางที่ 2 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3.	การกระจายของแสง เพราะ เมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึม แสงแต่ละสีจะหักเหทำมุมที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้แสงขาวแยกออกเป็นสีต่างๆกันทั้งหมด 7 แสงสี แสงสีทั้ง 7 ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสดและแดง เรียงเป็นแถบสี แสงสีม่วงหักเหมากที่สุด ขณะที่แสงสีแดงหักเหน้อยที่สุด	20	57.14	32	91.42	- การกระจายของแสง เพราะเมื่อแสงขาวผ่านเข้าไปในปริซึมทำให้แสงขาวแยกออกเป็นสีต่างๆ กันทั้งหมด7 แสงสี หรือ การกระจายของแสง เพราะแสงขาวแยกออกเป็นสีต่างๆกันทั้งหมด 7 แสงสี แสงสีทั้ง 7 ได้แก่ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสดและแดง	15	42.85	3	8.57
4.	เพราะเลนส์เว้า (Concave Lens) เป็นเลนส์ที่มีลักษณะตรงกลางบางกว่าตรงขอบ ทำหน้าที่กระจายแสง หรือถ่างแสงออก	5	14.28	30	85.71	- เลนส์เว้า (Concave Lens) ทำหน้าที่กระจายแสง - เลนส์เว้า (Concave Lens) ทำหน้าที่รวมแสง	25 5	71.42 14.28	5	14.28

ตารางที่ 2 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
5.	กระจกเงาเพราะตัวกลางที่แบ่งประเภทโดยที่ยอมให้แสงผ่านได้มี 3 ประเภท คือ1. ตัวกลางโปร่งใส เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้เกือบทั้งหมด เช่น อากาศ กระจกใส และน้ำบริสุทธิ์ เป็นต้น 2. ตัวกลางโปร่งแสง เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้บางส่วน เช่น กระจกฝ้า พลาสติกขุ่น และน้ำขุ่น เป็นต้น 3. ตัวกลางทึบแสง เป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้ เช่น ฝาผนัง หนังสือ ไม้กระดาน และกระจกเงา เป็นต้น	19	54.28	28	80.00	- กระจกเงาเพราะเป็นตัวกลางทึบแสง เป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้ - กระจกเงา เพราะเป็นตัวกลางโปร่งแสง	12 4	34.28 11.42	4 3	11.42 8.57

ตารางที่ 2 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
6.	กระจกเงา เพราะเมื่อแสงตกกระทบกับผิวหน้าของวัตถุใดๆ ปริมาณของแสงจะสะท้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของผิวหน้าของตัวกลางที่แสงตกกระทบ เมื่อลำแสงตกกระทบพื้นผิวหน้าวัตถุที่เรียบ แสงจะสะท้อนเป็นลำแสงที่ขนานเช่นเดียวกับลำแสงตกกระทบ การสะท้อนบนผิวหน้าเรียบ เรียกว่า การสะท้อนแบบสม่ำเสมอ เช่น กระจกเงาและโลหะขัดมัน มีผิวหน้าที่เรียบ ซึ่งเกิดจากการสะท้อนกันอย่างสม่ำเสมอและได้ภาพที่คมชัด	25	71.42	29	82.85	- กระจกเงา เพราะลำแสงตกกระทบพื้นผิวหน้าวัตถุที่เรียบทำให้เกิดการกระจายของแสงอย่างสม่ำเสมอ หรือกระจกเงา เพราะแผ่นสังกะสีมีความมันและความเรียบ	8	22.85	6	17.14
						- กระจกเงา เพราะแผ่นสังกะสีไม่สามารถให้แสงผ่านลงมาได้	2	5.71	-	-

ตารางที่ 2 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
7.	มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะจากกฎการสะท้อนกล่าวว่า เมื่อแสงตกกระทบในระนาบเดียวกัน มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ	20	57.14	30	85.71	- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะ วัตถุเรียบแสงจะตกลงมากระทบแล้วทำให้สะท้อนเท่ากัน	11	31.42	3	8.57
						- มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน เพราะสังเกตจากมุมเท่ากัน	4	11.42	2	5.71

