

การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

เจนจิรา เครือทิวา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ เจนจิรา เครือทิวา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.ชนาวุฒิ ทัศวงษ์)

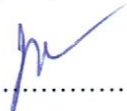

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณั์ เพชรชิน)


..... กรรมการ
(ดร.ชนาวุฒิ ทัศวงษ์)


..... กรรมการ
(ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่... 22 เดือน... มิถุนายนพ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ อีกทั้งให้กำลังใจตลอดระยะเวลาในการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อารมณี เพชรชื่น ประธาน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ ดร.อภิชาติ พยัคฆิน ดร.ณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์ อาจารย์ศานิตา ต่ายเมือง และอาจารย์ณิชกานต์ เจียมศิริ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โกลด์ ดาราพิสุทธิ์ อาจารย์ณิชกานต์ เจียมศิริ ครูพี่เลี้ยง และ คณะครู โรงเรียนศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ที่อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำในการทำวิจัย และนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกคน ที่คอยให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และคอยสนับสนุนแก่ผู้วิจัยในทุกด้านเสมอมา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อมงคล เครือทิวา คุณแม่สุนัน เครือทิวา นางสาวนลินี เครือทิวา ที่เป็นผู้สนับสนุนแก่ผู้วิจัยในทุก ๆ ด้าน ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจสำคัญที่คอยผลักดันให้ผู้วิจัยทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างราบรื่น และสำเร็จได้ด้วยดี

เจนจิรา เครือทิวา

58910196: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)/ เทคนิค KWDL/ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เจนจิรา เครือทิวา: การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL (A STUDY OF ANALYTICAL THINKING ABILITIES AND LEARNING ACHIEVEMENT ON LIGHT OF EIGHTH GRADE STUDENTS USING INQUIRY LEARNING METHOD (5E) WITH KWDL TECHNIQUE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์, กศ.ด., ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา, กศ.ด. 201 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีราชา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

58910196: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: INQUIRY LEARNING METHOD (5E)/ KWDL TECHNIQUE/ ANALYTICAL THINKING ABILITIES/ LEARNING ACHIEVEMENT

JANEJIRA KRUEIWA: A STUDY OF ANALYTICAL THINKING ABILITIES AND LEARNING ACHIEVEMENT ON LIGHT OF EIGHTH GRADE STUDENTS USING INQUIRY LEARNING METHOD (5E) WITH KWDL TECHNIQUE. ADVISORY COMMITTEE: THANAWUTH LATWONG, Ed.D., KITTIMA PANPRUEKSA, Ed.D. 201 P. 2018.

The purposes of this research were to compare analytical thinking abilities and learning achievement of students after using inquiry learning method (5E) with KWDL technique with before using the method, and to compare the analytical thinking abilities and learning achievement of students after using inquiry learning method (5E) with KWDL technique with the traditional instruction. The participants were two classes of eighth grade students from Sriracha School who studied in the second semester of 2016 academic year using cluster random sampling. The research instruments consisted of Inquiry learning method (5E) with KWDL technique lesson plans, analytical thinking abilities test, and learning achievement test. The data were analyzed by mean, standard deviation, *t*-test for dependent sample, and *t*-test for independent sample.

The results of this study indicated that:

1. The analytical thinking abilities and learning achievement of students after using inquiry learning method (5E) with KWDL technique were statistically significant higher than before using the method at the .05 level of significance.
2. The analytical thinking abilities and learning achievement of students after using inquiry learning method (5E) with KWDL technique were statistically significant higher than the traditional instruction at the .05 level of significance.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	7
ขอบเขตการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.....	13
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	19
การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL.....	28
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL.....	33
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	35
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	51
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	55
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	55
รูปแบบการวิจัย.....	56
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	71
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	81
สรุปผลการวิจัย.....	82
อภิปรายผลการวิจัย.....	82
ข้อเสนอแนะ.....	88
บรรณานุกรม.....	90
ภาคผนวก.....	97
ภาคผนวก ก.....	98
ภาคผนวก ข.....	103
ภาคผนวก ค.....	139
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	201

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 5 มาตรฐาน ว 5.1 เรื่อง แสง และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	17
2-2 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E).....	24
2-3 แผนผัง KWDL.....	31
3-1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	56
3-2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม.....	56
3-3 แบบแผนการวิจัยแบบ Non-equivalent control group pretest-posttest design.....	57
3-4 การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน เรื่องแสง.....	58
3-5 ตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมบ่งชี้.....	63
3-6 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด.....	66
4-1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน.....	77
4-2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	78
4-3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน.....	79
4-4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-1 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง นัยน์ตากับการมองเห็น.....	140
ค-2 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสะท้อนของแสง	141
ค-3 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา.....	142
ค-4 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหักเหของแสง.....	144
ค-5 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเกิดภาพจากเลนส์.....	145
ค-6 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ทศานุปรกรณ์.....	146
ค-7 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ.....	148
ค-8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม การคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัด ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	162
ค-9 การปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามข้อเสนอแนะ ของผู้เชี่ยวชาญ.....	164
ค-10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	168
ค-11 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	170
ค-12 การปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะ ของผู้เชี่ยวชาญ.....	173
ค-13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	184

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-14 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน).....	187
ค-15 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน).....	188
ค-16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	189
ค-17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	191
ค-18 การทดสอบ <i>t</i> -test ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนก่อนเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	192
ค-19 การทดสอบ <i>t</i> -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนก่อนเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	193
ค-20 การทดสอบ <i>t</i> -test ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	194
ค-21 การทดสอบ <i>t</i> -test ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	196
ค-22 การทดสอบ <i>t</i> -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	198
ค-23 การทดสอบ <i>t</i> -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	199

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
ค-1 ใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา.....	131
ค-2 ใบกิจกรรม KWDL ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา.....	134

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นหัวใจในการผลิตและพัฒนาบุคลากรของประเทศเพื่อนำไปสู่การเสริมสร้างสมรรถนะให้มีความพร้อมสำหรับการก้าวเข้าสู่เศรษฐกิจและสังคมโลกในศตวรรษที่ 21 (ชวณี ทองโรจน์, 2557, หน้า 12) ซึ่งการศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นการเตรียมบุคคลไปเผชิญการเปลี่ยนแปลงของโลกที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผัน และคาดไม่ถึง โดยต้องเป็นบุคคลที่ใช้ความรู้และพร้อมเรียนรู้ ไม่ว่าจะประกอบสัมมาชีพใด (วิจารณ์ พานิช, 2555)

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีนที่มนุษย์สร้างขึ้น เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนกระบวนการและผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตประจำวัน ล้วนเป็นผลมาจากความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์ และที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

ความสามารถในการคิดและทักษะในการคิดมีความสำคัญยิ่งสำหรับการจัดการศึกษาในปัจจุบัน เพราะความสามารถและทักษะในการคิดมีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต การดำรงชีวิต และการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายและประสบผลสำเร็จ ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะในศตวรรษที่ 21 ว่าทักษะที่สำคัญที่สุด คือ ทักษะการคิดและทักษะชีวิต เพื่อจะได้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสันติสุขในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกด้าน อีกทั้งทักษะและความสามารถในการคิดยังส่งผลถึงการพัฒนาประเทศชาติในทุกด้านอีกด้วย (วัชรา เล่าเรียนดี, 2554, หน้า 1) ซึ่งการคิดวิเคราะห์เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้และการดำเนินชีวิต บุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะมีความสามารถในด้านอื่น ๆ เหนือกว่าบุคคลอื่นทั้งด้านสติปัญญาและการดำเนินชีวิต การคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานของการคิดทั้งหมด เป็นทักษะที่ทุกคนสามารถพัฒนาได้รวมทั้งสามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นได้

ทักษะการคิดวิเคราะห์จึงเป็นทักษะการคิดระดับสูงที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการคิดทั้งหมด ทั้งการคิดวิจารณ์และการคิดแก้ปัญหา (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553, หน้า 13)

ตามที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มีจุดมุ่งหมายในการจัดการศึกษาเพื่อเน้นการพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ คุณธรรม จริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ (กฤษตรี เพ็ชรทวีพรเดช, ธาธิดา สรียาภรณ์, สุริยา บังใบ และสุนันท์ สนิชพาน, 2550, หน้า 2) ซึ่งการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาวิคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 92) ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และพัฒนาความรู้ด้วยตนเองรวมทั้งมีการฝึกและปฏิบัติในสภาพจริง มีการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับสังคม และการประยุกต์ใช้ มีการจัดกิจกรรมและกระบวนการให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพของผู้เรียน (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556)

การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (พ.ศ. 2552-2561) มีปัญหาต้องเร่งพัฒนาปรับปรุง โดยเฉพาะคุณภาพผู้เรียนที่ขาดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทั้งการคิดวิเคราะห์ ใฝ่เรียนรู้ และแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจากการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ที่เน้นการวัดทักษะการวิเคราะห์มากกว่าการท่องจำ ปี 2015 พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ คือ 421 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงลำดับที่ 51-57 จาก 72 ประเทศ ซึ่งต่ำกว่าประเทศในเอเชียที่ร่วมการประเมิน สูงกว่าเพียงประเทศอินโดนีเซียเท่านั้น ซึ่งประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มล่างหรือกลุ่มที่มีผลการประเมินต่ำ และผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงจาก ปี ค.ศ. 2012 อีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) และจากผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสอง (ปี พ.ศ. 2549-2553) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในมาตรฐานที่ 4 พบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ เฉลี่ยอยู่ที่ 2.71 จากคะแนนเต็ม 4 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ และร้อยละของสถานศึกษาที่มีระดับคุณภาพในมาตรฐานที่ 4 อยู่ในระดับดีหรือดีมาก มีเพียงร้อยละ 16.95 เท่านั้น (สกุล มูลแสง, 2554) อีกทั้งจากงานวิจัยของดวงจันทร์ วรคามิน, บังปอนด์ รักอำนวยกิจ และชยวิทย์ สายฟ้า (2559)

ที่ศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และการมีจิตสาธารณะ เพื่อพัฒนาศักยภาพการเป็นคนดี คนเก่งของนักเรียนไทย พบว่า นักเรียนที่ผ่านการประเมินร้อยละ 60 มีเพียงร้อยละ 2.09 เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของเด็กไทยอยู่ในระดับต่ำ และจากการสอบถามความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีราชา จังหวัดชลบุรี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะกระบวนการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะในการคิดวิเคราะห์ นักเรียนเน้นการท่องจำเป็นส่วนใหญ่ (นิชกานต์ เจียมศิริ, สัมภาษณ์, 20 สิงหาคม 2559)

จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (Ordinary National Educational Test: O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556 2557 และ 2558 พบว่า คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของทั้งประเทศมีเพียงร้อยละ 37.95 38.62 และ 37.63 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 แสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศยังอยู่ในระดับที่ต้องพัฒนา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) และจากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีราชา จังหวัดชลบุรี ปีการศึกษา 2556 2557 และ 2558 พบว่า คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีเพียงร้อยละ 37.83 39.72 และ 36.57 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 (โรงเรียนศรีราชา, 2558) อีกทั้งจากการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ของโรงเรียนศรีราชา พบว่า ตัวบ่งชี้ที่ 5 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งเป็นจุดที่ควรพัฒนาให้สูงขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2554) ยิ่งไปกว่านั้นจากผลการทดสอบ O-NET ปีการศึกษา 2558 ในระดับชาติของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์จำแนกตามสาระ พบว่าในสาระที่ 5 พลังงาน มีคะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 37.46 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนศรีราชา พบว่า สาระที่ 5 เป็นสาระที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (โรงเรียนศรีราชา, 2558) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องแสง (Light) จัดอยู่ในสาระที่ 5 พลังงาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และจากงานวิจัยของเสาวลักษณ์ เหลืองดี (2552) ได้ทำการศึกษามโนทัศน์ เรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนยังมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เท่ากับร้อยละ 53.58 แสดงให้เห็นว่าการศึกษาเรื่องแสง ของนักเรียนยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่ค่อนข้างมาก และจากงานวิจัยของสวนีย์ เพ็ชรพงศ์ (2556) พบว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง ที่นักเรียนมีความเข้าใจน้อยที่สุด คือ เรื่องการสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากการสะท้อน และการหักเหของแสงและการนำไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากนักเรียนสับสนเกี่ยวกับภาพที่เกิดขึ้นเวลาแสงสะท้อนผ่านกระจกชนิดต่าง ๆ ไม่เข้าใจความแตกต่างระหว่างการสะท้อนของแสงและการหักเหของแสง

อีกทั้งการหักเหของแสงและการใช้ประโยชน์มีรายละเอียดเกี่ยวกับภาพที่เกิดขึ้นมากนักเรียนบางส่วนยังสับสนเกี่ยวกับภาพที่เกิดจากเลนส์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเรื่องแสง เป็นเรื่องที่เข้าใจยาก ซับซ้อน และเป็นนามธรรม

การจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนศรีราชา จังหวัดชลบุรี จากการสังเกต การสัมภาษณ์ครูที่สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์สอน พบว่า การจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ยังเน้นไปที่การท่องจำ ผู้สอนเป็นผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้ให้ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนขาดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงไม่ค่อยให้ความสนใจในการเรียนเท่าที่ควร อีกทั้งจากการตอบคำถามปลายเปิดของผู้เรียน ผู้เรียนจะตอบคำถามเพียงสั้น ๆ ไม่มีการต่อยอดหรือเชื่อมโยงความรู้ ทำให้ขาดทักษะกระบวนการคิด และความรู้ที่ได้ยังไม่คงทนถาวร

จากความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน และปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามเกิดความคิดและลงมือแสวงหาความรู้หรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) (Bybee, 2014) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และสามารถกระตุ้นความคิดแบบสร้างสรรค์ (วัชราน เล่าเรียนดี, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสวาสดี ลาพันธ์ (2555) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของศิลา สงอาจินต์ (2551) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การจัดการเรียนรู้ เรื่องแสง เป็นเรื่องที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเป็นเรื่องที่มีโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และนำหลักการมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้

ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL (Know-Want-Do-Learn) เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนคิดหาข้อมูลของคำตอบตามต้องการในแต่ละขั้น และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) K (What we know) เรารู้อะไรบ้างจากสิ่งที่เรียนหรือโจทย์บอกอะไรบ้าง 2) W (What we want to know) เราต้องการรู้อะไรหรือโจทย์ต้องการทราบอะไร 3) D (What we do to find out) เรามีวิธีการอย่างไรเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองต้องการรู้หรือตามสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และ 4) L (What we learned) เราเรียนรู้สาระความรู้ อะไร หรือคำตอบที่ได้เรียนรู้จากการดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 (D) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552; วัชรภา เล่าเรียนดี, 2554) โดยเทคนิคนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนเนื่องจากมีกรอบและแนวทางฝึกให้คิดเป็นลำดับขั้นตอน และเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับ โจทย์ปัญหา เพื่อพัฒนาการอ่าน โจทย์และวิเคราะห์ โจทย์ได้ ทำให้นักเรียนได้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ได้ดีขึ้น อันจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอำภาพงษ์ มังคละ (2556) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การคิดวิเคราะห์ และการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของพิชานันท์ รักทรัพย์ (2555) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) และการนำเทคนิค KWDL มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากแนวคิดของนักการศึกษา และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สะท้อนให้เห็นว่าการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดที่เป็นพื้นฐานของการคิดทั้งหมด เมื่อบุคคลมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก็สามารถจัดการกับความรู้ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าต่อไปได้ ซึ่งก็จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) และการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SE) ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้

ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น เพื่อบรรลุตามความมุ่งหวังของการ จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชาติ และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะด้านการคิดที่จำเป็นในศตวรรษ ที่ 21 อันจะทำให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตได้อย่างสันติสุขในสังคม โลกที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็วได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังได้รับการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง แสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ได้แนวทางสำหรับครูหรือผู้วิจัยในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ต่อไป
3. ได้แนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวัดและประเมินผล ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 12 ห้องเรียน รวม 597 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วสุ่มอย่างง่ายได้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 48 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวน 48 คน เป็นกลุ่มควบคุม โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ)
 - 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.2.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

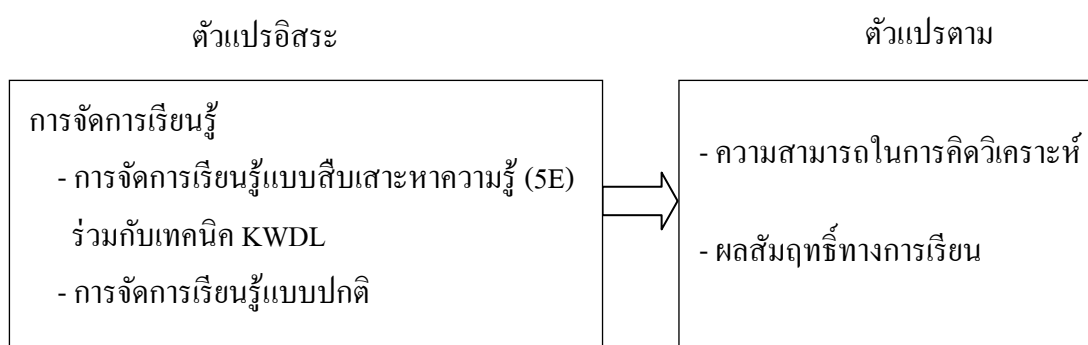
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาในสาระที่ 5 พลังงาน เรื่อง แสง รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

- 3.1 นัยน์ตากับการมองเห็น
- 3.2 การสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสง
- 3.3 การหักเหของแสงและภาพที่เกิดจากการหักเหของแสง
- 3.4 ทัศนูปกรณ์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้เวลาในการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง การทดลอง 12 ชั่วโมง และการทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมใช้เวลาดังกล่าวทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การประยุกต์ใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อหาความรู้และคำตอบด้วยตนเอง ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ซึ่งนำเรื่องที่น่าสนใจมาเป็นตัวกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อร่วมกันสำรวจและค้นหาข้อมูลจากการทดลอง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ต่อไป

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้อธิบายวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำข้อสรุปที่ได้ประยุกต์ใช้ต่อไป

1.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้หรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยสอดแทรกเทคนิค KWDL ในขั้นตอนที่ 4 ขยายความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบตามต้องการ ในแต่ละขั้นของเทคนิค KWDL ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีกรอบและแนวทางฝึกให้คิดเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน และเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับโจทย์ปัญหา ทำให้ผู้เรียนสามารถอ่านโจทย์ และวิเคราะห์โจทย์ได้อย่างถูกต้อง โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ อาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เกิดจากการนำเรื่องราวเหตุการณ์ที่น่าสนใจ หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือข้อสังเกต โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อร่วมกันสำรวจและค้นหาข้อมูลจากการทดลอง จากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล นำเสนอผลการเรียนรู้ที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายสรุปผลการเรียนรู้

2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์

หรือเหตุการณ์อื่น ๆ โดยครูกำหนดโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของเรื่องที่เรียน จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันหาคำตอบและวิธีการหาคำตอบตามเทคนิค KWDL ดังนี้

K (What we know): ผู้เรียนร่วมกันบอกความรู้เดิมของตนเองที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือโจทย์ที่กำหนด โดยผู้เรียนต้องแยกแยะองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูล และรวบรวมสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

W (What we want to know): ผู้เรียนร่วมกันบอกสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม หรือโจทย์ต้องการทราบอะไร โดยผู้เรียนต้องวิเคราะห์หาความสำคัญของสิ่งที่ต้องการทราบ หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้มาจากโจทย์

D (What we do to find out): ผู้เรียนร่วมกันบอกวิธีการหาคำตอบตามสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้ โดยผู้เรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นขั้นตอนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

L (What we learned): ผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ หรือคำตอบที่ได้จากวิธีการหาคำตอบ

2.5 ชั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ

3. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยตามหลักการ รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือความสำคัญของสิ่งที่กำหนดประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

3.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการแยกแยะข้อมูลที่กำหนดให้ว่าสิ่งใดสำคัญ

3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องมีความสัมพันธ์กันอย่างไร คล้อยตามหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3.3 การวิเคราะห์หลักการ เป็นการค้นหาโครงสร้าง เรื่องราวที่กระทำที่ร่วมกัน โดยยึดหลักการอะไรเป็นสำคัญ

โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีการกำหนดสถานการณ์ เรื่องแสง ทั้งหมด 5 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 3 ข้อ ที่วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์

ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนทางด้านพุทธิพิสัย เรื่อง แสง โดยแบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ

4.1 ความรู้ความจำ เป็นความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการรับรู้ จดจำ และระลึกถึงข้อมูลหรือเรื่องราวต่าง ๆ

4.2 ความเข้าใจ เป็นความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการแปลความ การตีความ และการขยายความ โดยสามารถจับใจความสำคัญของเรื่องถ่ายทอดมาเป็นภาษาตนเอง โดยความหมายยังคงเดิม

4.3 การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม

4.4 การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น

4.5 การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนประกอบย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นองค์รวมใหม่ที่กลมกลืนอย่างมีความหมาย โดยสร้างสรรค์สิ่งใหม่ด้วยตนเอง

4.6 การประเมินค่า เป็นความสามารถในการตีค่าหรือตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้เป็นหลัก

โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับเทคนิค KWDL ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE)
 - 2.4 บทบาทของครูสอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE)
 - 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL
 - 3.1 ประวัติและความเป็นมา
 - 3.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL
 - 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับเทคนิค KWDL
5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 5.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์หรือความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 5.2 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์
 - 5.3 การวัดและประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.3 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ ทักษะ พื้นฐาน และเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาคือ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต ซึ่งมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

ธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก ไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

**คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ว 22102 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีราชา**

ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ ทดลอง และคำนวณเกี่ยวกับการสะท้อนและการหักเหของแสง ผลของความสว่างและการดูดกลืนแสงสีของวัตถุ การหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบ เดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่งหรือวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว คงที่ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีของดิน หิน แร่ ปิโตรเลียม ถ่านหิน หินน้ำมัน การเกิด ประโยชน์ และการอนุรักษ์แหล่งน้ำในท้องถิ่น กระบวนการผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม และการตกผลึกโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงของโลก

โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความรู้ มีสามารถในการสื่อสาร ในการคิด ในการแก้ปัญหา ในการใช้ ทักษะชีวิต มีจิตวิทยาศาสตร์และมีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สามารถนำความรู้ไปใช้กับเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้เหมาะสมกับวัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาลักษณะการศึกษาระดับชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ว 22102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 5 พลังงาน เรื่องแสง และสาระที่ 8 เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค KWDL

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 5 พลังงาน และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ว 22102) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และสาระ การเรียนรู้แกนกลาง ในสาระที่ 5 พลังงาน เรื่องแสง และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 5 มาตรฐาน ว 5.1 เรื่อง แสง และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 5.1 ม.2/2 อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ	1. นัยน์ตากับการมองเห็น	- นัยน์ตาของคนเราเป็นอวัยวะใช้มองดูสิ่งต่าง ๆ
ว 5.1 ม.2/3 ทดลองและอธิบายการดูดกลืนแสงสีการมองเห็นสีของวัตถุ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		- นัยน์ตามีองค์ประกอบสำคัญหลายอย่าง - ความสว่างมีผลต่อนัยน์ตามนุษย์ จึงมีการนำความรู้เกี่ยวกับความสว่างมาช่วยจัดความสว่างให้เหมาะสมกับการทำงาน
ว 8.1 ม.2/5 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐานและความผิดปกติของข้อมูล จากการสำรวจตรวจสอบ		- ออกแบบวิธีการตรวจสอบว่าความสว่างมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
ว 8.1 ม.2/7 สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ		- เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงสีบางสีไว้ และสะท้อนแสงสีที่เหลือออกทำให้เรามองเห็นวัตถุเป็นสีต่าง ๆ - การนำความรู้เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงสี การมองเห็นสีของวัตถุไปใช้ประโยชน์ในการถ่ายรูปและในการแสดง
ว 8.1 ม.2/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้น หรือโต้แย้งจากเดิม		

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 5.1 ม.2/1 ทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสง การหักเหของแสงและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	2. การสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสง	- เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุหรือตัวกลางอีกตัวกลางหนึ่ง แสงจะเปลี่ยนทิศทาง การเคลื่อนที่โดยการสะท้อนของแสงหรือการหักเหของแสง
ว 8.1 ม.2/1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้	3. การหักเหของแสงและภาพที่เกิดจากการหักเหของแสง	
ว 8.1 ม.2/2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้	4. ทศนุอุปกรณ์	- การนำความรู้เกี่ยวกับการสะท้อนของแสง และการหักเหของแสงไปใช้อธิบายแว่นตา
ว 8.1 ม.2/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัยโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม		ทศนุอุปกรณ์ กระจกเส้นใยนำแสง
ว 8.1 ม.2/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ		
ว 8.1 ม.2/6 สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ		
ว 8.1 ม.2/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ		

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry learning method) มีชื่อเรียกแตกต่างกัน แต่มีความหมายในทำนองเดียวกัน เช่น การสืบเสาะ การสืบสอบ (พิมพันธ์ เชชะกุลต์, 2545) การสืบสวนสอบสวน (สุวิทย์ คำมูล และอรทัย มูลคำ, 2546) การสืบเสาะหาความรู้ (ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม, 2558) โดยในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า การสืบเสาะหาความรู้ โดยมีนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เชชะกุลต์ (2545, หน้า 69) กล่าวว่า การสืบสอบ หมายถึง วิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นหาหาความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546, หน้า 136) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการฝึกให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นผู้เรียนให้ใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 147) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นหาความจริงโดยการแสวงหาความรู้ ให้ผู้เรียนฝึกคิดหาเหตุผลลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบ สร้างความรู้และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์เรียนรู้

ทศนา เขมมณี (2558, หน้า 141) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือแสวงหาความรู้เพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

จากที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีพื้นฐานมาจากปรัชญาการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Learning by doing) ของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivist) (วัชรวิภา เล่าเรียนดี, 2554, หน้า 101) ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivist) เกิดขึ้นในขณะที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ ผู้เรียนจะมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ เมื่อรู้จักสิ่งนั้นด้วยตนเองอย่างต้นตัว และจะมีการจัดกระทำข้อมูลใหม่ด้วยความรู้ที่มีอยู่ ถ้าข้อมูลใหม่ไม่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมจะเกิดความขัดแย้งในใจขึ้นและจะต้องหาทางแก้ไข ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของ Piaget และ Vygotsky (ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 72) แบ่งออกเป็น 2 แนวคิดได้แก่

1. Cognitive constructivism หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของ Piaget เป็นทฤษฎีที่ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำและผู้สร้างความรู้ขึ้นเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการเกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญา เป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น

2. Social constructivism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของ Vygotsky ซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2554)

ต่อมาคาร์พลัส (Kaplus) และเทียร์ (Tear) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 3 ชั้น (3E) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ชั้นสำรวจ (Exploration) ชั้นสร้าง (Exploration) และชั้นค้นพบ (Discovery) แต่ยังมีครูจำนวนมากที่ไม่เข้าใจในขั้นสร้างกับขั้นค้นพบ จึงได้มีการปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ (Exploration) ชั้นแนะนำโน้ตส์ (Concept introduction) และชั้นประยุกต์ใช้โน้ตส์ (Concept application) ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ดัดแปลงขั้นแนะนำโน้ตส์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ที่มีชื่อเรียกแตกต่างกันแต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน คือ ชั้นแนะนำคำสำคัญ (Term introduction) ชั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept acquisition) และชั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Concept acquisition)

ในปี ค.ศ. 1990 บาร์แมน (Barman) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ชั้น หรือเรียกว่า 4E ได้แก่ ชั้นสำรวจ (Exploration phase) ชั้นอธิบาย (Explanation phase) ชั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion phase) และชั้นประเมินผล (Evaluation phase)

ในปี ค.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับขยายรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ชั้น หรือเรียกว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสม โดยมีขั้นตอน 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) และชั้นประเมิน (Evaluation) (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556)

ในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ได้มีการขยายรูปแบบการเรียนรู้จาก 5 ชั้น เป็น 7 ชั้น ดังนี้ 1) ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) 2) ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) 3) ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration phase) 4) ชั้นอธิบาย (Explanation phase) 5) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) 6) ชั้นประเมินผล (Evaluation phase) และ 7) ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) ซึ่งเพิ่มมามาก 2 ชั้น คือ 1) ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation phase) ซึ่งเป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้ คือ การกระตุ้นให้เด็กมีความสนใจและตื่นตัวกับการเรียนสามารถสร้างความรู้ที่มีความหมาย และ 2) ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase) เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้มาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558)

จากการศึกษาความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีพื้นฐานมาปรัชญาการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Learning by doing) ของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivist) ซึ่งคาร์พลัส (Kaplus) และเทียร์ (Tear) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 3 ชั้น (3E) ต่อมาบาร์แมน (Barman) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ชั้น (4E) โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (BSCS) ได้ปรับขยายรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ชั้น (5E) และ Eisenkraft ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) มาใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ตามแนวคิดของนักพัฒนา

หลักสูตรชีววิทยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Study) หรือ BSCS (Bybee et al., 2006 อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, หน้า 147) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้เป็นการแนะนำบทเรียน หรือประเด็นที่สนใจ ซึ่งอาจมาจากผู้เรียนนำเสนอหรือผู้สอนเป็นผู้เสนอแนะ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย การซักถามประเด็นปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น และเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น โดยการจัดการเรียนรู้ควรอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการปรับขยายความคิด โดยที่ผู้เรียนได้รับคำแนะนำคำชี้แจงจากผู้สอน มีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้อย่างเพียงพอ ผู้สอนไม่ควรบอกผู้เรียนว่าจะต้องเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดมากนักเพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการสำรวจด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการสำรวจการเก็บรวบรวมและการบันทึกข้อมูลของตนเอง ผลที่ได้จากการสำรวจจะนำมาสร้างคำอธิบายตามความหมายและความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นนี้มุ่งให้ผู้เรียนวางแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา สามารถกำหนดมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเอง ผู้สอนเสนอแนะแนวทางแก่ผู้เรียนจนสร้างคำอธิบายตามความเข้าใจหรือกรอบแนวคิดของตน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นนี้มุ่งกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่มผู้เรียนจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดผ่านการค้นพบ โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ในสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อีกแล้ว ผู้เรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายความคิดจากตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์เชิงสำรวจเพิ่มเติม สามารถค้นคว้าหารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ การประเมินผลควรต่อเนื่องซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 11) ได้เสนอรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ อาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการ

อภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็น เรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่ สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการ สำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ ในรูปต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้ เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไป ประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ

ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ตามแนวคิดของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ อาจ เกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปราย ภายในกลุ่ม เกิดจากการนำเรื่องราวเหตุการณ์ที่น่าสนใจ หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือ ข้อสนเทศ จากการทดลอง จากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล อย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล นำเสนอผลการเรียนรู้ที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายสรุปผลการเรียนรู้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

นักการศึกษาได้เสนอบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้ พิมพ์นธ์ เศษะคุปต์และคณะ, 2552; ศศิธร เวียงวะลัย, 2556; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558)

ตารางที่ 2-2 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด - ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนมาคิดและอภิปรายร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถามตามประเด็น - กระจายอยากรู้คำตอบ - ตอบคำถามตามความเข้าใจตนเอง - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจ - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - ให้ความรู้กับผู้เรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ - ให้ข้อเสนอแนะและคำปรึกษา 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระในขอบเขต - ทดสอบการคาดคะเนและตั้งสมมติฐาน - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกต และการให้ข้อคิดเห็น ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
3. ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและอธิบาย ความคิดรวบยอดตามความเข้าใจ - ให้ผู้เรียนแสดงหลักฐานและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ให้ผู้เรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นสำคัญจากประสบการณ์ได้ - ให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบาย 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหา - รับฟังคำอธิบายของผู้อื่น - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์ - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกต ประกอบการอธิบาย
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ - ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ที่เรียนมาไปประยุกต์หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่และใช้ทักษะกระบวนการที่เรียนรู้มาปรับใช้ - ให้ผู้เรียนได้อธิบายอย่างหลากหลาย - ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - บันทึกการสังเกตและอธิบาย - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมาย - ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองด้วยการอภิปรายกับเพื่อน
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตผู้เรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของผู้เรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่าผู้เรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้ผู้เรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามโดยอาศัยหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรม - ประเมินตนเองว่าได้เรียนรู้อะไร - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้และความสามารถของผู้เรียน ควรตรวจสอบบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรม แต่ละขั้นตอนว่าสอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หรือไม่ ซึ่งจากการศึกษาบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สรุปได้ว่า บทบาทหน้าที่ของผู้สอนจะอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ และให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี และบทบาทของผู้เรียน เป็นผู้สำรวจ ศึกษา ค้นคว้า ความรู้ด้วยตนเอง เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับประสบการณ์ใหม่ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้โดย มีการอภิปรายระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยตนเอง

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า

ข้อดี

1. ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา
2. ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ รู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดความคงทนในการเรียนรู้และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้
3. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนคติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. ผู้เรียนเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ไม่น่าสงสัยหรือแปลกใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนบางคนขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และผู้เรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอบอกคำถามได้ แต่ผู้เรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร
5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 73) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า

ข้อดี

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา ผู้เรียนฉลาดยิ่งขึ้นและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
2. การค้นพบด้วยตัวเองทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้มากกว่าการเรียนแบบท่องจำ
3. ฝึกให้ผู้เรียนหาวิธีค้นหาคำความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. ช่วยให้ผู้เรียนหาความรู้ได้นานขึ้นและสามารถถ่ายโอนความรู้ได้
5. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการจัดการเรียนรู้ ทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา
6. ช่วยให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
7. ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
8. ผู้เรียน ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือผ่านประสบการณ์ตรง
9. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการจัดการเรียนรู้ บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามกำหนดไว้
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน
3. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้
4. เป็นการลงทุนสูง
5. ถ้าผู้เรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงานทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้
6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก
7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนนี้จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE)

สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง มีความอยากเรียนรู้ ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดและทักษะ สามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้และสามารถถ่ายโอนความรู้ได้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา อีกทั้งมีเจตคติที่ดี และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ แต่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องใช้เวลามาก อีกทั้งข้อจำกัดในด้านเนื้อหาและสติปัญญาของผู้เรียน ถ้าไม่ได้รับการกระตุ้นความสนใจมากพอ ก็จะทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจและเบื่อหน่ายได้ ดังนั้น

ผู้สอนจึงต้องมีการศึกษาและวางแผนในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลา เนื้อหา ความพร้อม และความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากมีความเหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด และทักษะ มีความรู้ที่คงทนถาวร โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ โดยการสำรวจและค้นหา พร้อมทั้งนำข้อมูลที่ได้สำรวจและค้นหามาอภิปรายและลงข้อสรุประหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง อีกทั้งยังมีการนำความรู้ที่ได้ค้นคว้าไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ หรือในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

ประวัติและความเป็นมา

เทคนิค KWDL (Know-Want-Do-Learned) เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากเทคนิค KWL (Know-Want-Learned) ของ Ogle (1986) และต่อมาได้พัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้นในชื่อ KWL-Plus โดยคาร์และโอเกิล (Car and Ogle) ในปี ค.ศ. 1987 โดยคงสาระเดิมของ KWL ไว้ แต่เพิ่มการเขียนผังสัมพันธ์ทางความหมาย (Semantic mapping) สรุปเรื่องที่อ่าน และมีการนำเสนอเรื่องจากผังซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะการเขียนและการพูด แม้เทคนิค KWL จะเป็นมีวัตถุประสงค์เพื่อสอนภาษา แต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่มีการอ่านทำความเข้าใจ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากวิธีการ KWL เน้นกระบวนการอ่าน ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการคิดอย่างรู้ตัวหรืออภิปัญญา (Metacognition) โดยวิธีการ KWL มีประโยชน์ต่อผู้เรียนในการฝึกทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนสรุป และนำเสนอ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน (สมศักดิ์ ภู่วิภาดาบรรณ, 2553) และต่อมาชอและคณะ (Shaw, Chambliss, Chessin, Price & Beardain, 1997) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปีประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำเทคนิค KWDL มาใช้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยนำมาประยุกต์ใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

ชอและคณะ (Shaw et al., 1997 อ้างถึงใน เสาวนีย์ บุญแก้ว, 2554) กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจากเทคนิค KWL ของ Ogle ที่พัฒนาขึ้นสำหรับช่วยการอ่านเพื่อความเข้าใจ โดยเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) K (What we know) เรารู้อะไรหรือโจทย์บอกอะไรบ้าง 2) W (What we want) เราต้องการรู้ต้องการทราบอะไร โจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีการอะไรบ้าง 3) D (What we do) เราทำอะไรอย่างไร และ 4) L (What we learn) เราเรียนรู้อะไรหรือคำตอบที่ได้และบอกวิธีคิดคำตอบอย่างไร

วัชรมา เล่าเรียนดี (2554) ได้ให้ความหมายของเทคนิค KWDL ว่า เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากเทคนิค KWL ของโอเกล เป็นเทคนิคที่มีคำถามนำเพื่อให้เกิดหาข้อมูลของคำตอบตามต้องการในแต่ละขั้น ช่วยพัฒนาทักษะการอ่านและทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดเชิงวิเคราะห์ เนื่องจากมีกรอบและแนวทางฝึกให้คิดเป็นลำดับขั้นตอน และเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับโจทย์ปัญหา ที่เกิดจากการอ่าน โจทย์ไม่เข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น เทคนิค KWDL ประกอบด้วย 1) K: เรารู้อะไร (What we know) หรือโจทย์บอกอะไรเราบ้าง 2) W: เราต้องการรู้ต้องการทราบอะไร (What we want to know) โจทย์ให้หาอะไรหรือ โจทย์บอกอะไรบ้าง 3) D: เราทำอะไร อย่างไร (What we do) หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้าง หรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร และ 4) L: เราเรียนรู้อะไรจากการดำเนินการขั้นที่ 3 (What we learned) ซึ่งคือ คำตอบ สารความรู้ และวิธีการศึกษาคำตอบ ขั้นตอนการคิดคำนวณ เป็นต้น

นิยม เกียรติทำทราย (2548) ได้ให้ความหมายของเทคนิค KWDL ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน คือ 1) K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างจากโจทย์ที่กำหนดให้ 2) W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการรู้ว่าเป็นอะไร 3) D (What we do to fine out) นักเรียนจะต้องทำอะไรเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ และ 4) L (What we learned) อะไรที่นักเรียนสรุปได้เป็นความรู้

กัญชนก กามะพร (2553) ได้ให้ความหมายของเทคนิค KWDL ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการ ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการคิดอย่างรู้ตัวว่าตนคิดอะไร มีวิธีคิดอย่างไร สามารถตรวจสอบความคิดของตนเองได้ และสามารถปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนได้ โดยผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง มีการวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมายตรวจสอบความเข้าใจของตนและแสวงหาคำตอบ ซึ่งมีขั้นตอนในการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้น K: นักเรียนรู้อะไรบ้าง (What you know) 2) ขั้น W: นักเรียนต้องการรู้อะไร (What you want to know) 3) ขั้น D: นักเรียนทำอะไรบ้าง (What you do) และ 4) ขั้น L: นักเรียนได้เรียนรู้อะไร (What you learned)

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWLD สามารถสรุปได้ว่า เทคนิค KWLD เป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบตามต้องการในแต่ละขั้น ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีกรอบและแนวทางฝึกให้คิดเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน และเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับโจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถอ่าน โจทย์ และวิเคราะห์โจทย์ได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. K (What we know) เรารู้อะไรบ้างจากสิ่งที่เรียนหรือ โจทย์บอกอะไรบ้าง
2. W (What we want to know) เราต้องการรู้อะไรหรือ โจทย์ต้องการทราบอะไร
3. D (What we do to find out) เรามีวิธีการอย่างไรเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองต้องการรู้หรือตามสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
4. L (What we learned) เราเรียนรู้สาระความรู้อะไรบ้างหรือคำตอบที่ได้เรียนรู้จากการดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 (D)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWLD

ซอว์ และคณะ (Shaw et al., 1997 อ้างถึงใน รุจิร รักใหม่, 2557) ได้พัฒนาเทคนิค KWLD มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่มให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับ โจทย์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยใช้บัตรกิจกรรมเทคนิค KWLD

ขั้นที่ 2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับ โจทย์ หาความสัมพันธ์ของโจทย์ และกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 นักเรียนช่วยกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา หาคำตอบ และตรวจคำตอบ

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาออกมา เสนอและสรุปที่ได้จากการเรียน

วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2554) กล่าวว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWLD ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขั้นนำ

- 1.1 ทบทวนความรู้เดิม
- 1.2 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.3 สร้างความสนใจด้วยเกม

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูนำเสนอ โจทย์ปัญหา โจทย์ให้กับนักเรียนทั้งชั้น ครูและนักเรียนร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาตามแผนผัง KWLD ดังนี้

K: ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกรให้ทราบ

W: ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนแก้ปัญหา

D: ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหา

L: ครูและนักเรียนร่วมสรุปการแก้ปัญหา

3. ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ

นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น โดยเป็นโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนและสถานการณ์อื่น ๆ

4. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล

โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สามารถใช้แผนผัง KWDL ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 แผนผัง KWDL

K	W	D	L
โจทย์บอกรอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรได้บ้าง	ดำเนินการตามกระบวนการ	คำตอบที่ได้และขั้นตอนที่ใช้
1.	สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคือ	แสดงวิธีทำ.....	คำตอบ.....
2. ....	.....	วิธีที่ 1	
3.	วิธีการแก้ปัญหา คือ		สรุปขั้นตอนที่ใช้
4. ....	.....	วิธีที่ 2	
	วิธีการแก้ปัญหาที่เลือกใช้คือ		

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547) ได้นำเทคนิค KWDL มาจัดการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ทบทวนความรู้เดิม โดยการยกสถานการณ์ปัญหาในเรื่องที่เรียนมาแล้วสนทนาซักถามนักเรียนให้ร่วมกันตอบคำถาม

1.2 แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบและบทบาทการทำงานกลุ่ม

1.3 ไร่้าความสนใจ โดยใช้เกม

2. ชั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนทั้งชั้น แล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านวิเคราะห์โจทย์และแก้ปัญหา ตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K : ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ หรือสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์

W : ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนแก้ปัญหา พร้อมทั้งเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

D : ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้

L : ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้ปัญหา และอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครูคอยแนะนำ ด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกันปฏิบัติงานตามบัตรกิจกรรม KWDL

3. ชั้นฝึกทักษะโดยอิสระ

3.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน (อาจใช้กลุ่มเดิมหรือจัดกลุ่มใหม่ก็ได้)

3.2 ให้นักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโดยตรง และในสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างจากตัวอย่าง เพื่อฝึกทักษะการนำไปใช้ จากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของสมาชิกในกลุ่มตนเอง

4. ชั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระสำคัญของการเรียนรู้

4.2 ครูประเมินผลการเรียนรู้ในด้านความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบประจำหน่วย

4.3 นักเรียนเสนอแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทำงานร่วมกัน เพื่อประสิทธิภาพการพัฒนาการทำงานกลุ่ม

นิยม เกียรติทาทราย (2548) ได้จัดขั้นตอนการสอนด้วยเทคนิค KWDL ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

K: What we know (นักเรียนเรียนรู้อะไรบ้างแล้ว) เป็นขั้นเตรียมความรู้พื้นฐานการระดมความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ทำหน้าที่จับบันทึกคำตอบและช่วยนักเรียนจัดหมวดหมู่ของข้อมูลเหล่านั้น

W: What we want to know (นักเรียนต้องการรู้อะไร) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและบอกสิ่งที่พวกเขาต้องการรู้ บ่อยครั้งที่ผู้เรียนจะมีคำถามที่ยังไม่ได้ตอบในเรื่องที่อ่าน พวกเขาอาจตกลงกันว่าจำเป็นต้องไปหาข้อมูล และจะไปหาแหล่งข้อมูลที่ไหนหรืออาจต้องทำการวัดทำการทดลอง หรือค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ เพื่อที่จะหาคำตอบและข้อมูลเหล่านั้น

D: What we do to find out (เป็นการบันทึกว่าทำอะไรไปบ้างแล้ว) ช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีสติถึงแผนและกระบวนการ การดำเนินงานที่พวกเขาได้ใช้ในขณะทำงานร่วมกันและแก้ปัญหา

L: What we learned (นักเรียนได้เรียนรู้อะไร) ให้นักเรียนอ่านในใจและบันทึกว่าได้เรียนรู้อะไรไปบ้างแล้วนำมาเล่าสู่กันฟัง แล้วบันทึกไว้ ขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้จัดเวลาและขยายความคิดทั้งกระบวนการอ่านและกระบวนการเขียน

ผู้วิจัยสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เพื่อใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ โดยครูกำหนดโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของเรื่องที่เรียน จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันหาคำตอบและวิธีการหาคำตอบตามเทคนิค KWDL ดังนี้

K: ผู้เรียนร่วมกันบอกความรู้เดิมของตนเองที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือโจทย์ที่กำหนดโดยผู้เรียนต้องแยกแยะองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูล และรวบรวมสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

W: ผู้เรียนร่วมกันบอกสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม หรือโจทย์ต้องการทราบอะไร โดยผู้เรียนต้องวิเคราะห์หาความสำคัญของสิ่งที่ต้องการทราบ หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้อาจจากโจทย์

D: ผู้เรียนร่วมกันบอกวิธีการหาคำตอบตามสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้ โดยผู้เรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นขั้นตอนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

L: ผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากวิธีการหาคำตอบ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับเทคนิค KWDL

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) นั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) และการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนคิดหาคำตอบตามต้องการในแต่ละขั้น ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีกรอบและแนวทางฝึกให้คิดเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน และเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับโจทย์ปัญหา ให้นักเรียนสามารถอ่าน โจทย์ และวิเคราะห์โจทย์ได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ชั้น K (What we know) เป็นการบอกความรู้เดิมของผู้เรียน 2) ชั้น W (What we want to know) เป็นการบอกสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ 3) ชั้น D (What we do to find out) เป็นดำเนินการแก้ปัญหาหรือบอกวิธีการหาคำตอบ และ 4) ชั้น L (What we learned) เป็นการสรุปสาระความรู้จากวิธีการดำเนินการหาคำตอบ ซึ่งเรื่องแสง เป็นเรื่องที่มีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับ โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเทคนิค KWDL มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะนำเทคนิค KWDL มาแทรกในชั้นที่ 4 ขยายความรู้ ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดตามขั้นตอนของเทคนิค KWDL ยิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ อาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เกิดจากการนำเรื่องราวเหตุการณ์ที่น่าสนใจ หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหรือข้อสังเกต โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อร่วมกันสำรวจและค้นหาข้อมูลจากการทดลอง จากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล นำเสนอผลการเรียนรู้ที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายสรุปผลการเรียนรู้

4. ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ โดยครูกำหนดโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของเรื่องที่เรียน จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันหาคำตอบและวิธีการหาคำตอบตามเทคนิค KWDL ดังนี้

K (What we know): ผู้เรียนร่วมกันบอกความรู้เดิมของตนเองที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือโจทย์ที่กำหนด โดยผู้เรียนต้องแยกแยะองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูล และรวบรวมสิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดมาให้

W (What we want to know): ผู้เรียนร่วมกันบอกสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม หรือโจทย์ต้องการทราบอะไร โดยผู้เรียนต้องวิเคราะห์หาความสำคัญของสิ่งที่ต้องการทราบ หรือความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้มาจากโจทย์

D (What we do to find out): ผู้เรียนร่วมกันบอกวิธีการหาคำตอบตามสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้ โดยผู้เรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นขั้นตอนตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

L (What we learned): ผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากวิธีการหาคำตอบ

5. ชั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ความหมายของการคิดวิเคราะห์หรือความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ลักษณะ สิริวัฒน์ (2549) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาค้นคว้าว่าทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร และเชื่อมโยงสัมพันธ์กันได้อย่างไร เพียงไร

สุวิทย์ มูลคำ (2553) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุประสงค์ของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

วัชรนา เล่าเรียนดี (2554) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การแสดงออกด้วยคำพูดหรือพฤติกรรม การปฏิบัติที่บ่งบอกถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ อย่างละเอียดทุกแง่มุม โดยอธิบายเหตุผลประกอบเรื่องที่รู้ ระบุนิยามความคิดรวบยอด ระบุนิยาม ระบุนิยามเชื่อมโยงของความคิดรวบยอดต่าง ๆ และรายละเอียดของเรื่อง สามารถที่จะแจกแจง จำแนกแยกองค์ประกอบส่วนประกอบต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลที่เป็นหลักฐานสำคัญเพื่อนำมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจและประเมินผล เพื่อสรุปอย่างเหมาะสม

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรณี สินธพานนท์ (2555) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดที่สามารถจำแนกแยกแยะข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยตามหลักการที่กำหนด เพื่อค้นหาความจริงจนได้ความคิดที่จะนำไปสู่ข้อสรุปและการนำไปประยุกต์ใช้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการมองเห็นรายละเอียด และจำแนกแยกแยะข้อมูล องค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ องค์ประกอบ

หรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ สามารถอธิบายดีความ รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) กล่าวว่า ความคิดวิเคราะห์เป็นความคิดที่เกี่ยวข้องกับการจำแนก รวบรวมเป็นหมวดหมู่ รวมทั้งการจัดประเด็นต่าง เช่น การจำแนกชนิดของหินโดยพิจารณาลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์

จากการที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์หรือความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยตามหลักการ รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือความสำคัญของสิ่งที่กำหนด

องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

บลูม (Bloom, 1956) ได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์เป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาแยกเป็นส่วนย่อย การวิเคราะห์ความสำคัญ ได้แก่

- 1.1 ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ ในข้อมูล
- 1.2 การแยกแยะความจริงออกจากสมมุติฐาน
- 1.3 ความสามารถในการแยกข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลอื่น ๆ
- 1.4 ความสามารถในการวิเคราะห์ความงูใจของบุคคล
- 1.5 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปจากข้อมูล

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้อ่านจะต้องมีทักษะในการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลัก สมมุติฐาน และข้อสรุป รวมถึงความสัมพันธ์ในชนิดของหลักฐานด้วย ได้แก่

- 2.1 ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดในบทความและข้อความต่าง ๆ
- 2.2 ความสามารถในการระลึกได้ว่ามีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจนั้น
- 2.3 ความสามารถในการแยกความจริง หรือสมมุติฐานที่เป็นใจความสำคัญ หรือ

ข้อโต้แย้งที่นำมาสนับสนุนข้อความหรือสมมุติฐานนั้น

- 2.4 ความสามารถในการตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้มา
- 2.5 ความสามารถในการแบ่งแยกสาเหตุของความสัมพันธ์และผลจากความสัมพันธ์อื่น ๆ
- 2.6 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขัดแย้ง แยกสิ่งที่ตรงและไม่ตรงกัน
- 2.7 ความสามารถในการสืบหาความจริงของข้อมูล
- 2.8 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์และแยกสิ่งที่สำคัญและไม่สำคัญ

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างและหลักการ ในการคิดวิเคราะห์ หลักการนี้จะต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์ และมโนทัศน์ ได้แก่

3.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในรายละเอียดของงาน ความสัมพันธ์ของข้อมูล และความหมายขององค์ประกอบต่าง ๆ

3.2 ความสามารถวิเคราะห์รูปแบบในการเขียน การวิเคราะห์จุดประสงค์ของผู้เขียน ความเห็นของผู้เขียน และความรู้สึกรู้สึกที่มีต่องาน

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เขียนในด้านต่าง ๆ

3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์เทคนิคโฆษณาชวนเชื่อ

3.5 ความสามารถในการวิเคราะห์จุดที่เป็นทัศนคติของผู้เขียน

3.6 ความสามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและอคติที่มีอยู่ได้

มาร์ซาโน (Marzano, 2011 อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556) ได้กล่าวถึงลักษณะ การคิดวิเคราะห์ว่า ประกอบด้วยความสามารถ 5 ด้าน ดังนี้

1. การจับคู่หรือการจำแนก (Matching) เป็นความสามารถในการจับคู่สิ่งต่าง ๆ ที่ เหมือนกันทั้งรูปร่าง ลักษณะแหล่งกำเนิด สามารถแยกแยะสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ที่เหมือนกัน และแตกต่างกันออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐาน และลักษณะความเหมือนความแตกต่างได้ ซึ่งจะเชื่อมโยง ไปถึงความสามารถในการจับคู่ได้ ประกอบด้วยความสามารถต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ระบุสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

1.2 ระบุลักษณะ คุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

1.3 หาความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

1.4 หาความแตกต่างและความถูกต้อง

2. ด้านการจัดหมวดหมู่หรือการจัดกลุ่ม (Classification) เป็นความสามารถในการ ประมวลผลความรู้เพื่อการจัดกลุ่ม จัดลำดับและจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ สามารถจัดกลุ่มที่มีหลักการ และลักษณะที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกันอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถหาคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของ สิ่งของที่เหมือนกัน จัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะจตุรรมเหมือนกัน ทั้งด้านเนื้อหา ด้านความรู้ และด้านทักษะ ประกอบด้วยความสามารถต่าง ๆ ดังนี้

2.1 เลือกสิ่งของที่เหมือนกัน กำหนดตัวบ่งชี้ของสิ่งที่ต้องการจัดกลุ่ม

2.2 ให้คำนิยาม หรือคุณลักษณะ หรือคุณสมบัติของสิ่งที่ต้องการจัดกลุ่ม

2.3 กำหนดหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ และให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงอยู่ในกลุ่ม

3. การจับผิดหรือการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะข้อผิดพลาด มองเห็นความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ สามารถระบุสิ่งที่ไม่ถูกต้อง สิ่งผิดปกติไม่เหมาะสมในสถานการณ์จากการสังเกตและการใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับความรู้ใหม่ สามารถโยงความสัมพันธ์สู่การสรุปและลงความเห็นได้อย่างสมเหตุสมผล การพัฒนาความสามารถในด้านนี้จะเกิดขึ้นได้จะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

3.1 มีความรู้เดิมพื้นฐาน ต้องฝึกอ้างอิงความรู้เดิม

3.2 ฝึกฝนการใช้หลักฐาน หลักฐานจะเป็นการอธิบายอย่างละเอียดและตีความข้อมูลพื้นฐานนั้น

3.3 มีข้อมูลสนับสนุนสามารถหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาสนับสนุนความคิดตนเอง

3.4 ขยายความสามารถขยายความคิดของตนเองให้เป็นที่ยอมรับ ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องนั้น ๆ

4. การสรุปอ้างอิงหลักการหรือการวิเคราะห์หลักการ (Generalization) เป็นความสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีไปสรุปเป็นหลักการใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม ส่วนใหญ่เป็นการให้เหตุผลเชิงอุปนัย คือ เรียนรู้จากตัวอย่าง เหตุการณ์ รายละเอียดย่อย สรุปเป็นหลักการ มีขั้นตอนของการสรุปอ้างอิงดังนี้

4.1 พิจารณาสังเกตข้อมูลอย่างถี่ถ้วน สันนิษฐานและสรุปข้อมูลที่มีอยู่ในจินตนาการเอง

4.2 หารูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้น

4.3 สร้างหลักการ รูปแบบการอธิบายข้อมูล

4.4 ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันหลักการหรือเปลี่ยนแปลงหลักการ

5. การทำนาย (Specifying) เป็นความสามารถในการนำความรู้หรือหลักการที่มีอยู่แล้วไปใช้เพื่อทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างจำเพาะเจาะจง สามารถเข้าใจเหตุการณ์ มีความรู้ สามารถระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น ระบุสิ่งที่มีผลตามมา และปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นต่อไป

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของนักการศึกษา สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยยึดตามแนวคิดของบลูม ซึ่งการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการแยกแยะข้อมูลที่กำหนดคิให้ว่าสิ่งใดสำคัญ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่อง มีความสัมพันธ์กันอย่างไร คล้อยตามหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการค้นหาโครงสร้าง เรื่องราวที่กระทำที่ร่วมกัน โดยยึดหลักการอะไรเป็นสำคัญ

การวัดและประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ชาวาล แพร์ตกุล (2552) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นคำถามที่มุ่งฝึกและวัดความสามารถของนักเรียนว่าสามารถแยกเรื่องราว เหตุการณ์ ผลลัพธ์ ผลรวมของปรากฏการณ์ใด ๆ ว่าเกิดจากหรือประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ อะไรบ้าง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์นี้จะทำให้ทราบว่าเรื่องราวแต่ละเรื่องนั้นมีความสำคัญตรงไหน ส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นสัมพันธ์กันอย่างไร และส่วนย่อยนั้นผูกติดกันเป็นเรื่องราวที่สมบูรณ์โดยยึดหลักการหรือทฤษฎีใด

คำถามประเภทวิเคราะห์มุ่งถามให้นักเรียนมองทะลุถึงสาเหตุแท้ ต้นกำเนิดของเรื่อง โดยมักใช้ข้อความนอกบทเรียนเหมาะสม ๆ มาเป็นตัวนำ อาจตัดตอนมาจากบทความทางวิทยาศาสตร์หรือจากปัญหาข้อโต้แย้ง หรือแม้กระทั่งใช้ภาพ ตาราง และตัวเลขข้อมูลต่าง ๆ มาให้นักเรียนอ่านเป็นหลัก แล้วสร้างคำถามให้นักเรียนวินิจฉัยหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด หรือสอดคล้องเหมาะสมกับข้อความที่ยกมานั้น คำถามประเภทวิเคราะห์มี 3 ประการ ดังนี้

1. ถามให้วิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of elements) ได้แก่ โจทย์ที่ถามให้นักเรียนค้นหาเนื้อแท้ หรือเหตุผลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ เช่น ถามให้วิเคราะห์ว่าข้อความที่กล่าวไว้อย่างประจักษ์แจ้ง เปรียบเปรย หรือเป็นเลขนัยอะไรบ้าง ถามให้นักเรียนชี้ว่าความตอนใดเป็นสมมติฐาน คำสรุปหรือเป็นคำอ้างอิงสนับสนุน ข้อความนั้นมีวัตถุประสงค์หรือความมุ่งหมายสำคัญตรงไหน และข้อสรุปนั้นมีอะไรสนับสนุน ซึ่งคำถามเหล่านี้ต้องการให้นักเรียนแยกแยะเรื่องราวที่พบเห็นให้แยกออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วนำมาพิจารณาว่าสิ่งใดสำคัญและไม่สำคัญ คำถามประเภทคิดวิเคราะห์อาจเป็นให้นักเรียนเปรียบเทียบของหลาย ๆ สิ่งหรือหลาย ๆ เหตุการณ์ว่ามีสิ่งใดคล้ายหรือต่างกัน หรือค้นหาข้อผิดพลาดหรือข้อข้อบกพร่องต่าง ๆ ก็ได้ โดยยกเรื่องราว เหตุการณ์ หรือผลการทดลองมาให้นักเรียนวินิจฉัยว่า ตัวใดผิด ผิดตรงไหน และเป็นความผิดชนิดใด เป็นต้น

2. ถามให้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) ได้แก่ คำถามที่ให้นักเรียนค้นหาความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราว ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร แต่ละตอนพาดพิงกับเรื่องทั้งหมดอย่างไร ความเห็นหรือเนื้อความทั้งหมดยึดทฤษฎีหรือสมมติฐานอะไรเป็นหลัก และแต่ละตอนนั้น ๆ สอดคล้องหรือขัดแย้งกันเองหรือเปล่า เป็นต้น ซึ่งการถามหาความสัมพันธ์อาจยกเรื่องราวสั้น ๆ หรือตัดตอนข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จก็ได้มาแบ่งเป็นประโยค ๆ แล้วถามว่าแต่ละประโยคนั้น สอดคล้องกัน ขัดแย้งกัน หรือเป็นเพียงตัวอย่าง

3. ถามให้วิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles) ในการอ่านหรือศึกษาเรื่องราวใด ๆ นั้น สิ่งที่ต้องการในการอ่านนั้น คือ ให้เด็กจับให้ได้ว่า เรื่องนั้นยึดถือหลักการใดใช้เทคนิคหรือหลักวิชาใด มีระเบียบวิธีในการเรียบเรียง และมีเค้าโครงสร้างอย่างไร การวิเคราะห์

แบบนี้มุ่งให้นักเรียนค้นหากฎเกณฑ์ ทั้งที่กล่าวไว้อย่างแจ่มชัด และกล่าวอย่างมีเลศนัยผู้ที่ จะวิเคราะห์หลักการได้นั้นต้องเป็นผู้ที่สามารถวิเคราะห์ทั้งความสำคัญและความสัมพันธ์มาก่อนแล้ว ทั้งสองประการ อีกทั้งต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถตั้งแต่ความจำ ความเข้าใจ และนำไปใช้จึงจะ วิเคราะห์หลักการได้สำเร็จ

ราตรี นันทสุคนธ์ (2553) กล่าวถึงการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการวัด สมรรถภาพด้านการคิดวิเคราะห์ที่เต็มไปด้วยการหาเหตุและผลที่เกี่ยวข้อง และพยายามมองให้ลึกกลง โดยนำความสามารถด้านความจำและด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา ซึ่งการวัดความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of elements) เป็นคำถามที่ให้ผู้วิเคราะห์หามูลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง การสร้างคำถามให้เด็กมองหาสิ่งที่มีให้ เลือกลง คำถามมักจะมีคำว่า “ที่สุด” อยู่ด้วยเสมอ เพื่อให้เด็กคิดเปรียบเทียบดูว่าเหตุผลใดถูกต้องและ เหมาะสมที่สุด จนเกิดความแน่ใจในเหตุผลของตน

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) เป็นการถามความสัมพันธ์ของ เนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผล เหตุกับผล พยายามค้นหาให้ได้ว่าแต่ละเหตุการณ์มีความสำคัญอะไร ที่ไปเกี่ยวพันเป็นตัวร่วม

3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles) เป็นคำถามที่มักจะมีคำ ลงท้ายว่า “ยึดหลักการใด” มีหลักการใดอยู่เสมอ

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2553) แบ่งการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการถามให้ค้นหาลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราว ความคิด การกระทำ คำถามมักจะเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญ วัตถุประสงค์ สาเหตุสำคัญ หัวใจ ของเรื่อง สาเหตุหรือต้นกำเนิด ซึ่งการวิเคราะห์ความสำคัญมีแนวคำถามอยู่ 3 แบบ คือ

1.1. ถามให้ผู้วิเคราะห์ชนิด เป็นการถามให้แยกชนิดที่ต่างไปจากตำรา โดยให้ชี้ค ฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ใหม่เป็นหลักในการพิจารณาแยกชนิด

1.2. ถามให้ผู้วิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการถามให้หาสาระ แก่นสาร วัตถุประสงค์ รวมทั้ง จุดเด่น จุดด้อยของเรื่องนั้น ๆ

1.3. ถามให้ผู้วิเคราะห์เลศนัย เป็นการถามให้ค้นหาเจตนาที่แฝงอยู่

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการถามให้ค้นหาความสัมพันธ์ ความเกี่ยวข้อง ระหว่างคุณลักษณะต่าง ๆ ของเรื่องราว ซึ่งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์มีแนวคำถามอยู่ 4 แบบ คือ

2.1. ถามขนาดหรือระดับความสัมพันธ์ เป็นการถามเปรียบเทียบว่าสิ่งใดสัมพันธ์มาก น้อยกว่ากัน

2.2 ถ้ามุ่งขั้นตอนของความสัมพันธ์ เป็นการถามลำดับที่และความต่อเนื่องกันของความสัมพันธ์