ตารางที่ 2 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อ	มโนมติที่ถูกต้อง	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	ก่อนเรียน (N=35)		หลังเรียน (N=35)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
8.	การหักเหของแสง เพราะเมื่อวางเหรียญไว้ที่ก้นแก้ว ยืนอยู่ข้าง ๆ จะมองไม่เห็นเหรียญ เพราะว่าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า ไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า แสงจะเบนออกจากเส้นปกติโดย แต่ถ้ารินน้ำลงในแก้วจะสามารถมองเห็นเหรียญได้ เพราะว่าแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า แสงจะเบนเข้าหาเส้นปกติ	19	54.28	31	88.57	- การหักเหของแสง เพราะ เกิดจากการเดินทางของแสงจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน	13	37.14	3	8.57
						- การหักเหของแสง เพราะแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาน้อยกว่า	3	8.57	1	2.85

ตารางที่ 2 มโนมติที่ถูกต้องและมโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ธรรมชาติของแสง	1	7	20.00	28	80.00	12	34.28	23	65.71
	2	5	14.28	30	85.71	13	37.14	22	62.85
	3	20	57.14	15	41.85	32	91.42	3	8.57
	4	5	14.28	30	85.71	30	85.71	5	14.28
	5	19	54.28	16	45.71	28	80.00	7	20.00
ความเข้าใจมโนมติเฉลี่ย		**11.2**	**40.00**	**23.80**	**67.80**	**23.00**	**65.71**	**12.00**	**34.28**

ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนที่มีมโนมติถูกต้องและสมบูรณ์ และนักเรียนที่มีมโนมติคลาดเคลื่อน

มโนมติ	ข้อสอบที่	ก่อนเรียน (N=35)				หลังเรียน (N=35)			
		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)		นักเรียนที่มี มโนมติถูกต้องและสมบูรณ์		มโนมติที่คลาดเคลื่อน (ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน)	
		จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การสะท้อนของแสง	6	25	71.42	10	28.57	29	82.85	6	17.14
	7	20	57.14	15	42.85	30	85.71	5	14.28
	8	19	54.28	16	45.71	31	88.57	4	11.42
ความเข้าใจมโนมติเฉลี่ย		21.33	60.94	13.66	39.04	30.00	85.71	5.00	14.28

สรุปและอภิปรายผล

ผลของการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบความเข้าใจมโนมติของนักเรียน เรื่อง แสงและการมองเห็น ในมโนมติ 2 มโนมติ คือธรรมชาติของแสงและการสะท้อนของแสงพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติหลังเรียนถูกต้องมากยิ่งขึ้น และมีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลง จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเมื่อได้รับการสอนแล้วมีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลงทุกมโนมติ ดังนี้

1) มโนมติ เรื่อง ธรรมชาติของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็น
ร้อยละ 67.80 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 34.28

2) มโนมติ เรื่อง การสะท้อนของแสง พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 39.04 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดลงคิดเป็นร้อยละ 14.28

โดยก่อนเรียนนั้นนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน (Pre-conception) ทั้งที่เป็นความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้อง (Scientific conception) ความเข้าในมโนมติในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding) ความเข้าใจมโนมติในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception และความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน (Alternative conception) แต่หลังจากที่นักเรียนได้รับการสอนแบบ วิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain (POE) แล้ว พบว่า มีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น และมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลงทุกมโนมติ น้ำค้าง จันทร์เสริม (2551) กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนนั้นต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญและอยู่บนพื้นฐานความรู้เดิม การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติ เป็นการเปลี่ยนความคิดความเข้าใจ โดยสรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆหลายๆแบบแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลด้วยกัน จะสามารถจำแนกได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวลักษณ์ เหลืองดี (2552) ที่สำรวจมโนมติเรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเรื่องสมบัติของแสง การเกิดภาพ แสงกับนัยน์ตามนุษย์ และแสงเลเซอร์ ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์โชคศิลป์ ธนเฮือง ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณอาจารย์ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น นายศิริชัย เชื้อพล และนายยุทธนา แสนสุริยวงศ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ ขอขอบพระคุณนายอนันต์ สุวรรณหงษ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนนครพนมวิทยาคม ที่ช่วยสนับสนุนในการเก็บข้อมูลวิจัย มาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

คำไพย พานุสี. 2553. **มโนมติทางเลือก เรื่อง แสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดย ใช้วิธีการทำนาย การสังเกต การอธิบาย.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