2.3 ถ้ามุ่งจุดประสงค์และวิธีการ เป็นการถามหาความสอดคล้องและขัดแย้งกัน

2.4 ถ้ามุ่งเหตุที่ทำให้เกิดผลตามมา

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการค้นหาโครงสร้างและระบบเรื่องราวหรือเหตุการณ์ว่าสิ่งเหล่านั้นสามารถรวมกันอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้อย่างไร มีอะไรเป็นตัวเชื่อมโยง ซึ่งก็คือหลักการของเรื่องนั่นเอง ซึ่งคำถามที่วัดการวิเคราะห์หลักการมักถามสิ่งต่อไปนี้ ให้วิเคราะห์หาโครงสร้างของเรื่อง ให้หาหลักการของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

ศิริชัย กาณจนาวาสี (2544 อ้างถึงใน ทิศนา เขมมณีและคณะ, 2544, หน้า 169) ได้จำแนกประเภทของการวัดออกเป็น 2 แนวทาง คือ

1. วัดโดยใช้แบบสอบถามมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิด

1.1. แบบสอบถามการคิดทั่วไป เป็นแบบสอบถามที่มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป แบบสอบถามลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

1.2 แบบสอบถามความสามารถในการคิดลักษณะเฉพาะ เป็นแบบสอบถามที่มุ่งวัดความสามารถในการคิดเฉพาะแบบที่แสดงถึงลักษณะของการคิด

2. การวัดจากการปฏิบัติจริง โดยเน้นการวัดจากการปฏิบัติจริงที่มีคุณค่าต่อตัวผู้ปฏิบัติ เทคนิคการวัดใช้การสังเกตสภาพงานที่ปฏิบัติ การแก้ปัญหาในสถานการณ์ และรวบรวมงานในแฟ้มสะสมงาน

จากการศึกษาการวัดและประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ข้างต้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนที่สามารถจำแนกแยกแยะจากรายการหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ว่าเกิดจากอะไรหรือประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และมีความเชื่อมโยงกันด้วยหลักการใด โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีการกำหนดสถานการณ์เรื่องแสง ทั้งหมด 5 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 3 ข้อที่วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) เป็นพฤติกรรมหรือความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน เป็นพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้นจากการฝึกอบรมสั่งสอนโดยตรง

บุญชม ศรีสะอาด (2541) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ หรือรวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกฝน

อารีย์ วชิรวรการ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสมประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กานจนวาตี (2556) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมหรือความสามารถของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนการสอน การอบรม หรือการสั่งสอน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Bloom (1956; อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542; พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548; ราตรี นันทสุคนธ์, 2553; ศิริชัย กานจนวาตี, 2556) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือด้านความรู้ ความคิด (Cognitive domain) ว่าเป็นพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านความสามารถทางสมอง และสติปัญญา ที่จำแนกเป็นพฤติกรรมทางสมองจากระดับต้น ไม่ซับซ้อน ไปสู่พฤติกรรมระดับที่สูงขึ้น 6 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการรับรู้จดจำ และระลึกถึงข้อมูลหรือเรื่องราวต่าง ๆ อาจแยกย่อยได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการแปลความ การตีความ และการขยายความ จากสำนวน กราฟ แผนที่ ตารางต่าง ๆ โดยสามารถจับใจความสำคัญของเรื่องถ่ายทอดมาเป็นภาษาตนเอง โดยความหมายยังคงเดิม

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียง หรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนประกอบย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นองค์รวมใหม่ที่กลมกลืนอย่างมีความหมาย โดยสร้างสรรค์สิ่งใหม่ด้วยตนเอง

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีค่าหรือตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้เป็นหลัก

คลอปเฟอร์ (Leopold E. Klopfer, 1971 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ทางการศึกษาต่อจากการศึกษาของบลูม เพื่อให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ซึ่งวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของคลอปเฟอร์มีดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนอาจได้รับมาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็นความรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจวิทยาศาสตร์

1.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง เนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 9 ประเภท คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความจริงเฉพาะที่เล็กที่สุดของความรู้ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง และทดสอบซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ หรือคำนิยามศัพท์

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ คือ การนำความจริงเฉพาะหลายข้อที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อ สัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน ปรัชญาการณั้ธรรมชาติมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงจรชีวิต ทำให้สามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง หรือการทำกรทดลองทางวิทยาศาสตร์ ก็จะมีลำดับขั้นตอนเช่นกัน

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์ ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้น ต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เป็นเทคนิคที่เน้นเฉพาะความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เท่านั้น เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากการบอกเล่าของครู หรือจากการอ่านหนังสือ ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ หลักการ เป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิง ได้จากการนำ โนมติหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่ เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นแนวคิดหลักที่ใช้อธิบายได้อย่างกว้างขวางในวิชานั้น ๆ

1.2 ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความคิดที่สูงกว่าความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.2.1 การนำความรู้ไปใช้ในสิ่งใหม่ มีความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือ สามารถบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากรูปแบบที่เคยเรียนมา

1.2.2 การแปลความหมายของความรู้ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการที่ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมถึงการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

2.1 การสังเกตและการวัด การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยตรง

2.2 การมองเห็นปัญหาและหาทางที่จะแก้ปัญหา การสังเกตและการวัดจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาต่าง ๆ และหาทางที่จะแก้ปัญหานั้น

2.3 การตีความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลของการสังเกตและการวัด ซึ่งข้อมูลจะถูกจัดกระทำต่อไปเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณค่าสูงขึ้น

2.4 การสร้าง ทดสอบ และปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ทำให้ได้ข้อสังเกตและความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทั้งหลาย ทำให้ได้กฎเกณฑ์ หลักการและข้อสรุปต่าง ๆ มากขึ้น แต่บางครั้งหลักการที่ศึกษาก็ยังไม่ชัดเจน หรือขัดกับข้อสรุปเดิม ทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่เข้ากันกับข้อเท็จจริงและหลักการต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่ศึกษา

3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เป็นการที่ผู้เรียนใช้ความรู้หรือวิธีการที่เคยศึกษามา แล้วนำมาจัดการกับปัญหาใหม่ ๆ ที่ไม่เคยพบมาก่อน ซึ่งจะเป็นผู้ที่มีความสามารถนำความรู้ไปใช้

4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีทักษะในการทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา เพื่อให้เกิดความคล่องแคล่ว ไม่ทำให้เครื่องมือที่ใช้ชำรุดเสียหาย และไม่เป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น

5. เจตคติและความสนใจวิทยาศาสตร์

6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ คือ ให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์ เป็นผู้มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ และชักนำให้ผู้เรียนมีความสนใจในความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 อ้างถึงใน ประภากรัตน์สิงห์เสนา, 2552) ได้เสนอพฤติกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน 3 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือแนวคิดหลัก แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียน ดังนี้ 1) ความรู้ความจำ คือ การรู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสาระสนเทศ 2) ความเข้าใจ คือ การมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้ 3) การนำไปใช้ คือ การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง 4) การวิเคราะห์ คือ การแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจได้ง่าย 5) การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และ 6) การประเมินค่า คือ การตัดสินใจเลือก

2. กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ 1) ด้านทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การรับรู้เตรียมความพร้อม การตอบสนอง การฝึกฝน การปฏิบัติจนทำได้ การเชื่อมโยงทักษะ และ 2) กระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้

3. เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควรได้รับการประเมินเจตคติ 2 ด้าน คือ 1) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ ลักษณะของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพิจารณาในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น ประกอบด้วยแนวคิดของบลูม 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า แนวคิดของคลอปเฟอร์ ประกอบด้วย ความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทักษะปฏิบัติในการใช้

เครื่องมือ เจตคติและความสนใจวิทยาศาสตร์ และการมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย ความรู้คิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ซึ่งเป็นพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านความสามารถทางสติปัญญา 6 ด้าน ส่วนด้านทักษะพิสัยและจิตพิสัย ผู้วิจัยวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ โดยความสามารถของผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการรับรู้จดจำ และระลึกถึงข้อมูลหรือเรื่องราวต่าง ๆ
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถทางสมองของผู้เรียนในการแปลความ การตีความ และการขยายความ โดยสามารถจับใจความสำคัญของเรื่องถ่ายทอดมาเป็นภาษาตนเอง โดยความหมายยังคงเดิม
3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียง หรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย และหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนประกอบย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นองค์รวมใหม่ที่กลมกลืนอย่างมีความหมาย โดยสร้างสรรค์สิ่งใหม่ด้วยตนเอง
6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตีค่าหรือตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้เป็นหลัก

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539, หน้า 20) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievementtest) ว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่า นักเรียนมีความรู้ ความสามารถเพียงใด เช่น การสอบวัดผลการเรียนการสอนในชั้นเรียน

ชวาล แพรัตกุล (2552, หน้า 74) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์ทั้งจากทางโรงเรียนและทางบ้าน ยกเว้น การวัดทางร่างกาย ความถนัด และทางบุคลิก-สังคม อันได้แก่ อารมณ์ และการปรับตัว เป็นต้น

ราตรี นันทสุนนธ์ (2553, หน้า 50) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่มีการเรียนการสอนในสถานศึกษา

สุรศักดิ์ อมรัตน์ศักดิ์ (2553, หน้า 50) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของผู้เรียนว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถต่าง ๆ ทางสมองของผู้เรียนที่ได้ศึกษาหรือจากประสบการณ์ที่ผ่านมาแล้วว่าบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดหรือไม่

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เสนอ ภิรมจิตรส่อง (2542, หน้า 85) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความเข้าใจตามพุทธิพิสัย ซึ่งเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง เป็นแบบทดสอบที่สร้างกันโดยทั่วไป เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้น ใช้เสร็จก็เลิกใช้ ถ้าจะนำมาใช้อีกก็ต้องดัดแปลง ปรับปรุง แก้ไข เพราะเป็นแบบทดสอบที่ยังไม่มีการวิเคราะห์หาคุณภาพ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ได้มีการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติมาแล้วหลายครั้ง จนมีคุณภาพทั้งด้านความตรง ความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัยและมีเกณฑ์ปกติไว้เปรียบเทียบกับ ต้องมีมาตรฐานทั้งด้านการดำเนินการสอบและการแปลผลคะแนนที่ได้

สมนึก กัททิชณี (2546) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูส่วนใหญ่ต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน ซึ่งจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้ผู้เรียนตอบอย่างเสรีตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด

เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด จริง-ไม่จริง ใช่-ไม่ใช่ เหมือน-ต่าง เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ

เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่าง เพื่อให้มีใจความที่สมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ

เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบเติมคำ แต่ต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนประโยค คำสมบูรณ์ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัด ไม่ใช้การบรรยายแบบข้อสอบเติมคำ

5. ข้อสอบแบบจับคู่

เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะจับคู่หรือข้อความอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ

คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม กับตอนเลือก ซึ่งตอนเลือกจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องและตัวเลือกที่เป็นตัวลวงให้ผู้เรียนหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงข้อเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่ม เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหามาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด และเจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้กว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงจนมีคุณภาพและมีมาตรฐาน

ศิริชัย กาญจนวาที (2556) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็นประเภทตามเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน โดย

สำนักทดสอบหรือบริษัทสร้างแบบสอบ มักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่ตามหลักสูตร เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานทั้งในด้านการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2 แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง มักเป็นแบบสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนน และการแปลผลจึงเป็นการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่ม หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ อาจจะจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบสอบความพร้อม เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา บทเรียน หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นต่อไป

3.2 แบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ อันเป็นปัญหาของผู้เรียน แบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน เพื่อปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถภาพ เป็นแบบสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือก เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา เป็นต้น

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจ เป็นแบบสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่ผู้สอบได้จกมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจะถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อจำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จะนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยกันเอง

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้ หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จะแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ

5.1.1 แบบสอบความเรียง

5.1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น

5.1.3 แบบสอบแบบเติมคำ

5.2 แบบสอบประเภทเลือกคำตอบ

5.2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด

5.2.2 แบบสอบแบบจับคู่

5.2.3 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก

จากการศึกษาประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสรุปได้ดังนี้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่ม เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันทั่วไป ในสถานศึกษา และแบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน โดยสำนักทดสอบ มักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่ตามหลักสูตร มีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานทั้งในด้านการดำเนินการสอบและการตรวจให้คะแนน โดยแบบทดสอบที่ครูสร้างเอง ประกอบด้วย 1) ข้อสอบอัตนัย 2) ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด 3) ข้อสอบแบบเติมคำ 4) ข้อสอบแบบเติมคำสั้น ๆ 5) ข้อสอบแบบจับคู่ และ 6) ข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เนื่องจากสามารถวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการ

จากผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนทางด้านพุทธิพิสัย โดยครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 6 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) คือ 1) ความรู้ความจำ (Knowledge) 2) ความเข้าใจ (Comprehension) 3) การนำไปใช้ (Application) 4) การวิเคราะห์ (Analysis) 5) การสังเคราะห์ (Synthesis) และ 6) การประเมินค่า (Evaluation)

โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550) ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคิดเป็นร้อยละ 76.19 และร้อยละ 90.95 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75

ธัญวรรณ ทุ่มแก้ว (2550) ได้ศึกษาผลการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น (2553) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 71.90 และ 76.67 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL อยู่ในระดับมาก

กัญชนก กามะพร (2553) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ SSCS และการสอนแบบ KWDL ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ SSCS และการสอนแบบ KWDL มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ KWDL มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการจัดการเรียนการสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ SSCS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสาวนีย์ บุญแก้ว (2554) ได้ศึกษาความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL โรงเรียน จุฬารัตน์ราชวิทยาลัยนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวยทั้ง 4 ชั้นตอนคือ ชั้น K สิ่งที่โจทย์กำหนดให้และความรู้เดิมที่ใช้ ชั้น W สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวิธีการแก้ปัญหา ชั้น D ดำเนินการแก้ปัญหา และชั้น L สรุปผลการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ โดยเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนรู้นสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการจัดการเรียนรู้ด้วย KWDL เรื่องภาคตัดกรวย

สวาสดี ลาพันธ์ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้เท่ากับ 0.6484 คือ นักเรียนมีผลการเรียนสูงขึ้นร้อยละ 64.84

พินานัน รักรทรัพย์ (2555) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL การวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อำภาพงษ์ มังคละ (2556) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ การสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พุทธิพงษ์ ศุภมัสค์อังกูร (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ภัยพิบัติทางธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง คือมีค่าร้อยละ 81.75

อัมราพร เรื่องรวมศิลป์ (2559) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดอภิปัญญา ร่วมกับ KWDL ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดอภิปัญญา ร่วมกับ KWDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

Davis (1997) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guided inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository-text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Shaw et al. (1997) ได้ทำการอบรมครูผู้สอนเกรด 4 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และให้นำไปทดลองสอนนักเรียนแล้วนำผลไปเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่รวมกลุ่มแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL สามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องและละเอียดมากกว่า และมีเจตคติทางบวกกับวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

Wrinkle and Manivannan (2009) ได้ประยุกต์ใช้การสอนด้วย K-W-L และวิธีการเรียนรู้ของหลักสูตรฟิสิกส์เบื้องต้น ซึ่งได้เปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิค K-W-L กับการเรียนด้วยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วย K-W-L มีเปอร์เซ็นต์ตอบคำถามได้ถูกต้องมากกว่า และยังเข้าใจขั้นตอนได้ดีกว่าการสอนด้วยวิธีปกติ

Acar and Tarhan (2011) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในกิจกรรมการทดลองด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยกลุ่มทดลองเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และกลุ่มควบคุมเป็นการจัดการเรียนรู้

แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ มีมโนทัศน์เกี่ยวกับไฟฟ้าเคมี และมีเจตคติทางบวกต่อวิชาเคมี

Tok (2013) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 ความวิตกกังวล และทักษะอภิปัญญาของ KWL (Know-Want-Learn) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิค KWL มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอภิปัญญาที่สูงกว่าก่อนเรียน

Sen and Oskay (2016) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ต่อวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพิ่มขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย และเจตคติของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ ไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL นั้น ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สามารถพัฒนาความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ การแก้โจทย์ปัญหา และเจตคติต่อการเรียนของนักเรียนได้ ดังนั้นในงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นทักษะด้านการคิดที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้บรรลุตามความมุ่งหวังของการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่ 2 (พ.ศ. 2552-2561) ที่ต้องเร่งพัฒนาปรับปรุง โดยเฉพาะคุณภาพผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ขาดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ทั้งการคิดวิเคราะห์ ใฝ่เรียนรู้ และแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 12 ห้องเรียน รวม 597 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วสุ่มอย่างง่ายได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 48 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวน 48 คน เป็นกลุ่มควบคุม จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของ 2 ห้องเรียน มาทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (t -test for independent sample) ดังตารางที่ 3-1 และ 3-2

ตารางที่ 3-1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มทดลอง	48	4.94	0.98	94	1.820	.072
กลุ่มควบคุม	48	4.54	1.15			

$p > .05$

ตารางที่ 3-2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มทดลอง	48	9.17	2.32	94	1.638	.105
กลุ่มควบคุม	48	9.94	2.29			

$p > .05$

จากตารางที่ 3-1 และ 3-2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแบบแผนการวิจัยแบบ Non-equivalent control group pretest-posttest design (ไพศาล วรคำ, 2559, หน้า 143) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 แบบแผนการวิจัยแบบ Non-equivalent control group pretest-posttest design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O ₁	X	O ₂
C	O ₁	-	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E	หมายถึง	กลุ่มทดลอง (Experiment group)
C	หมายถึง	กลุ่มควบคุม (Control group)
O ₁	หมายถึง	มีการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
O ₂	หมายถึง	มีการทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)
X	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL
-	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

1.2 ศึกษาเนื้อหาวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ครอบคลุมในด้านพุทธิพิสัย (K) ทักษะพิสัย (P) และ จิตพิสัย (A) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 เรื่อง ได้แก่ 1) นัยน์ตากับการมองเห็น 2) การสะท้อนของแสงและภาพที่เกิดจากการสะท้อนของแสง 3) การหักเหของแสงและภาพที่เกิดจาก

การหักเหของแสง และ 4) ทศนูปรกรณ์ โดยกำหนดเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ 6 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน เรื่องแสง

มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
ว 5.1 ม.2/2 อธิบายผลของ ความสว่างที่มีต่อ มนุษย์และ สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1 - นัยน์ตากับการ มองเห็น	1. บอกส่วนประกอบ หน้าที่ และ วิเคราะห์ความผิดปกติของ นัยน์ตาได้ 2. อธิบายการมองเห็นวัตถุได้ 3. อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อ มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้	16	2
ว 5.1 ม.2/3 ทดลองและ อธิบายการ ดูดกลืนแสงสีการ มองเห็นสีของ วัตถุ และนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์		4. อธิบายหลักการมองเห็นสีของ วัตถุและการดูดกลืนแสงของวัตถุ สีต่าง ๆ ได้ 5. บอกประโยชน์ของการดูดกลืน แสงสีและการมองเห็นสีของวัตถุ ได้ 6. ทดลองการมองเห็นสีของวัตถุได้		
ว 5.1 ม.2/1 ทดลองและ อธิบายการ สะท้อนของแสง การหักเหของ แสงและนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 2 - การสะท้อน ของแสง	7. อธิบายรังสีของแสงและประเภท ของภาพได้ 8. อธิบายหลักการสะท้อนของแสง ที่ผิววัตถุต่าง ๆ ได้ 9. อธิบายกฎการสะท้อนของแสงได้ 10. วาดรังสีของแสงเมื่อแสงตก กระทบวัตถุผิวเรียบและผิว ขรุขระได้	9	1

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 3 - การเกิดภาพ จากกระจกเงา		11. อธิบายหลักการเกิดภาพและ บอกลักษณะของภาพที่เกิดจาก กระจกเงาชนิดต่าง ๆ ได้	25	3
		12. คำนวณหาระยะภาพ ระยะวัตถุ ขนาดภาพ ขนาดวัตถุ และความ ยาวโฟกัสจากสถานการณ์ที่ กำหนดได้		
		13. อธิบายประโยชน์ของกระจกเงา ชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ใน ชีวิตประจำวันได้		
		14. วาดและอธิบายการเกิดภาพจาก กระจกเงาชนิดต่าง ๆ ได้		
แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 4 - การหักเหของ แสง		15. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง รังสีตกกระทบ มุมตกกระทบ รังสีหักเห และมุมหักเหได้	16	2
		16. อธิบายหลักการหักเหของแสง เมื่อผ่านตัวกลางได้		
		17. อธิบายหลักการสะท้อนกลับ หมดของแสงได้		
		18. ทดลองการหักเหของแสงได้		
แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 5 - การเกิดภาพ จากเลนส์		19. จำแนกลักษณะของเลนส์ชนิด ต่าง ๆ ได้	25	3
		20. อธิบายลักษณะของลำแสงที่ ผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้าได้		

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		21. อธิบายหลักการเกิดภาพและ ลักษณะของภาพที่เกิดจากเลนส์ ชนิดต่าง ๆ ได้		
		22. คำนวณหาระยะภาพ ระยะวัตถุ ขนาดภาพ และความยาวโฟกัส จากสถานการณ์ที่กำหนดได้		
		23. อธิบายประโยชน์ของเลนส์ชนิด ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ใน ชีวิตประจำวันได้		
		24. วาดการเกิดภาพจากเลนส์ชนิด ต่าง ๆ ได้		
		25. ทดลองหาภาพที่เกิดจากเลนส์ ชนิดต่าง ๆ ได้		
	แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 6	26. อธิบายหลักการทำงานของเลนส์ ในทัศนูปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ได้	9	1
	- ทัศนูปกรณ์	27. คำนวณกำลังขยายของกล้อง จุลทรรศน์ได้		
		รวม	100	12

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ
เทคนิค KWDL โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 6 แผน โดยโครงสร้างของแผน
การจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.3.1 มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด

1.3.2 สาระสำคัญ/ ความกิดรวบยอด

1.3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.3.4 สาระการเรียนรู้

1.3.5 สมรรถนะสำคัญ

1.3.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.3.7 การจัดการเรียนรู้ (กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL) ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.3.7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1.3.7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

1.3.7.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1.3.7.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นำเทคนิค KWDL มาใช้ประกอบการเรียนรู้โดยมีกิจกรรมสำคัญดังนี้

K (What we know): ผู้เรียนร่วมกันบอกความรู้เดิมของตนเองที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือโจทย์ที่กำหนด

W (What we want to know): ผู้เรียนร่วมกันบอกสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม หรือ โจทย์ต้องการทราบอะไร

D (What we do to find out): ผู้เรียนร่วมกันบอกวิธีการหาคำตอบตามสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้

L (What we learned): ผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากวิธีการหาคำตอบ

1.3.7.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

1.3.8 สื่อการเรียนรู้

1.3.9 การวัดและประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสมใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 112) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.62-4.89 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ (ภาคผนวก ค หน้า 140)

1.6 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ในประเด็นดังต่อไปนี้ (ภาคผนวก ค หน้า 148)

- ปรับกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนให้มีความถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น
- ปรับรายละเอียดสาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
- ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้น่าสนใจมากยิ่งขึ้น โดยการทำภาพส่วนประกอบของนิยาม และให้นักเรียนบอกส่วนประกอบและหน้าที่ เพื่อสรุปเนื้อหา
- ปรับคำถามที่ใช้ถามนักเรียนให้เป็นคำถามที่นักเรียนสามารถพบเจอในชีวิตประจำวันได้
- ปรับใบกิจกรรมให้มีข้อมูลเพียงพอต่อการนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างและยังไม่เคยเรียน เรื่องแสง มาก่อน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 48 คน

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.2 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้ครอบคลุมองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมบ่งชี้

องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์	พฤติกรรมบ่งชี้	จำนวนข้อสอบ
1. การวิเคราะห์ความสำคัญ	สามารถแยกแยะข้อมูลที่กำหนดให้ว่าสิ่งใดสำคัญได้	7 (5)
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	สามารถค้นหาว่าความสำคัญย่อยๆของเรื่อง มีความสัมพันธ์กันอย่างไร คล้อยตามหรือขัดแย้งกันอย่างไร	7 (5)
3. การวิเคราะห์หลักการ	สามารถค้นหาโครงสร้าง เรื่องราวที่กระทำที่ร่วมกัน ว่ายึดหลักการอะไรเป็นสำคัญ	7 (5)
	รวม	21 (15)

หมายเหตุ ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อสอบที่เลือกใช้จริง
 ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมดที่ออก

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีการกำหนดสถานการณ์ เรื่องแสง ทั้งหมด 7 สถานการณ์ (เพื่อใช้จริง 5 สถานการณ์) โดยแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 3 ข้อ ที่วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ (เพื่อใช้จริงจำนวน 15 ข้อ)

2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสถานการณ์และข้อคำถามกับ องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำ ข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอ ต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม การคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนี ความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548, หน้า 150) ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความ สอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ค่า ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ภาคผนวก ค หน้า 162)

2.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามข้อเสนอแนะ ของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ในประเด็นดังต่อไปนี้ (ภาคผนวก ค หน้า 164)

- ปรับข้อความในสถานการณ์ให้สมบูรณ์มากขึ้นทั้งด้านภาษาและเนื้อหา ให้มี ความเหมาะสมและน่าสนใจ
- ปรับประโยคคำถามและตัวเลือกให้สมบูรณ์มากขึ้น
- จัดเรียงลำดับความยาวของตัวเลือกจากความยาวน้อยไปมาก

2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างและได้เรียนเนื้อหา เรื่องแสง มาแล้ว ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีราชา จำนวน 43 คน

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มาตรวจให้คะแนนโดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

ในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ราตรี นันทคุณธิ์, 2553)

2.9 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 15 ข้อ ให้ครอบคลุมพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ที่ ต้องการวัดในแต่ละองค์ประกอบและโครงสร้างของข้อสอบครบตามเกณฑ์ที่กำหนด โดย แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .32-.68 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .36-.71 (ภาคผนวก ค หน้า 168)

2.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 15 ข้อ มาวิเคราะห์ หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งค่าความเชื่อมั่นจะต้องมีค่า ตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 128) โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 15 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวน 48 คน และกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 48 คน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องแสง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งงานวิจัยนี้จะวัด พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยด้านทักษะพิสัยและจิตพิสัยจะวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ (เพื่อใช้จริงจำนวน 30 ข้อ) ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามตารางวิเคราะห์ที่ 3-6

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของตัวชี้วัดกับจุดประสงค์การเรียนรู้และ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอนี้ไปปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 3-6 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ							
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	ต้องการใช้จริง
1. นัยน์ตากับการมองเห็น	1. บอกส่วนประกอบหน้าที่ และวิเคราะห์ความผิดปกติของนัยน์ตาได้	2(1)	-	-	2(1)	-	-	4	2
	2. อธิบายการมองเห็นของวัตถุได้	-	2(1)	-	-	-	-	2	1
	3. อธิบายผลของความสว่างที่มีต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้	-	-	-	-	-	2(1)	2	1
	4. อธิบายหลักการมองเห็นสีของวัตถุและการดูดกลืนแสงของวัตถุสีต่าง ๆ ได้	-	-	-	2(1)	-	-	2	1
	5. อธิบายประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	-	-	2(1)	-	-	-	2	1

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ							ต้องการ แท้จริง
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	
2. การ สะท้อน ของแสง	6. อธิบายรังสีของแสง และประเภทของภาพได้	2(1)	-	-	-	-	-	2	1
	7. อธิบายหลักการสะท้อน ของแสงที่ผิววัตถุต่าง ๆ ได้	-	-	-	2(1)	-	-	2	1
	8. อธิบายกฎการสะท้อน ของแสงได้	2(1)	-	-	-	-	-	2	1
3. การเกิด ภาพจาก กระจกเงา	9. อธิบายหลักการเกิด ภาพและบอกลักษณะ ของภาพที่เกิดจาก กระจกเงาชนิดต่าง ๆ ได้	-	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	-	8	4
	10. คำนวณหาระยะภาพ ระยะวัตถุ ขนาดภาพ ขนาดวัตถุ และความ ยาวโฟกัสจาก สถานการณ์ที่กำหนด ได้	-	-	2(1)	-	-	-	2	1
	11. บอกประโยชน์ของ กระจกเงาชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	-	-	-	-	-	2(1)	2	1

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ							รวม	ต้องการให้จริง
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า			
4. การหัก เหวของ แสง	12. อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างรังสีตก กระทบ มุมตก กระทบ รังสีหักเห และมุมหักเห ได้	-	-	-	2(1)	-	-	2	1	
	13. อธิบายหลักการหักเห ของแสงเมื่อผ่าน ตัวกลางได้	-	2(1)	2(1)	2(1)	-	-	6	3	
	14. อธิบายหลักการ สะท้อนกลับหมด ของแสงได้	-	-	-	2(1)	-	-	2	1	
5. การเกิด ภาพจาก เลนส์	15. จำแนกลักษณะของ เลนส์ชนิดต่าง ๆ ได้	-	-	-	2(1)	-	-	2	1	
	16. อธิบายลักษณะของ ลำแสงที่ผ่านเลนส์ นูนและเลนส์เว้าได้	-	2(1)	-	-	-	-	2	1	
	17. อธิบายหลักการเกิด ภาพและลักษณะ ของภาพที่เกิดจาก เลนส์ชนิดต่าง ๆ ได้	-	2(1)	2(1)	2(1)	-	-	6	3	

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม	ต้องการใช้จริง
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
	18. กำหนดหาระยะภาพ ระยะวัตถุ ขนาดภาพ และความยาวโฟกัส จากสถานการณ์ที่ กำหนดได้	-	2(1)	2(1)	-	-	-	4	2
	19. อธิบายประโยชน์ ของเลนส์ชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	-	-	-	2(1)	-	-	2	1
6. ทัศน- ปกรณ์	20. อธิบายหลักการ ทำงานของเลนส์ใน ทัศนูปกรณ์ชนิด ต่าง ๆ ได้	-	-	-	-	2(1)	-	2	1
	21. กำหนดกำลังขยาย ของกล้องจุลทรรศน์ ได้	-	2(1)	-	-	-	-	2	1
	รวม	6 (3)	14 (7)	12 (6)	20 (10)	4 (2)	4 (2)	60	30
หมายเหตุ	ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ	หมายถึง จำนวนข้อสอบที่เลือกใช้จริง							
	ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ	หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมดที่ออก							

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548, หน้า 150) ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ภาคผนวก ค หน้า 170)

3.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ในประเด็นดังต่อไปนี้ (ภาคผนวก ค หน้า 173)

- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้และโครงสร้างของข้อสอบที่กำหนด
- จัดเรียงลำดับความยาวของตัวเลือกจากความยาวน้อยไปมาก
- ปรับประโยคคำถามและตัวเลือกให้สมบูรณ์มากขึ้น
- ปรับภาษาให้เข้าใจง่ายขึ้น

3.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งมีสภาพใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างและได้เรียนเนื้อหา เรื่องแสง มาแล้ว ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีราชา จำนวน 46 คน

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ราตรี นันทสุคนธ์, 2553)

3.9 คัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และโครงสร้างของข้อสอบตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .27-.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .27-.73 (ภาคผนวก ค หน้า 184)

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งค่าความเชื่อมั่นจะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 128) โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวน 48 คน และกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 48 คน

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 12 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งสองกลุ่ม
4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ฉบับเดิม) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
5. ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for dependent sample) (เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 1)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for independent sample) (เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for dependent sample) (เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 3)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for independent sample) (เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 4)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน \bar{X} โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน จำนวนของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539) คือ

$$S = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548)

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

เมื่อ	IOC	แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

2.2.1 ค่าความยาก

$$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ	P	แทน ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
	R_H	แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_H	แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	N_L	แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H, N_L}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	R_H	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_H	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.3 หาคความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (สมชาย วรภิจเกษมสกุล, 2554, หน้า 371)

$$KR-20 = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	$KR-20$	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของคนที่ตอบถูกในข้อที่ i
	q_i	แทน	สัดส่วนของคนที่ตอบผิดในข้อที่ i
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for dependent sample) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 3 (สมโภช อเนกสุข, 2556, หน้า 116)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{และ } df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
 n แทน จำนวนคู่ของคะแนนที่นำมาเปรียบเทียบ
 D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

3.2 ใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for independent sample) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 2 และ 4 (สมโภช อเนกสุข, 2556, หน้า 112-113)

3.2.1 ถ้าความแปรปรวนเท่าเทียมกัน ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{และ } df = n_1 + n_2 - 2$$

3.2.2 ถ้าความแปรปรวนไม่เท่าเทียมกัน ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad \text{และ } df = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{\frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} \right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ n_1 และ n_2 แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2
 \bar{X}_1 และ \bar{X}_2 แทน ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และกลุ่มที่ 2
 S_1 และ S_2 แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และกลุ่มที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t -test for dependent sample) และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (t -test for independent sample) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และ อักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
SD	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าเฉลี่ยในการแจกแจงแบบ t
df	แทน	ชั้นแห่งความอิสระ (Degrees of freedom)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		df	t	p
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			
1. การวิเคราะห์ความสำคัญ	48	2.15	1.07	3.50	0.74	47	7.061*	.000
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	48	1.96	1.07	3.19	0.87	47	5.712*	.000
3. การวิเคราะห์หลักการ	48	0.83	0.72	2.46	0.99	47	10.201*	.000
ภาพรวม	48	4.94	0.98	9.15	1.52	47	16.898*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในภาพรวมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.94 และ 0.98 ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.15 และ 1.52 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

เมื่อพิจารณาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า ทุกองค์ประกอบ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงที่สุด คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ และองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำที่สุด คือ การวิเคราะห์หลักการ

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	n	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		df	t	p
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			
1. การวิเคราะห์ความสำคัญ	48	3.50	0.74	3.25	0.91	94	1.473	.072
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	48	3.19	0.87	2.58	1.05	94	3.077*	.002
3. การวิเคราะห์หลักการ	48	2.46	0.99	1.69	0.97	94	3.854*	.000
ภาพรวม	48	9.15	1.52	7.52	1.70	94	4.942*	.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในภาพรวมของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.15 และ 1.52 ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.52 และ 1.70 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

เมื่อพิจารณาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่คะแนนเฉลี่ยด้านการวิเคราะห์ความสำคัญของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	48	9.17	2.32	47	19.435*	.000
หลังเรียน	48	19.02	3.04			

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.17 และ 2.32 ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 19.02 และ 3.04 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
กลุ่มทดลอง	48	19.02	3.04	94	5.713*	.000
กลุ่มควบคุม	48	15.58	2.85			

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 19.02 และ 3.04 ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 15.58 และ 2.85 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และ 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนปกติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วสุ่มอย่างง่ายได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 48 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวน 48 คน เป็นกลุ่มควบคุม โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง แสง จำนวน 6 แผน โดยมีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.62-4.89 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .32-.68 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .36-.71 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .27-.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .27-.73 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) ดำเนินการวิจัยตามแบบแผนการวิจัยแบบ Non-equivalent control group pretest-posttest design

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for dependent sample) และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for independent sample)

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จากสรุปผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อหาคำตอบ หรือข้อสรุปด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง เช่น การนำกระจกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ กระจกเงาราบ กระจกโค้งเว้า และกระจกโค้งนูน มาให้ผู้เรียนสังเกตความเหมือนหรือแตกต่างของภาพที่เกิดขึ้น ผู้เรียนสามารถแยกความแตกต่างของกระจกชนิดต่าง ๆ และยังสามารถระบุภาพที่เกิดขึ้นในตำแหน่งต่างกันได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่ถูกต้อง ลงทุนถาวร และถือว่าการฝึกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งฝึกให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความแตกต่างของสิ่งสองสิ่งและวิเคราะห์ความสัมพันธ์กันได้ สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องมีการคิดวิเคราะห์เป็นหลัก

โดยวิธีที่ใช้ คือ การกำหนดประเด็นหรือคำถามในลักษณะที่ส่งเสริมให้นักเรียนต้องคิดจำแนก องค์ประกอบย่อย เปรียบเทียบหรือระบุความเหมือน ความแตกต่างของสถานการณ์ต่าง ๆ การจัดเรียงลำดับ การจัดกลุ่มข้อมูล หรือองค์ประกอบย่อยของแต่ละสถานการณ์อย่างเป็นระบบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สอดคล้องกับแนวคิดของ ภพ เลหา ไพบูลย์ (2542) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา และผู้เรียนยังมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ รู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดความคงทนในการเรียนรู้และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ ซึ่งชี้ให้เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของธัญวรรณ ทุ่มแก้ว (2550) ที่ได้ศึกษาผลการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของสวาสดี ลาพันธ์ (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้แทรกการใช้เทคนิค KWDL ในขั้นตอนที่ 4 ขันขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบตามต้องการในแต่ละขั้น ซึ่งจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งมีกรอบและแนวทางฝึกให้คิดเป็นลำดับ ขั้นตอนชัดเจน และเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับ โจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถอ่าน โจทย์ และวิเคราะห์ โจทย์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเรื่องแสง เป็นเรื่องที่มีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับ โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์ และเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขัน K (What we know) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันบอกความรู้เดิมของตนเองที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือ โจทย์ที่กำหนดโดยผู้เรียนต้องแยกแยะ องค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูล และรวบรวมสิ่งที่ โจทย์กำหนดมาให้ 2) ขัน W (What we want to know) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันบอกสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมหรือ โจทย์ต้องการ

ทราบอะไร โดยผู้เรียนต้องวิเคราะห์หาความสำคัญของสิ่งที่ต้องการทราบ หรือความสัมพันธ์ของ ข้อมูลที่ได้มาจาก โจทย์ 3) ชั้น D (What we do to find out) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันบอกวิธีการหาคำตอบตามสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้ โดยผู้เรียนร่วมกันดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นขั้นตอน ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และชั้น L (What we learned) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้จากวิธีการหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวัชรา เล่าเรียนดี (2554) ที่กล่าวเกี่ยวกับ KWDL ว่าเป็นเทคนิคที่มีคำถามนำเพื่อให้คิดหาข้อมูลของคำตอบตามต้องการในแต่ละขั้น ช่วยพัฒนาทักษะการอ่าน และทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดเชิงวิเคราะห์ เนื่องจากมีกรอบและแนวทางฝึกให้คิดเป็นลำดับขั้นตอน และเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับ โจทย์ปัญหา เพื่อพัฒนาการอ่าน โจทย์และวิเคราะห์โจทย์ได้ โดยงานวิจัยครั้งนี้ที่ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอนตามขั้นตอนของเทคนิค KWDL เช่น ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ เรื่อง ประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ และคำนวณหาการเกิดภาพจากกระจก ซึ่งในขั้น K ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายความรู้เดิมในเรื่องของคุณสมบัติของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ว่าเกิดภาพแบบใดได้บ้าง และแยกแยะหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ในการแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูลที่สำคัญ ชั้น W ผู้เรียนสามารถเขียนสิ่งที่ต้องการรู้ ซึ่งเป็นใจความสำคัญของเรื่องได้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ ซึ่งเป็นการฝึกการคิดวิเคราะห์หาความสำคัญและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ชั้น D ผู้เรียนบอกวิธีการหาคำตอบว่าสามารถหาคำตอบที่ได้จากแหล่งใด หรือการแสดงวิธีการหาคำตอบตามหลักการ ซึ่งเป็นการฝึกการคิดวิเคราะห์หลักการ และชั้น L ผู้เรียนสามารถสรุปได้ว่ากระจกเงาชนิดต่าง ๆ สามารถนำไปทำประโยชน์ใดได้บ้าง หรือ เป็นการสรุปคำตอบที่ได้ ซึ่งเป็นการฝึกการคิดวิเคราะห์หลักการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอำภาพงษ์ มังคละ (2556) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การคิดวิเคราะห์ และการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ การสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น (2553) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์คิดเป็นร้อยละ 71.90 ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เมื่อพิจารณาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติในแต่ละองค์ประกอบ พบว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ มีค่าเฉลี่ยคะแนนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่อย่างไรก็ตามด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ มีค่าเฉลี่ยคะแนนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากการวิเคราะห์ความสำคัญนั้น เป็นการคิดวิเคราะห์ขั้นต้นที่สามารถพัฒนาได้ค่อนข้างง่ายกว่า เมื่อกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนด้านการวิเคราะห์ความสำคัญไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และด้านการวิเคราะห์หลักการ ซึ่งเป็นการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้นสามารถพัฒนาได้ยากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการวิเคราะห์หลักการจะยากที่สุด จึงทำให้ค่าเฉลี่ยคะแนนด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และด้านการวิเคราะห์หลักการของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับแนวคิดของ ชาวาล แพร์ตกุล (2552) กล่าวว่า ผู้ที่จะวิเคราะห์หลักการได้นั้น ต้องเป็นผู้ที่สามารถวิเคราะห์ทั้งความสำคัญ และความสัมพันธ์ มาก่อนจึงจะวิเคราะห์หลักการได้สำเร็จ และที่ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดระดับสูงนั้น ผู้เรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจผ่านกระบวนการต่าง ๆ ตั้งแต่การวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการตามลำดับ และการที่จะวิเคราะห์หลักการได้ดี จะต้องมีความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์ความสำคัญและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน และอาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาหลักการสำคัญของเรื่อง โดยผู้สอนจะใช้คำถามให้ผู้เรียนสรุปหลักการของเรื่องอย่างเป็นขั้นตอน ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ในขั้นขยายความรู้นั้น ยังช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดอย่างเป็นขั้นตอน โดยในขั้น L (What we learned) ผู้เรียนจะร่วมกันสรุปสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้ ทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทั้งหมดที่ได้เรียนรู้มาสรุปเป็นหลักการของเรื่อง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากสรุปผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม ความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ ลงมือปฏิบัติการทดลอง เพื่อหาข้อสรุปด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ อันจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของนักการศึกษา ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนค้นหาความจริง โดยการแสวงหาความรู้ ให้ผู้เรียนฝึกคิดหาเหตุผลลงมือปฏิบัติ สำรวจ ตรวจสอบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ทำให้มีการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญาผู้เรียนฉลาดยิ่งขึ้นและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อีกทั้งยังช่วยให้จดจำความรู้ได้นานขึ้นและสามารถถ่ายโยงความรู้ได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545; ศศิธร เวียงวะลัย, 2556) และ สอดคล้องกับแนวคิดของ Ansberry and Morgan (2007) ที่กล่าวไว้คล้ายกันว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ให้จัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสำรวจ สร้างความเข้าใจ เป็นแนวคิดของตนเอง และเชื่อมโยงความเข้าใจกับสภาพการณ์ต่าง ๆ โดยงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง โดยผู้สอนนำเลนส์เว้าและเลนส์นูนมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาว่าเลนส์ทั้งสองมีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างไร ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจนได้ข้อสรุปว่า เลนส์นูนมีคุณสมบัติในการรวมแสง และเลนส์เว้ามีคุณสมบัติในการกระจายแสง ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ที่คงทนถาวร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Davis (1997) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guided inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository-text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของพุทธิพงษ์ สุภมัสคุดังกูร (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ภัยพิบัติทางธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะ

หาความรู้ (5E) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ในขั้นที่ 4 ขยายความรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผู้วิจัยยังแทรกเทคนิค KWDL โดยเน้นให้ผู้เรียนได้คิดหาข้อมูลของคำตอบในแต่ละขั้น เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับโจทย์ปัญหา เพื่อพัฒนาการอ่านโจทย์และวิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ (2553) ที่กล่าวเกี่ยวกับ KWDL ว่าเป็นเทคนิคที่พัฒนามาจากเทคนิค KWL ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีแนวทางในการเขียนอย่างเป็นขั้นตอน เป็นการพัฒนาทักษะการเขียนทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนสรุป และนำเสนอ และเทคนิค KWDL ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการสอนแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาเรื่องแสง เป็นเรื่องที่มีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ และเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shaw et al. (1997) พบว่า นักเรียนที่รวมกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL สามารถเขียนคำตอบได้ถูกต้องและละเอียดมากกว่า โดยงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และนำโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของเรื่องที่เรียนมาให้ให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ อีกทั้งยังได้ขยายความรู้เพิ่มเติมจากเดิมด้วยการระดมความคิดภายในกลุ่ม ตามขั้นตอนของเทคนิค KWDL เช่น ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ เรื่อง ประโยชน์ของเลนส์ชนิดต่าง ๆ และกำหนดหาการเกิดภาพจากเลนส์ ซึ่งพบว่าในขั้น K ผู้เรียนสามารถเขียนอธิบายความรู้เดิมในเรื่องของคุณสมบัติของเลนส์ชนิดต่าง ๆ ว่าเกิดภาพแบบใดได้บ้าง และแยกแยะหาสิ่งที่โจทย์กำหนดมาได้ ขั้น W ผู้เรียนสามารถเขียนสิ่งที่ต้องการรู้ ซึ่งเป็นใจความสำคัญของเรื่องได้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ ขั้น D ผู้เรียนบอกวิธีการหาคำตอบว่าสามารถหาคำตอบได้จากแหล่งใด หรือการแสดงวิธีการหาคำตอบตามหลักการ และขั้น L ผู้เรียนสามารถสรุปได้ว่าเลนส์ชนิดต่าง ๆ สามารถนำไปทำประโยชน์ใดได้บ้าง หรือเป็นการสรุปคำตอบที่ได้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ที่เพิ่มเติมขึ้น จากการอภิปรายภายในกลุ่ม และยังเป็นการเน้นย้ำหลักการสำคัญของเรื่อง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องและคงทนยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอัมราพร เรื่องรวมศิลป์ (2559) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดอภิปัญญา ร่วมกับ KWDL ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดอภิปัญญา ร่วมกับ KWDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 งานวิจัยของกัญชนก กามะพร (2553) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ SSCS และการสอนแบบ KWDL ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ SSCS และการสอนแบบ KWDL มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ KWDL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ SSCS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของพิชานันท์ รักทรัพย์ (2555) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปสำหรับการวิจัย

1.1 การจัดผู้เรียนตามแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับเทคนิค KWDL แต่ละกลุ่มการเรียนรู้ ควรจัดแบบคละความสามารถกัน เพราะผู้เรียนจะได้แนวคิดที่หลากหลายจากนักเรียนที่เก่ง อีกทั้งยังเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากนักเรียนที่ต่างระดับความสามารถกัน

1.2 ผู้สอนควรทำความเข้าใจกับผู้เรียนในขั้นตอนของเทคนิค KWDL อย่างละเอียด โดยเฉพาะนิยามของขั้น K ขั้น W ขั้น D และ ขั้น L ว่าแต่ละขั้นต้องบันทึกอย่างไรบ้าง และควรเน้นย้ำจนผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจน

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับเทคนิค KWDL ควรให้เวลากับผู้เรียนอย่างเพียงพอในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการจัดการเรียนรู้นี้ หลังจากนั้นจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มที่เมื่อเกิดความชำนาญแล้ว

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลระยะยาวของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อศึกษาความคงทนของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคนี้ เนื่องจากผู้วิจัยพบว่าเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อีกทั้งยังได้ขยายความรู้เพิ่มเติมอย่างเป็นขั้นตอนด้วยการระดมความคิดภายในกลุ่มตามวิธีของเทคนิค KWDL น่าจะทำให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้คงทนเพิ่มมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ในตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา หรือเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เนื่องจากผู้วิจัยสังเกตว่า ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหามาจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้ดีขึ้น อีกทั้งพบว่าผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีความสนุกสนาน และพึงพอใจต่อการทดลอง จึงน่าจะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กัญจนก กามะพร. (2553). *การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ SSCS และการสอนแบบ KWDL*. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- คุณทวี เพ็ชรทวีพรเดช, ธาธิดา สรียาภรณ์, สุรียา บังใบ และสุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2550). *สุดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่...การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวณี ทองโรจน์. (2557). การปฏิรูปการศึกษาและการปฏิรูปการเรียนรู้ของไทย. *วารสารการศึกษาไทย*, 13(117), 12-15.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: วิทยุการปก.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ณิชกานต์ เจียมศิริ. (2559, 20 สิงหาคม). *ครูชำนาญการพิเศษ*. สัมภาษณ์.
- ดวงจันทร์ วรลามิน, ปังปอนด์ รักอำนวยกิจ และยศวิทย์ สายฟ้า. (2559). *การศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และการมีจิตสาธารณะ เพื่อพัฒนาศักยภาพการเป็นคนดีคนเก่งของนักเรียนไทย*. เข้าถึงได้จาก <http://knowledgefarm.in.th/critical-thinking-and-civic-mindedness-on-thai-student/>
- ทิสนา แคมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 19). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ทิสนา แคมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

- ชัยวรรณ ทุ่มแก้ว. (2550). ผลการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- นิยม เกียรติพาทราช. (2548). การพัฒนาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปกร.
- นิรันดร์ แสงกุหลาบ. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค ดับเบิลยู ดี แอล และตามแนว สสวท. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปกร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การคิดวิเคราะห์ เล่ม 2 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค พรินดิง.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค พรินดิง.
- ประภารัตน์ สิงหเสนา. (2552). ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชานันท์ รักทรัพย์. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- พิชิต ฤทธิจรรยา. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แฮสส์ออฟเคอร์มีส์.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2552). *สอนวิทยาศาสตร์เพื่อความเข้าใจด้วยกระบวนการออกแบบย้อนกลับ*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- พุทธิพงษ์ ศุภมัสคองกูร. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องภัยพิบัติทางธรรมชาติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E). *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 9(1), 1349-1365.
- ไพศาล วรคำ. (2559). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 8). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น. (2553). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ราตรี นันทสุคนธ์. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฑาทอง.
- รุจิอร รักใหม่. (2557). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้เทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีพัทลุง จังหวัดพัทลุง. ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- โรงเรียนศรีราชา. (2558). *รายงานประจำปีของโรงเรียนศรีราชา ปีการศึกษา 2558*. ชลบุรี: โรงเรียนศรีราชา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลักขณา ศรีวัฒน์. (2549). *การคิด*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์.
- วัชราน เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 7 ฉบับปรับปรุง). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ตลาดตา พับลิเคชั่น จำกัด.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ (Learning management)*. กรุงเทพฯ: โอ เอสพรีนติ้งเฮาส์.

- ศิริชัย กาณจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory)* (พิมพ์ครั้งที่ 7).
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศिला สงอจินต์. (2551). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.*
- สกุล มูลแสดง. (2554). *สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.*
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558). *ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำขึ้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. เข้าถึงได้จาก*
<http://www.niets.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ แนวทางการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตเคชั่น ซัพพลายส์.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *สรุปผลการประเมิน PISA 2015. กรุงเทพฯ: ชัคเซสพับลิเคชั่น.*
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2554). *สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. อุดรธานี: อักษรศิลป์.*
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 6). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาคารวรรณ. (2553). *หลักการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการประเมินตามสภาพจริง. กรุงเทพฯ: ดวงกลมพับลิชชิ่ง.*
- สวนีย์ เพ็ชรพงศ์. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการสร้างผังมโนทัศน์ เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.*

- สวาสดี ลาพันธ์. (2555). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2554). บทสรุปสำหรับผู้บริหาร โรงเรียนศรีราชา จังหวัดชลบุรี. เข้าถึงได้จาก <http://aqa.onesqa.or.th/SummaryReport.aspx>
- สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และพรณี สินธพานนท์. (2555). พัฒนาศักยภาพการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิกพรีนติ้ง.
- สุธารพินท์ โนนศรีชัย. (2550). การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2553). หลักการวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2554). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2553). กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2546). 21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เสนอ ภิรมจิตระพอง. (2542). การประเมินผลภาคปฏิบัติ. อุบลราชธานี: ราชภัฏอุบลราชธานี.
- เสาวนีย์ บุญแก้ว. (2554). การศึกษาความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL โรงเรียนจุฬารัตน์ราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เสาวลักษณ์ เหลืองดี. (2552). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความเข้าใจมโนคติและความพึงพอใจ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- อัมราพร เรื่องรวมศิลป์. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ หารระคนของทศนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดอภิปัญญา ร่วมกับ KWDL. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 9(2), 1467-1480.
- อารีย์ วชิรวารการ. (2542). *การวัดและการประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- อำภางษ์ มังคละ. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ K-W-D-L และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 19(2), 217-224.
- Acar, S. B., & Tarhan, L. (2011). Inquiry-based laboratory activities in electrochemistry: High School Students' Achievements and Attitudes. *Science Education*, 43, 413-435.
- Ansberry, K. R., & Morgan, E. (2007). *More picture-perfect science lessons: Using children's books to guide inquiry, K-4: BSCS 5E instructional model*. Arlington: n.p.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of education objectives*. New York: David McKay.
- Bybee, R.W. (2014). The BSCS 5E instructional model: personal reflections and contemporary implications. *Science & Children*, 15(8), 10-13.
- Davis, M. (1997). *The effectiveness of a Guided-Inquiry discovery approach in an elementary school science curriculum*. Retrieved from www.proquest.com/products-services/dissertations/Dissertations-Abstract-International.html.
- Ogle, D. (1986). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. *The Reading Teacher*, 39 (6), 564-570.
- Sen, S., & Oskay, O. O. (2016). The effects of 5E inquiry learning activities on achievement and attitude toward chemistry. *Education and Learning*, 6(1), 1-9.
- Shaw, J. M., Chambless, M. S., Chessin, D., Price, V., & Beardain, G. (1997). *Cooperative problem solving: using K-W-D-L as an organization technique*. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?q=kwdl&id=EJ545198>
- Tok, S. (2013). Effects of the know-want-learn strategy on students' mathematics achievement, anxiety and metacognitive skills. *Metacognition Learning*, 8, 193-212.

Wrinkle, C. S., & Manivannan, M. K. (2009). Application of the K-W-L teaching and learning method to an introductory physics course. *College Science Teaching*, 39(2), 47–51.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
2. อาจารย์ ดร.อภิชาติ พยัคฆิน
อาจารย์ประจำวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
วิทยาลัยการฝึกหัดครู
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
3. อาจารย์ ดร.ณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์
อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา
ประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย การวัดผลและประเมินผล
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ”
มหาวิทยาลัยบูรพา
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
4. อาจารย์ศานิตา ต่ายเมือง
ครู ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีราชา
อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
5. อาจารย์ณิชนกานต์ เจียมศิริ

(สำเนา)

ที่ ศธ๖๒๑๘/ว. ๒๓๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงข้อยกเว้นนิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวเจนจิรา เกรือทิวา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) ร่วมกับเทคนิค KWDL” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดีจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๕๘-๖๔๕๖๑๘๒

(สำเนา)

ที่ ศธ๖๒๑๘/๕๖๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๐

๑๓ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนศรีราชา
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวเจนจิรา เครือทิวา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ร่วมกับเทคนิค KWDL” ในความควบคุมดูแลของ ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐-๑๖ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ รักษาการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๕๘-๓๔๕๓๑๘๒

(สำเนา)

ที่ ศธ๖๒๑๘/ ๕๓๑

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๐

๑๓ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนศรีราชา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวเจนจิรา เครือทิวา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (๕E) ร่วมกับเทคนิค KWDL” ในความควบคุมดูแลของ ดร.ชนาวุฒิ ลาตวงษ์ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๒๐ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ รักษาการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๕๘-๓๔๕๓๑๘๒

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่องแสง
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา วิทยาศาสตร์ (ว 22102)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 2/2559
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 แสง	เวลา 150 นาที
เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา	ผู้สอน นางสาวเจนจิรา เครือทิวา

1. มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม.2/1 ทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสง การหักเหของแสง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.2/4 รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล เปรียบปริมาณและคุณภาพ

ว 8.1 ม.2/6 สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.2/9 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

2. สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

ภาพจากกระจกเงาเกิดจากหลักการสะท้อนของแสง เมื่อแสงจากวัตถุตกกระทบบนกระจกเงา ซึ่งเป็น กระจกเงาราบ กระจกนูน หรือกระจกเว้า แสงสะท้อนจากกระจกจะพบกัน ทำให้เกิดภาพของวัตถุขึ้น โดยภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดของภาพเท่ากับ

ขนาดของวัตถุ แต่กลับด้านจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง สำหรับกระจกนูนเป็นกระจกกระจายแสง เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ และกระจกเว้าเป็นกระจกรวมแสง เกิดภาพจริงและภาพเสมือน เกิดภาพขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก และขนาดเท่ากับวัตถุ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1.1 นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเกิดภาพและบอกลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ได้

1.2 นักเรียนสามารถคำนวณหาระยะภาพ ระยะวัตถุ ขนาดภาพ ขนาดวัตถุ และความยาวโฟกัสจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

1.3 นักเรียนสามารถอธิบายประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

2.1 นักเรียนสามารถวาดและอธิบายการเกิดภาพจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

3.1 นักเรียนสามารถบอกคุณค่าของกระจกเงาได้

3.2 นักเรียนสามารถทดลองและเก็บข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้

3.3 นักเรียนอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

4. สาระการเรียนรู้

1. การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ

2. การเกิดภาพจากกระจกเงาโค้ง (กระจกนูนและกระจกเว้า)

5. สมรรถนะที่สำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด

3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย

2. ใฝ่เรียนรู้

3. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา
2. ใบกิจกรรม KWDL ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา
3. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา

8. การจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (15 นาที)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำกระจกเงาราบ 1 บานและช้อนสแตนเลส 1 คัน
หันด้านนูนเข้าหานักเรียนและช้อนสแตนเลสอีก 1 คัน หันด้านเว้าของช้อนเข้าหานักเรียน แล้วถาม
คำถามดังต่อไปนี้

1.1.1 สิ่งของที่ครูถืออยู่มีลักษณะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ เหมือนกัน ตรงที่กระจกเงาราบและช้อนสะท้อนภาพได้ และต่างกัน
ตรงที่ กระจกเงาราบมีลักษณะผิวเรียบ ส่วนช้อนทั้งสองด้านมีลักษณะนูนและเว้า)

1.1.2 นักเรียนคิดว่าภาพที่เห็นในกระจกเงาราบ ภาพที่เห็นจากช้อนสแตนเลสด้าน
นูนและด้านเว้าต่างกันหรือไม่ และภาพที่เห็นมีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยภาพจากกระจกเงาราบ มีลักษณะเหมือนจริง ภาพ
จากส่วนเว้าของช้อน มีลักษณะของภาพเป็นภาพกลับหัว และภาพจากส่วนนูนของช้อน มีลักษณะ
ของภาพเป็นภาพหัวตั้ง)

1.1.3 นักเรียนมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาหรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ ไม่เห็น เนื่องจากแสงไม่สามารถผ่านกระจกเงาได้)

1.2 ครูและนักเรียนเข้าสู่บทเรียน เรื่องการเกิดภาพจากกระจก

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (60 นาที)

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน

2.2 นักเรียนร่วมกันทดลอง การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน
(จากช้อนสแตนเลส) ที่ตำแหน่งต่างกัน จากใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจาก
กระจกเงา

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (20 นาที)

3.1 นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่ม 1 คน ออกมานำเสนอผลการทดลอง เรื่องการเกิดภาพ
จากกระจกเงา จนครบทุกกลุ่ม

3.2 นักเรียนร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทดลอง เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา
จนได้ข้อสรุปดังนี้

3.2.1 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ จะเป็นภาพที่มีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของ
วัตถุ แต่กลับด้านจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง

3.2.2 กระจกนูนมีลักษณะโค้งนูน เกิดภาพขนาดเล็กกว่าวัตถุ

3.2.3 กระจกเว้ามีลักษณะโค้งเว้า เกิดภาพขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
และขนาดเท่ากับวัตถุ

3.3 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเดิมจากขั้นกระตุ้นความสนใจ โดยมีคำถามดังนี้

3.3.1 นักเรียนสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาหรือไม่
เพราะเหตุใด

*(แนวคำตอบ ไม่เห็น เพราะแสงไม่สามารถทะลุผ่านกระจกเงาได้ แสงจึง
ตกกระทบกระจกเงาและสะท้อนกลับ ทำให้เราไม่สามารถเห็นภาพที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาได้)*

3.4 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปหลักการเกิดภาพจากกระจกเงา และสรุปลักษณะของ
ภาพที่เกิดจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้

3.4.1 กระจกเงา แบ่งได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

(แนวคำตอบ 3 ประเภทคือ กระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน)

3.4.5 ครูวาดภาพการเกิดภาพจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ตามกิจกรรมการ
ทดลองที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา แล้วครูตั้งคำถามดังต่อไปนี้

- จากภาพมีอะไรเป็นองค์ประกอบบ้าง

(แนวคำตอบ วัตถุ กระจกเงา)

- เมื่อลำแสงตกกระทบวัตถุ แสงจะสะท้อนผ่านกระจกเงา โดยแสงตกกระทบกระจก
เงาโค้งเว้าจะรวมแสง ส่วนแสงที่ตกกระทบกระจกโค้งนูนจะกระจายแสง จะมีลักษณะอย่างไร

3.4.6 ครูและนักเรียนร่วมกันวาดภาพการเกิดภาพจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ
โดยวางวัตถุที่ตำแหน่งมากกว่ารัศมีความโค้ง แล้วสังเกตภาพที่เกิดขึ้น จากนั้นนักเรียนวาดภาพ
การเกิดภาพจากกระจกเงาชนิดต่างๆ โดยขยับวัตถุเข้ามาใกล้กับกระจกเงาตามตำแหน่งต่าง ๆ แล้ว
ครูถามคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

- ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ โดยวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีลักษณะของภาพ
อย่างไร

*(แนวคำตอบ เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุ แต่กลับ
ด้านจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง)*

- ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งนูน โดยวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีลักษณะของภาพอย่างไร

(แนวคำตอบ เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ)

- ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเว้า โดยวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีลักษณะของภาพอย่างไร

(แนวคำตอบ เกิดภาพจริงและภาพเสมือน โดยภาพที่เกิดขึ้นมีลักษณะดังนี้)

ตำแหน่งวัตถุ	ลักษณะภาพ
วางวัตถุที่ตำแหน่งมากกว่ารัศมีความโค้ง	ภาพจริง หัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
วางวัตถุที่ตำแหน่งรัศมีความโค้ง	ภาพจริง หัวกลับ ขนาดเท่ากับวัตถุ
วางวัตถุที่ตำแหน่งน้อยกว่ารัศมีความโค้ง	ภาพจริง หัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
วางวัตถุที่ตำแหน่งจุดโฟกัส	ภาพจริง หรือภาพเสมือนที่ระยะอนันต์
วางวัตถุที่ตำแหน่งน้อยกว่าระยะโฟกัส	ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

4. ขยายความรู้ (Elaboration) ร่วมกับเทคนิค KWDL (40 นาที)

4.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน

4.2 ครูแจกใบกิจกรรม KWDL ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา

4.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเกี่ยวกับ เรื่องประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ จากประสบการณ์หรือจากความรู้เดิมที่นักเรียนมี พร้อมทั้งบันทึกลงในใบกิจกรรมตามขั้นตอน KWDL

4.2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์เพิ่มเติม เรื่องประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ จากใบกิจกรรม โดยให้นักเรียน 1 คนอ่านสถานการณ์ให้สมาชิกในกลุ่มฟัง จากนั้นระดมความคิดเพื่อหาคำตอบตามขั้นตอน KWDL ดังนี้

- K: (What we know) นักเรียนร่วมกันบอกความรู้เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนด

(แนวคำตอบ เช่น กระจกนูนนำมาใช้เป็นกระจกติดรถยนต์กระจกเงารอบนำมาใช้เป็นกระจกส่องหน้า)

- W: (What we want to know) นักเรียนร่วมกันบอกสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้เพิ่มเติม

(แนวคำตอบ เช่น กระจกนูนที่นำมาใช้เป็นกระจกติดรถยนต์ มีหลักการทำงานอย่างไร กระจกเว้าที่นำมาใช้ตรวจฟันสำหรับทันตแพทย์ มีหลักการทำงานอย่างไร)

- D: (What we do to find out) นักเรียนร่วมกันบอกวิธีการหาคำตอบตามสิ่งที่ตนเองต้องการเรียนรู้