น้ำค้าง จันเสริม. 2551. **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องงานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอน สตรัคติวิสต์โดยใช้วิธี Predict-Observe- Explain (POE).** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ณราภรณ์ บุญกิจ . 2553. **ตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสงจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐาน ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการเรียนรู้ แบบทำนาย สังเกต อธิบาย.**วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2551. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

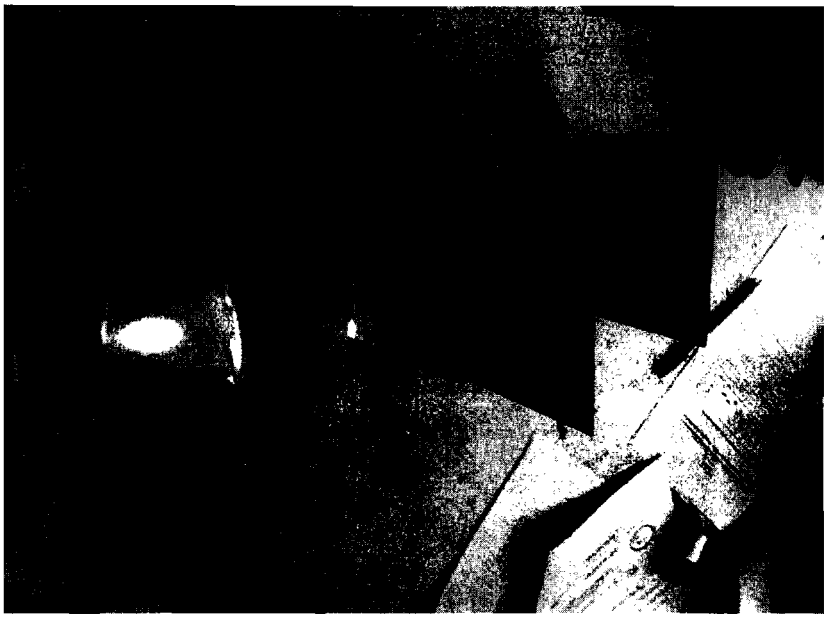
เสาวลักษณ์ เหลืองคี. 2552. **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความเข้าใจมโนมติและความพึงพอใจสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.**วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Haidar, A.H. 1997. **Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts**. Journal of Research in Science Teaching, **34** (2), 181 - 197.

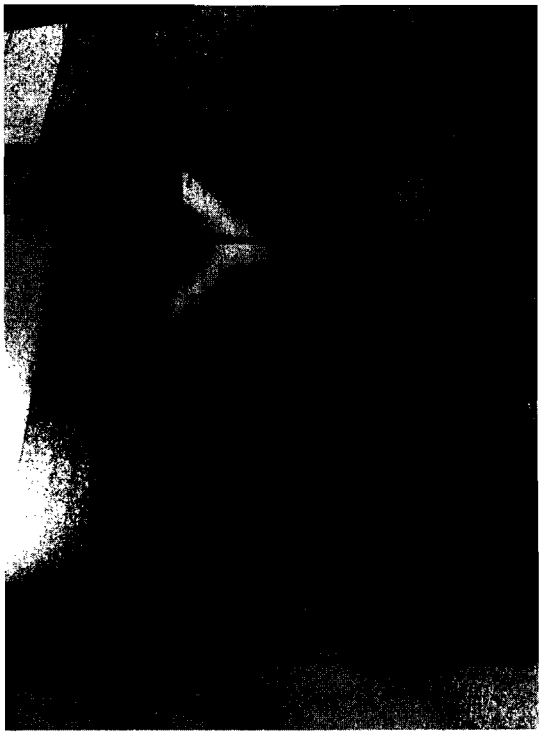
White, R., & Gunstone, R. 1992. **Probing understanding**. London and New York:The Falmer Press.

ภาคผนวก ฉ

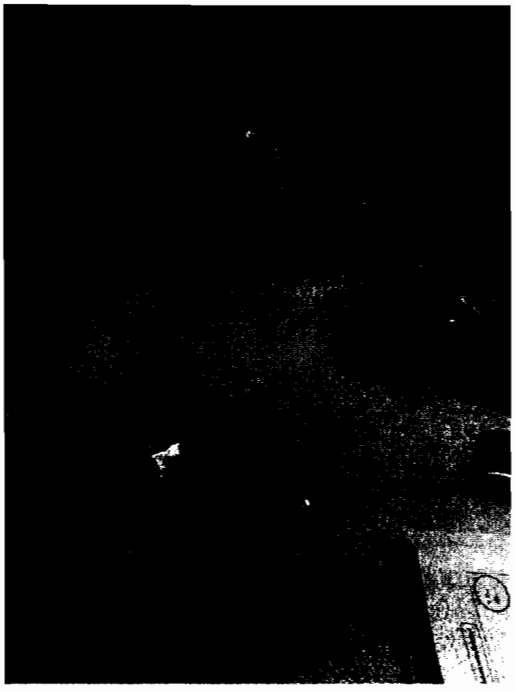
ภาพประกอบการทำกิจกรรม



ภาพที่ ฉ.1 นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

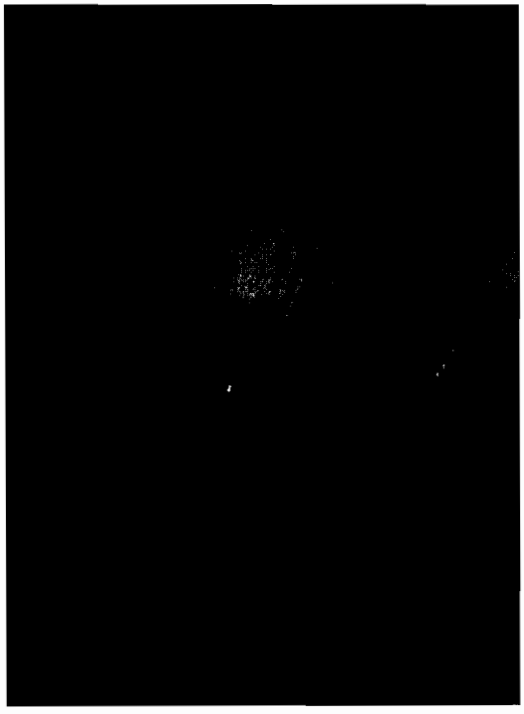


ภาพที่ ฉ.2 นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2



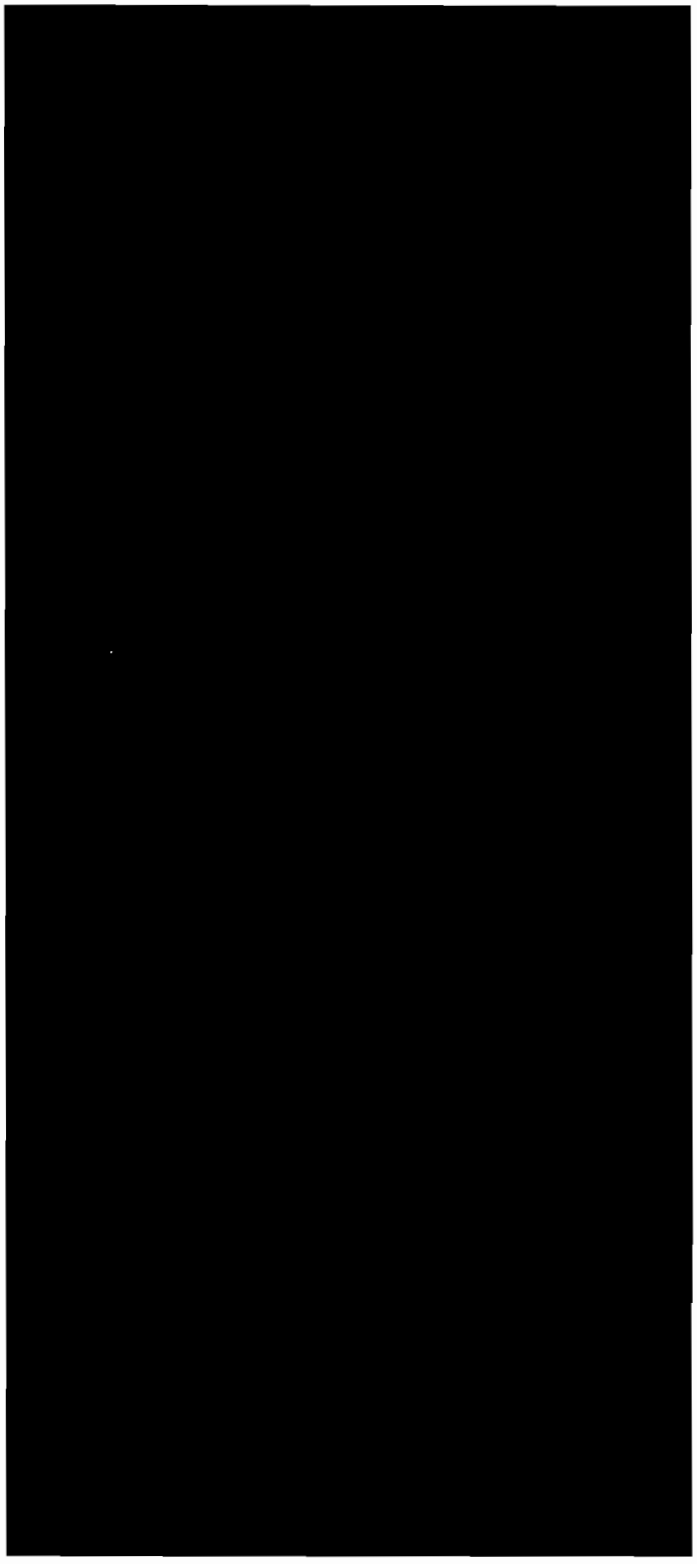
ภาพที่ ฉ.3 นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ภาพที่ ฉ.4 นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