(แนวคำตอบ วิธีการหาคำตอบ เช่น ศึกษาค้นคว้าจากใบกิจกรรม KWDL ที่ 3 ในหัวข้อประโยชน์ของกระจกเงา ศึกษาจากหนังสือเรียน ในหัวข้อประโยชน์ของกระจกเงา)

- L: (What we learned) นักเรียนร่วมกันสรุปสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้

(แนวคำตอบ เช่น กระจกติดรถยนต์ เป็นกระจกนูน ให้ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ จะช่วยให้มองเห็นวัตถุของภาพกว้างขึ้นกระจกที่ตรวจฟันคนไข้สำหรับทันตแพทย์ เป็นกระจกเว้าให้ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ จึงเหมาะนำมาใช้ส่องดูฟัน)

4.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบจากปัญหาจากโจทย์ต่อไปนี้ กระจกเว้ามีรัศมีความโค้ง 40 เซนติเมตร ถ้าวางวัตถุอยู่ห่างจากกระจก 10 เซนติเมตร จงหาว่าเกิดภาพชนิดใด และที่ใด

K: โจทย์กำหนดอะไรบ้าง	1. การเกิดภาพกระจกเว้า 2. รัศมีความโค้ง (R) = 40 เซนติเมตร 3. ระยะวัตถุ (S) = 10 เซนติเมตร
W: โจทย์ต้องการทราบอะไร	1. เกิดภาพชนิดใด 2. เกิดภาพที่ตำแหน่งใด ($S' = ?$)
D: วิธีการหาคำตอบเป็นอย่างไร	วิธีการหาคำตอบ คือ 1. หาระยะ โฟกัส (f) จากสูตร $R = 2f$ 2. คำนวณหาระยะภาพ (S') จากสูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$ แสดงวิธีทำ 1. $R = 2f$ $40 = 2f$ $f = 20$ 2. จากสูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$ แทนค่า $\frac{1}{20} = \frac{1}{10} + \frac{1}{S'}$ $\frac{1}{S'} = \frac{1}{20} - \frac{1}{10}$ $S' = -20$
L: คำตอบคืออะไร	เกิดภาพเสมือน ที่ตำแหน่งหลังกระจก 20 เซนติเมตร

5. ชั้นประเมิน (Evaluation) (15 นาที)

นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงาในห้องเรียนตอนละ 1 ข้อ พร้อมทั้งให้นักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบในห้องเรียน และทำการบ้านในข้อที่เหลือ

9. สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด
2. ใบความรู้ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา
3. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา
4. ใบกิจกรรม KWDL ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา
5. แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา
6. กระจกเงาราบกลุ่มละ 1 บาน และช้อนสแตนเลส กลุ่มละ 1 คัน
7. แหล่งเรียนรู้ได้แก่ ห้องสมุด โรงเรียนและInternet

10. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K)			
1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเกิดภาพและบอกลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ได้	-ตรวจแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา	-แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา	-นักเรียนสามารถตอบถูกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
2. นักเรียนสามารถคำนวณหาระยะภาพ ระยะวัตถุ ขนาดภาพ ขนาดวัตถุ และความยาวโฟกัสจากสถานการณ์ที่กำหนดได้	-ตรวจใบกิจกรรม KWDL ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา	-ใบกิจกรรม KWDL ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา	-นักเรียนสามารถตอบถูกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
3. นักเรียนสามารถอธิบายประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้			
ด้านทักษะกระบวนการ (P)			
1. นักเรียนสามารถวาดและอธิบายการเกิดภาพจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ได้	- ตรวจแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา	-แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา	-นักเรียนสามารถตอบถูกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)			
1. นักเรียนสามารถบอกคุณค่าของกระจกเงาได้	- ตรวจแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถทดลองและเก็บข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้			
3. นักเรียนอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้			

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓
ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1. นักเรียน สามารถบอก คุณค่าของ กระจกเงาได้	1. นักเรียนบอกคุณค่า หรือประโยชน์ของกระจกเงา ได้อย่างไร				
	2. นักเรียนระมัดระวังในการใช้กระจกเงาในกิจกรรม การทดลอง				
2. นักเรียน สามารถ ทดลองและ เก็บข้อมูลจาก หลักฐานเชิง ประจักษ์ได้	1. มีความตั้งใจและพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
	2. ศึกษาวิธีการทดลอง สืบหาอุปกรณ์การทดลอง ก่อนทำการทดลอง				
	3. ทำกิจกรรมการทดลองอย่างรอบคอบ				
	4. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองอย่างตรงไปตรงมา				
	5. วิเคราะห์ ตรวจสอบสิ่งที่เรียนรู้และสรุปเป็นองค์ ความรู้				
3. นักเรียน อธิบายสิ่งที่ เรียนรู้ให้ผู้อื่น เข้าใจได้	1. นำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน				
	2. แลกเปลี่ยนความรู้ ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ ในชีวิตประจำวัน				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 36 คะแนน

คะแนน 28-36	หมายถึง ดีมาก	คะแนน 20-27	หมายถึง ดี
คะแนน 10-18	หมายถึง พอใช้	คะแนน 1-9	หมายถึง ปรับปรุง

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....นักเรียนให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดี นักเรียนสามารถมองเห็นความแตกต่าง
ของภาพที่เกิดขึ้นบนชั้นสแตนเลสได้

.....นักเรียนสามารถเห็นคุณค่าและประโยชน์ของกระจกเงา

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....นักเรียนบางกลุ่มไม่ช่วยเหลือเพื่อนในการอภิปรายผลการทดลอง

3. ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไข

.....ให้นักเรียนที่ไม่ช่วยเพื่อนในการอภิปรายผลการทดลองเป็นคนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

ลงชื่อ เจนจิรา เครือทิวา

(นางสาวเจนจิรา เครือทิวา)

ผู้สอน

ใบความรู้ที่ 3

เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

กระจกเงาราบ

กระจกเงาราบ เป็นกระจกที่มีลักษณะเป็นผิวเรียบ ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุ แต่กลับด้านจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง ประโยชน์ของกระจกเงาราบ นำไปทำเป็นกระจกส่องหน้า

กระจกเงาโค้ง

กระจกเงาโค้ง มี 2 ชนิด คือ กระจกนูนและกระจกเว้า
กระจกเว้าและกระจกนูน โดยทั่วไปจะมีรูปทรงเป็นส่วนหนึ่งของผิวทรงกลม จุดศูนย์กลางของทรงกลมจึงเป็นศูนย์กลางความโค้งของกระจก และรัศมีของทรงกลมก็คือ รัศมีความโค้งของกระจกเว้าหรือกระจกนูน

ลักษณะกระจกนูน

1. เป็นกระจกกระจายแสง
2. เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
3. รังสีตกกระทบและรังสีสะท้อนอยู่คนละด้านกับจุดศูนย์กลางความโค้ง

ลักษณะกระจกเว้า

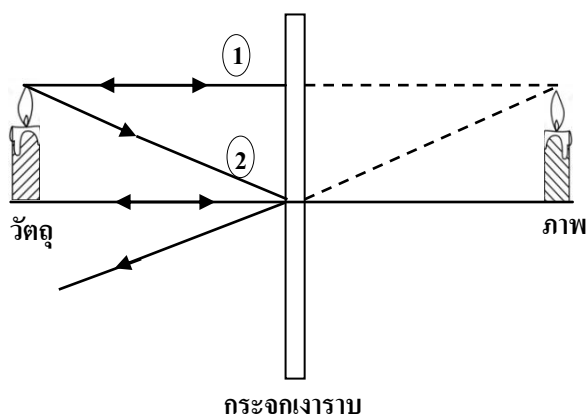
1. เป็นกระจกรวมแสง
2. เกิดภาพเสมือนและภาพจริง ขนาดใหญ่ขนาดเล็กขึ้นอยู่กับระยะ
3. รังสีตกกระทบ และรังสีสะท้อนอยู่ด้านเดียวกับจุดศูนย์กลางความโค้ง

การสะท้อนแสงของกระจกเงา

การสะท้อนแสงของกระจกเงาเมื่อให้รังสีขนานกับแกนमुखสำคัญหลายรังสีตกกระทบผิวกระจกเว้า รังสีจะสะท้อนไปตัดกันที่จุด ๆ หนึ่งบนเส้นแกนमुखสำคัญ จุดนี้เรียกว่า จุดโฟกัส (focus) แทนด้วยสัญลักษณ์ F รังสีสะท้อนจากกระจกนูน จะกระจายออกจากกัน แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนไปทางด้านหลังของกระจกนูน พบว่าแนวต่อของรังสีจะตัดกันที่จุด ๆ หนึ่งบนเส้นแกนमुखสำคัญ จุดนี้เรียกว่า จุดโฟกัส (focus) เช่นเดียวกัน และระยะจากขั้วกระจกถึงจุดโฟกัส เรียกว่า ความยาวโฟกัส (focus length) แทนด้วย f หรือ F

การเขียนภาพจากกระจกเงาราบ

1. รังสีของแสงจะออกจากวัตถุทุกทิศทางแต่เลือกพิจารณารังสีของแสงเส้นทางหนึ่งมาที่กระจก โดยเลือกบริเวณปลายวัตถุ (ด้านบนสุด)
2. รังสีแสงเส้นที่ 1 ลากตรงมายังกระจกซึ่งจะขนานกับแกนमुखสำคัญ รังสีเส้นนี้ตกกระทบ 0 องศา ก็จะสะท้อนกลับ 0 องศา (รังสีตกกระทบเท่ากับรังสีสะท้อน) ต่อรังสีสะท้อนออกไปด้านหลังกระจก
3. รังสีเส้นที่ 2 ลากไปที่ด้านล่างของกระจก (หรือจะใช้ตำแหน่งใดก็ได้) แล้วสะท้อนออกไปเท่ากับมุมตกกระทบต่อรังสีสะท้อนออกไปด้านหลังกระจก ตำแหน่งที่รังสีตัดกันด้านหลังกระจก คือตำแหน่งที่เกิดภาพ (ดั่งภาพ)

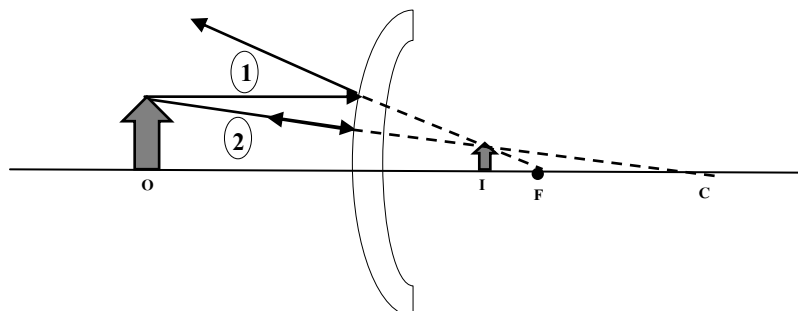


(ภาพแสดงการเขียนภาพจากกระจกเงาระนาบ)

การเขียนภาพจากกระจกเงาโค้ง

1. การเขียนภาพจากกระจกนูน

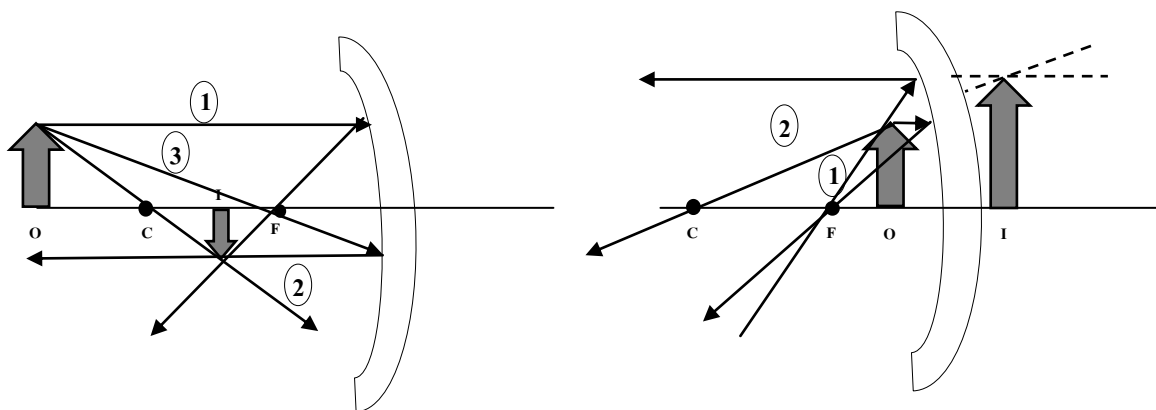
เมื่อลากเส้นรังสีตกกระทบกับผิวกระจกนูน รังสีจะสะท้อนกระจายออกจากกัน รังสีจึงไม่ตัดกันจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีออกไปในทิศทางตรงกันข้ามกับเส้นประ ซึ่งทำให้เสมือนว่ารังสีทั้งสองไปตัดกันหลังกระจกด้วยเส้นประ จุดที่เสมือนว่ารังสีทั้งสองไปตัดกันเป็นตำแหน่งของภาพเสมือน (Virtual image) ไม่สามารถนำฉากไปรับได้



1.1 ลากเส้นรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุจนถึงกระจก (ลากขนานกับแกนमुखสำคัญ) แล้วสะท้อนกลับ โดยต่อเส้นรังสีสะท้อนด้านหลังกระจกให้ผ่านจุด F

1.2 ลากเส้นรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุจนถึงกระจก ต่อเส้นรังสีสะท้อนออกไปด้านหลังกระจกให้ผ่านจุด C ตำแหน่งที่เส้นรังสีตัดกันด้านหลังกระจก เป็นตำแหน่งที่เกิดภาพขึ้น ซึ่งจะได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

2. การเขียนภาพจากกระจกเว้า



1.1 ลากเส้นรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุถึงกระจก (ขนานกับแกนमुखสำคัญ) จะได้รังสีสะท้อนผ่านจุด F (จุดโฟกัส)

1.2 ลากเส้นรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุ ผ่านจุด C (จุดศูนย์กลางความโค้ง) สะท้อนผ่านจุด C

1.3 ลากเส้นรังสีตกกระทบจากปลายวัตถุผ่านจุด F รังสีสะท้อนขนานกับแกนमुखสำคัญ จุดที่รังสีสะท้อนตัดกัน คือ ตำแหน่งที่เกิดภาพ

ภาพที่เกิดจากกระจกเว้า จะเป็นภาพจริงหน้ากระจก ถ้าระยะวัตถุ (S) < ความยาวโฟกัส (f) จะเกิดภาพเสมือนหัวตั้ง อยู่ด้านหลังกระจก ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

การคำนวณเกี่ยวกับกระจกนูนและกระจกเว้า

กฎเกี่ยวกับเครื่องหมายของกระจก

- | | |
|-----------------|--|
| 1. ระยะวัตถุ | ระยะวัตถุจริง S เป็น + (หรือ u เป็น +)
ระยะวัตถุเสมือน S เป็น - (หรือ u เป็น -) |
| 2. ระยะภาพ | ภาพจริง S' เป็น + (ได้แก่กระจกเว้า) หรือ V เป็น +
ภาพเสมือน S' เป็น - (ได้แก่กระจกนูน) หรือ V เป็น - |
| 3. ความยาวโฟกัส | กระจกเว้า f เป็น + (เพราะอยู่หลังกระจกแสงไปตัดกันจริง ๆ)
กระจกนูน f เป็น - (เพราะอยู่หลังกระจกแสงไม่ไปตัดกันจริง ๆ) |

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$$

$$m = \frac{I}{O} = \frac{S'}{S}$$

กำหนดให้	f	แทน ความยาวโฟกัส
	S	แทน ระยะวัตถุ
	S'	แทน ระยะภาพ
	m	แทน กำลังขยาย
	O	แทน ขนาดของวัตถุ
	I	แทน ขนาดของภาพ

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 3

เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา

กลุ่มที่.....เลขที่สมาชิกกลุ่ม.....ชั้น.....

จุดประสงค์

1.

อุปกรณ์การทดลอง

1. กระจกเงา กลุ่มละ 1 บาน 2. ซ้อนสแตนเลส กลุ่มละ 1 คัน 3. ตุ๊กตา กลุ่มละ 1 ตัว

วิธีการทดลอง

1. นำกระจกเงาราบกลุ่มละ 1 บาน ซ้อนสแตนเลสกลุ่มละ 1 คัน (ทั้งด้านนูนและด้านเว้า) ส่องดูภาพตุ๊กตาที่ระยะประชิด ระยะ 50 เซนติเมตร (1 ช่วงแขน) และระยะ 1 เมตร (2 ก้าวขา)
2. คุณลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งต่าง ๆ ว่ามีลักษณะอย่างไร แล้วบันทึกลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของ กระจกเงา	ระยะห่างของตุ๊กตากับกระจก		
	ระยะประชิด	ห่างกระจก 50 ซม.	ห่างกระจก 1 เมตร
กระจกเงาราบ			
กระจกนูน			
กระจกเว้า			

สรุปผลการทดลอง.....

.....

เฉลยใบกิจกรรมการทดลองที่ 3

เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา

กลุ่มที่.....เลขที่สมาชิกกลุ่ม.....ชั้น.....

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาชนิดต่างๆ

อุปกรณ์การทดลอง

1. กระจกเงา กลุ่มละ 1 บาน 2. ซ้อนสแตนเลส กลุ่มละ 1 คัน 3. ตู๊กตา กลุ่มละ 1 ตัว

วิธีการทดลอง

- นำกระจกเงาราบกลุ่มละ 1 บาน ซ้อนสแตนเลสกลุ่มละ 1 คัน (ทั้งด้านนูนและด้านเว้า) ส่องดูภาพตูกตาที่ระยะประชิด ระยะ 50 เซนติเมตร (1 ช่วงแขน) และระยะ 1 เมตร (2 ก้าวขา)
- ดูลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งต่าง ๆ ว่ามีลักษณะอย่างไร แล้วบันทึกลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของ กระจกเงา	ระยะห่างของตูกตากับกระจก		
	ระยะประชิด	ห่างกระจก 50 ซม.	ห่างกระจก 1 เมตร
กระจกเงาราบ	ภาพที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่ากับตูกตาแต่กลับซ้ายเป็นขวา ขวาเป็นซ้าย	ภาพที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กกว่าระยะประชิด และตูกตา กลับซ้ายเป็นขวา ขวาเป็นซ้าย	ภาพที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กกว่าที่ระยะ 50 เมตร และตูกตา กลับซ้ายเป็นขวา ขวาเป็นซ้าย
กระจกนูน	ภาพหัวตั้งขนาดเล็กกว่าตูกตา	ภาพหัวตั้งขนาดเล็กกว่าตูกตา	ภาพหัวตั้งขนาดเล็กกว่าตูกตา
กระจกเว้า	ภาพหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าตูกตา	ภาพหัวกลับขนาดเล็กกว่าตูกตา	ภาพหัวกลับขนาดเล็กกว่าตูกตา

สรุปผลการทดลอง

..... ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุ แต่กลับด้านจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง

..... กระจกโค้งนูน เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

..... กระจกโค้งเว้า เกิดภาพทั้งภาพจริงหัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ ภาพจริงหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ และภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

3

ใบกิจกรรม KWDL

เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา

กลุ่มที่.....เลขที่สมาชิกกลุ่ม.....ชั้น.....

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ เรื่องประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ที่กำหนด โดยให้นักเรียน 1 คนอ่านสถานการณ์ให้สมาชิกในกลุ่มฟัง จากนั้นระดมความคิดเพื่อหาคำตอบตามขั้นตอน KWDL ดังนี้

ประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ

กระจกเงาราบ นำมาใช้ประโยชน์เป็นกระจกส่องหน้า ขนาดเท่ากับวัตถุแต่กลับด้านจากซ้ายเป็นขวา ขวาเป็นซ้าย

กระจกนูน นำมาใช้ประโยชน์โดยคิดรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เพื่อดูรถด้านหลัง ภาพที่เห็นจะอยู่ในกระจกระยะใกล้กว่า เนื่องจากกระจกนูนให้ภาพเสมือนหัวตั้งเล็กกว่าวัตถุเสมอ และช่วยให้เห็นมุมมองของภาพกว้างขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้กระจกนูนยังใช้ติดตั้งบริเวณทางเลี้ยว เพื่อช่วยให้มองเห็นรถยนต์ที่วิ่งสวนทางมา

กระจกเว้า นำมาใช้ประกอบกับกล้องจุลทรรศน์ เพื่อช่วยรวมแสงไปตกที่แผ่นสไลด์ ทำให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น ทำกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง กล้องโทรทรรศน์วิทยุ ทำเตาสूरียะ ทำจานดาวเทียม เพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์ ทำจานรับเรดาร์ นอกจากนี้สมบัติอย่างหนึ่งของกระจกเว้าคือ เมื่อนำมาส่องดูวัตถุใกล้ ๆ โดยให้ระยะวัตถุน้อยกว่าระยะโฟกัสแล้ว จะได้ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ อยู่ข้างหลังกระจก จึงได้นำสมบัติข้อนี้ของกระจกเว้ามาใช้ทำกระจกสำหรับโกนหนวด และใช้ทำกระจกสำหรับทันตแพทย์ใช้ตรวจฟันคนไข้



3

เฉลยใบกิจกรรม KWDL

เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา

กลุ่มที่.....เลขที่สมาชิกกลุ่ม.....ชั้น.....