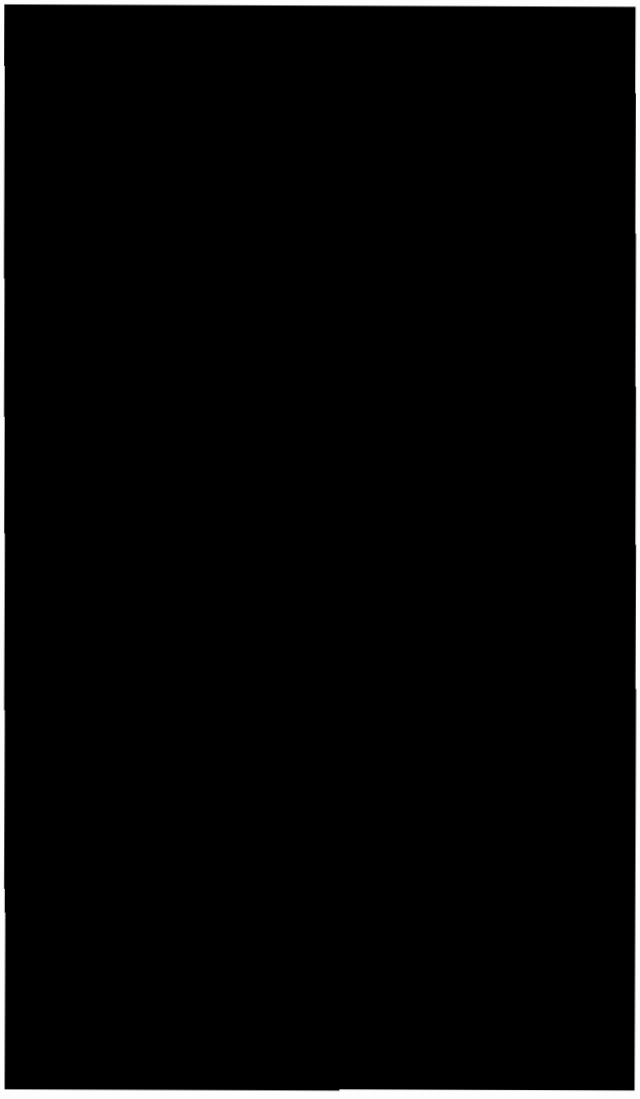


ภาพที่ ฉ.5 นักเรียนทำการทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

ภาพที่ ฉ.6 นักเรียนสอบมโนมติหลังเรียน



ภาพที่ ฉ.7 ตัวอย่างแบบบันทึกใบกิจกรรม POE แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1



ภาพที่ ฉ.7 ตัวอย่างแบบบันทึกใบกิจกรรม POE แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (ต่อ)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวภัสสร สอนพิมพ์พ่อ
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น,พ.ศ. 2549 – 2553
	ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ. 2554-2556
	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2554 – ปัจจุบัน
	ครูโรงเรียนนครพนมวิทยาคม
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ตำแหน่ง ครู คศ.1
	โรงเรียนนครพนมวิทยาคม
	อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม
	อีเมล์ pataob_ed@hotmail.com