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ เรื่องประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ที่กำหนด โดยให้นักเรียน 1 คนอ่านสถานการณ์ให้สมาชิกในกลุ่มฟัง จากนั้นระดมความคิดเพื่อหาคำตอบตามขั้นตอน KWDL ดังนี้

K: เรารู้อะไรบ้าง	<ol style="list-style-type: none"> 1. กระจกนูนนำมาใช้เป็นกระจกติดรถยนต์ 2. กระจกเงาราบนำมาใช้เป็นกระจกส่องหน้า
W: เราต้องการเรียนรู้อะไร	<ol style="list-style-type: none"> 1. กระจกนูนที่นำมาใช้เป็นกระจกติดรถยนต์ มีหลักการทำงานอย่างไร 2. กระจกเว้าที่นำมาใช้ตรวจฟันสำหรับทันตแพทย์ มีหลักการทำงานอย่างไร
D: เรามีวิธีการหาคำตอบอย่างไร	<p>วิธีการหาคำตอบ คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ศึกษาค้นคว้าจากใบกิจกรรม KWDL ที่ 3 ในหัวข้อประโยชน์ของกระจกเงา 2. ศึกษาจากหนังสือเรียน ในหัวข้อประโยชน์ของกระจกเงา
L: เราได้เรียนรู้อะไร	<ol style="list-style-type: none"> 1. กระจกติดรถยนต์ เป็นกระจกนูน ให้ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ จะช่วยให้มองเห็นวัตถุของภาพกว้างขึ้น 2. กระจกที่ตรวจฟันสำหรับทันตแพทย์ เป็นกระจกเว้า ให้ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ จึงเหมาะนำมาใช้ส่องดูฟัน

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาคำตอบจากโจทย์วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

กระจกเว้ามีรัศมีความโค้ง 40 เซนติเมตร ถ้าวางวัตถุอยู่ห่างจากกระจก 10 เซนติเมตร จงหาว่าเกิดภาพชนิดใด และที่ใด

K: โจทย์กำหนด อะไรบ้าง	1. การเกิดภาพกระจกเว้า 2. รัศมีความโค้ง (R) = 40 เซนติเมตร 3. ระยะวัตถุ (S) = 10 เซนติเมตร
W: โจทย์ต้องการ ทราบอะไร	1. เกิดภาพชนิดใด 2. เกิดภาพที่ตำแหน่งใด ($S' = ?$)
D: วิธีการหา คำตอบเป็นอย่างไร	วิธีการหาคำตอบ คือ 1. หา ระยะ โฟกัส (f) จากสูตร $R = 2f$ 2. คำนวณหาระยะภาพ (S') จากสูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$ แสดงวิธีทำ 1. $R = 2f$ $40 = 2f$ $f = 20$ 2. จากสูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$ แทนค่า $\frac{1}{20} = \frac{1}{10} + \frac{1}{S'}$ $\frac{1}{S'} = \frac{1}{20} - \frac{1}{10}$ $S' = -20$
L: คำตอบคืออะไร	เกิดภาพเสมือน ที่ตำแหน่งหลังกระจก 20 เซนติเมตร

แบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา

กลุ่มที่.....เลขที่สมาชิกกลุ่ม.....ชั้น.....

ตอนที่ 1 จงเขียนภาพจาก กระจกเงาราบ กระจกนูน และกระจกเว้า ที่เกิดจากการวางวัตถุไว้ที่
ตำแหน่งต่าง ๆ และบอกลักษณะภาพที่เกิดขึ้น

ตำแหน่งวัตถุ	รูปทางเดินแสง	ลักษณะภาพ
1. วางวัตถุหน้ากระจก เงาราบทุกตำแหน่ง		
2. วางวัตถุหน้า กระจกนูนทุก ตำแหน่ง		
3. วางวัตถุหน้าจุด C		
4. วางวัตถุที่จุด C		
5. วางวัตถุระหว่างจุด C กับจุด F		

ตำแหน่งวัตถุ	รูปทางเดินแสง	ลักษณะภาพ
6. วางวัตถุที่จุด F		
7. วางวัตถุระหว่างจุด F กับกระจกเว้า		

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำจากโจทย์ต่อไปนี้ พร้อมบอกบอกลักษณะภาพที่เกิดขึ้น

1. จงวาดภาพ เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเว้า 6 เซนติเมตรที่มีความยาวโฟกัส 2 เซนติเมตร จงหาว่าภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพที่มีลักษณะอย่างไร

K: โจทย์กำหนดอะไรบ้าง	..........
W: โจทย์ต้องการทราบอะไร	..........
D: วิธีการหาคำตอบเป็นอย่างไร	วิธีการหาคำตอบ คือ แสดงวิธีทำ
L: คำตอบคืออะไร	.....

2. วางวัตถุไว้น้ำกระจกนูนที่มีความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร เป็นระยะ 15 เซนติเมตร จงหาตำแหน่งและชนิดของภาพที่เกิดขึ้น

K: โจทย์กำหนด อะไรบ้าง	..... ..... .....
W: โจทย์ต้องการ ทราบอะไร	..... .....
D: วิธีการหา คำตอบเป็นอย่างไร	วิธีการหาคำตอบ คือ แสดงวิธีทำ
L: คำตอบคืออะไร	.....

- ตอนที่ 3 จงยกตัวอย่างการนำประโยชน์ของกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน มาใช้อย่างน้อย กระจกละ 1 ข้อ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

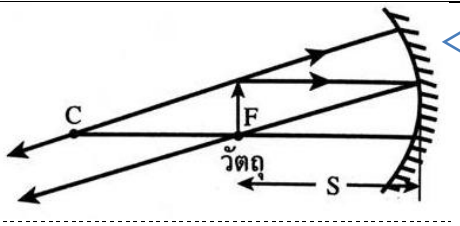
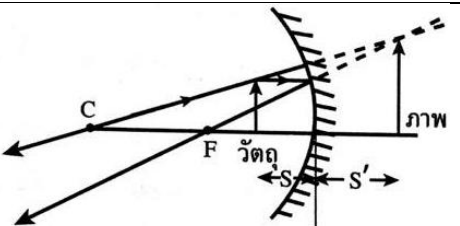
เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา

กลุ่มที่.....เลขที่สมาชิกกลุ่ม.....ชั้น.....

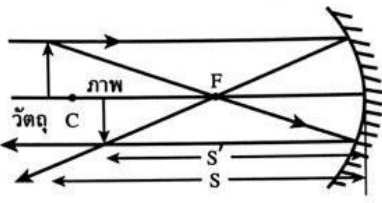
ตอนที่ 1 จงเขียนภาพจาก กระจกเงาราบ กระจกนูน และกระจกเว้า ที่เกิดจากการวางวัตถุไว้ที่
ตำแหน่งต่าง ๆ และบอกลักษณะภาพที่เกิดขึ้น

ตำแหน่งวัตถุ	รูปทางเดินแสง	ลักษณะภาพ
1. วางวัตถุหน้ากระจก เงาราบทุกตำแหน่ง		ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเท่ากับขนาดของ วัตถุ
2. วางวัตถุหน้า กระจกนูนทุก ตำแหน่ง		ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
3. วางวัตถุหน้าจุด C		ภาพจริง หัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ
4. วางวัตถุที่จุด C		ภาพจริง หัวกลับ ขนาดเท่ากับวัตถุ
5. วางวัตถุระหว่างจุด C กับจุด F		ภาพจริง หัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ตำแหน่งวัตถุ	รูปทางเดินแสง	ลักษณะภาพ
6. วางวัตถุที่จุด F		ภาพจริง หรือ ภาพเสมือนที่ระยะ อนันต์
7. วางวัตถุระหว่างจุด F กับกระจกเว้า		ภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาด ใหญ่กว่าวัตถุ

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำจากโจทย์ต่อไปนี้ พร้อมบอกบอกลักษณะภาพที่เกิดขึ้น

1. จงวาดภาพ เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจกเว้า 6 เซนติเมตรที่มีความยาวโฟกัส 2 เซนติเมตร จงหาว่าภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพที่มีลักษณะอย่างไร

K: โจทย์กำหนดอะไรบ้าง	<ol style="list-style-type: none"> 1. การเกิดภาพจากกระจกเว้า 2. ระยะวัตถุ (S) = 6 เซนติเมตร 3. ความยาวโฟกัส (f) = 2 เซนติเมตร 4. วัตถุอยู่หลังจุดศูนย์กลางความโค้ง (C)
W: โจทย์ต้องการทราบอะไร	ลักษณะของภาพที่เกิดขึ้น
D: วิธีการหาคำตอบเป็นอย่างไร	<p>วิธีการหาคำตอบ คือ</p> <p>วาดภาพเพื่อหาลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเว้า</p> <p>แสดงวิธีทำ</p> 
L: คำตอบคืออะไร	เกิดภาพจริง หัวกลับ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

2. วางวัตถุไว้หน้ากระจกนูนที่มีความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร เป็นระยะ 15 เซนติเมตร จงหาตำแหน่งและชนิดของภาพที่เกิดขึ้น

K: โจทย์กำหนดอะไรบ้าง	<ol style="list-style-type: none"> 1. การเกิดภาพกระจกนูน 2. ความยาวโฟกัส (f) = -10 เซนติเมตร 3. ระยะวัตถุ (S) = 15 เซนติเมตร
W: โจทย์ต้องการทราบอะไร	<ol style="list-style-type: none"> 1. เกิดภาพชนิดใด 2. เกิดภาพที่ตำแหน่งใด ($S' = ?$)
D: วิธีการหาคำตอบเป็นอย่างไร	<p>วิธีการหาคำตอบ คือ</p> <p>คำนวณหาระยะภาพ (S') จากสูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$</p> <p>แสดงวิธีทำ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จากสูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$ <p>แทนค่า $\frac{1}{-10} = \frac{1}{15} + \frac{1}{S'}$</p> $\frac{1}{S'} = -\frac{1}{10} - \frac{1}{15}$ $S' = -6$
L: คำตอบคืออะไร	เกิดภาพเสมือน หลักกระจกระยะ 6 เซนติเมตร

ตอนที่ 3 จงยกตัวอย่างการนำประโยชน์ของกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน มาใช้อย่างน้อย กระจกละ 1 ข้อ

1. กระจกเงาราบ นำมาใช้ประโยชน์เป็นกระจกส่องหน้า
2. กระจกเว้า นำมาใช้ประโยชน์เป็นกระจกตรวจฟันสำหรับทันตแพทย์
3. กระจกนูน นำมาใช้ประโยชน์เป็นกระจกมองข้างรถยนต์

ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน

ใบกิจกรรมการทดลองที่ 3

เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา

กลุ่มที่... 7 เลขที่สมาชิกกลุ่ม 12 22 34 39 ชั้น... ม. 2/1

อุปกรณ์การทดลอง

1. กระจกเงา กลุ่มละ 1 บาน 2. ซ้อนสแตนเลส กลุ่มละ 1 คัน 3. ดูกตา กลุ่มละ 1 ตัว

วิธีการทดลอง

1. นำกระจกเงาราบกลุ่มละ 1 บาน ซ้อนสแตนเลสกลุ่มละ 1 คัน (ทั้งด้านนูนและด้านเว้า) ส่องดูภาพดูกตา ที่ระยะประชิด ระยะ 50 เซนติเมตร (1 ช่วงแขน) และระยะ 1 เมตร (2 ก้าวขา)
2. ตูลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งต่างๆ ว่ามีลักษณะอย่างไร แล้วบันทึกลักษณะของภาพที่เกิดขึ้นลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของ กระจกเงา	ระยะห่างของดูกตากับกระจก		
	ระยะประชิด	ห่างกระจก 50 ซม.	ห่างกระจก 1 เมตร
กระจกเงาราบ	ภาพสะท้อน ผนังตู้กระจก ขนาดเท่าตัวดูกตา หัวตัว กลับซ้ายขวา	ขนาดเล็กกว่า ระยะประชิด แต่ใช้ยื่นกว่า ระยะ 1 เมตร หัวตัว กลับซ้ายขวา	ขนาดเล็ก หัวตัว กลับซ้ายขวา
กระจกนูน	หัวตัว เล็กกว่าตามจริง กลับซ้ายขวา	หัวเล็กกว่า ตามจริง และ เล็กกว่า ระยะ ประชิด กลับซ้ายขวา	มองไม่เห็นตู้กระจก กลับ กลับซ้ายขวา
กระจกเว้า	ใหญ่กว่า ตามจริง หัวตัว ไม่กลับซ้ายขวา	ตามกลับเข้า ตัวเล็กมาก กลับซ้ายขวา	กลับเข้า ตามจริง และ หัวไม่เข้า

สรุปผลการทดลอง... กล้องดูกตาตามสองเลนส์สะท้อนตู้กระจก ระยะประชิดเท่าตัวจริง
ห่างจากกระจก จากเดิม 1 เมตร จากเดิมที่สุด จากภาพเห็นถึง กลับซ้ายขวา
ตรงตาม ภาพที่เห็นหัวตัว กลับซ้ายขวา ภาพเล็กกว่าตามจริงหัวตัว
มองจากหัวภาพในตู้ที่อยู่ใกล้ 50 ซม. และ 1 ม. ภาพเล็กตามจริง
ตามจริงหัวตัวไม่กลับซ้ายขวา 50 ซม. และ 1 ม. ภาพกลับหัวกลับซ้ายขวา

เรื่อง ประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่างๆ

กลุ่มที่.....9.....เลขที่สมาชิกกลุ่ม.....1, 15, 20.....ชั้น.....5/1

<p>K : เรารู้อะไรบ้าง</p>	<p>กระจกสามารถเกิดภาพสะท้อนได้ กระจกเงาสามารถใช้ทำสิ่งต่าง ๆ ได้ กระจกมีประโยชน์</p>
<p>W : เราต้องการเรียนรู้อะไร</p>	<p>กฎการสะท้อน ลักษณะภาพที่สะท้อนมาจากกระจก การเกิดภาพจากกระจก ประโยชน์ของกระจก</p>
<p>D : เรามีวิธีการหาคำตอบอย่างไร</p>	<p>วิธีการหาคำตอบ คือ อ่านใบความรู้</p>
<p>L : เราได้เรียนรู้อะไร</p>	<p>กฎการสะท้อน - รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อนอยู่ภายใน - มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน กระจกเงา ภาพเล็กลงตามระยะทางที่ไกล ภาพหัวตั้ง ทั่วซ้าย-ขวา กระจกนูน ภาพหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าของจริง กระจกเว้า ภาพหัวตั้งหัวตั้ง ห่างออกไปเรื่อยๆ หัวกลับ ขนาดเล็ก ประโยชน์ กระจกนูน ส่องชน้ กระจกเว้า ประกอบกล้องจุลทรรศน์ เพื่อขยายภาพ กระจกนูน ทัศนียภาพ เพื่อดูด้านหลัง</p>

เรื่อง ประโยชน์ของกระจกเงาชนิดต่างๆ

กลุ่มที่ 11.....เลขที่สมาชิกกลุ่ม..... 3, 18, 23, 43.....ชั้น ม.2/1

<p>K : เรารู้อะไรบ้าง</p>	<p>กระจกเงา : สะท้อนภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเท่าที่วัตถุ..... กระจกนูน : สะท้อนภาพเสมือนหัวตั้ง เล็กกว่าวัตถุ..... กระจกเว้า : สะท้อนภาพได้ 2 แบบ คือ 1. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่ และภาพจริงหัวกลับ ขนาดเล็ก.....</p>
<p>W : เราต้องการเรียนรู้อะไร</p>	<p>ประโยชน์ของกระจกเงา..... กระจกนูน..... กระจกเว้า.....</p>
<p>D : เรามีวิธีการหาคำตอบอย่างไร</p>	<p>วิธีการหาคำตอบ คือ..... หาคำตอบจากใบความรู้ เรื่อง 16 โยชน์ของกระจกเงาชนิดต่างๆ.....</p>
<p>L : เราได้เรียนรู้อะไร</p>	<p>1. กระจกเงา..... โยชน์ : โยชน์..... กระจกนูน..... สะท้อนภาพหัวตั้ง..... 2. กระจกนูน..... โยชน์ : โยชน์..... สะท้อนภาพหัวตั้ง..... เล็กกว่าวัตถุ..... เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง..... 3. กระจกเว้า..... โยชน์ : โยชน์..... สะท้อนภาพหัวตั้ง..... ขนาดใหญ่..... และภาพจริงหัวกลับ..... ขนาดเล็ก.....</p>

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาคำตอบจากโจทย์วิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

กระจกเว้ามีรัศมีความโค้ง 40 เซนติเมตร ถ้าวางวัตถุอยู่ห่างจากกระจก 10 เซนติเมตร จงหาว่าเกิดภาพชนิดใด และที่ใด

<p>K : โจทย์กำหนดอะไรบ้าง</p>	<p>1. กระจกเว้า 2. รัศมีความโค้ง ($R = 40$ ซม.) 3. วัตถุอยู่ห่างจากกระจก ($s = 10$ ซม.)</p>
<p>W : โจทย์ต้องการทราบอะไร</p>	<p>1. เกิดภาพชนิดใด 2. ระยะภาพที่ใด (s')</p>
<p>D : วิธีการหาคำตอบเป็นอย่างไร</p>	<p>วิธีการหาคำตอบ คือ</p> <p>1. หาจุดโฟกัส (f) จากสูตร $R = 2f$ 2. หาค่าระยะของภาพ s' จากสูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$</p> <p>แสดงวิธีทำ</p> <p>1. $R = 2f$ $40 = 2f$ $f = 20$</p> <p>2. จากสูตร $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ แทนค่า $\frac{1}{20} = \frac{1}{10} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{s'} = \frac{1}{20} - \frac{1}{10}$ $\frac{1}{s'} = \frac{1-2}{20} = \frac{1}{20}$ $\frac{1}{s'} = -\frac{1}{20}$ $s' = -20$</p>
<p>L : คำตอบคืออะไร</p>	<p>ภาพเป็นจริง ที่ตำแหน่งลึกลับจาก 20 ซม.</p>

ภาพที่ ค-2 ใบกิจกรรม KWDL ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องแสง

คำชี้แจง: ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1-3

นางสาวจิสุน ออกรถจักรยานยนต์คันใหม่เมื่อวานและได้ขี่รถจักรยานยนต์คู่ใจออกไปตลาด ทันใดนั้นเหตุการณ์ที่ไม่คาดฝันก็เกิดขึ้น รถของจิสุน ชนเข้ากับรถจักรยานยนต์ของนายลีมิน อย่างจัง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไม่มีใครได้รับบาดเจ็บ แต่กระจกของจิสุนแตกละเอียดไม่สามารถใช้การได้ ลีมินจึงรีบผิชอบด้วยการไปซื้อกระจกมาเปลี่ยนให้ใหม่ และเมื่อจิสุนนำกระจกเปลี่ยนเข้ากับกระจกของตนก็พบว่าภาพที่เกิดขึ้นในกระจกมีความผิดปกติ คือมีขนาดเท่ากับภาพปกติ ภาพไม่เล็กและมุมมองภาพไม่กว้างเหมือนเคย จิสุนจึงไปถามร้านขายกระจกจึงได้รู้ว่า กระจกที่ลีมินซื้อมาให้มันเป็นกระจกเงาราบ ส่วนกระจกที่จิสุนต้องการนั้นเป็นกระจกนูน ที่ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็ก คล้ายกับกระจกที่ติดอยู่ตามทางแยก



1. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นความสำคัญของสถานการณ์ข้างต้น (เฉลย ก.)

1. ภาพที่เกิดจากกระจกต่างชนิดกัน
2. การเลือกกระจกมองข้างรถยนต์ที่เหมาะสม
3. ขนาดภาพจากกระจกต่างชนิดกัน จะแตกต่างกัน
4. อุบัติเหตุทางรถยนต์

ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

ค. 1 2 และ 3

ง. ทุกข้อที่กล่าวมา

2. กระจกที่ตามแยกกับกระจกมองข้างรถยนต์ มีลักษณะการเกิดภาพที่สัมพันธ์กันอย่างไร (เฉลย ข.)

- ก. เป็นกระจกเงาเหมือนกัน
- ข. เป็นกระจกโค้งนูนเหมือนกัน
- ค. ภาพที่เกิดเป็นภาพที่มีขนาดต่างกัน
- ง. ภาพที่เกิดเป็นภาพที่กลับซ้ายเป็นขวาเช่นเดียวกัน

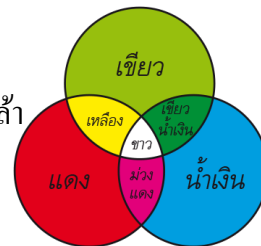
3. ข้อใดคือแนวคิดหลักของสถานการณ์ที่กำหนดให้ (เฉลย ข.)

- ก. กระจกเงาราบ ทำให้เกิดภาพที่มีขนาดเท่ากับวัตถุ
- ข. กระจกโค้งนูน ทำให้เกิดภาพที่มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
- ค. ลีมินตั้งใจซื้อกระจกเงาราบมาแทนกระจกโค้งนูน
- ง. กระจกโค้งนูน นำไปใช้ประโยชน์เป็นกระจกมองหลังรถ

คำชี้แจง: ใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 4-6

คนปกติเมื่อให้มองแผ่นกระดาษสีน้ำเงินนานประมาณ 1 นาที แล้วละสายตาไปมองแผ่นกระดาษสีขาว เขาจะมองเห็นกระดาษสีขาวเป็นสีอะไร

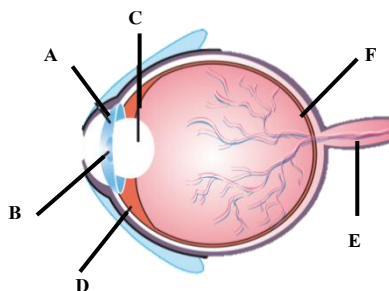
จักษุแพทย์ได้อธิบายว่า ขณะที่มองกระดาษสีน้ำเงินเป็นเวลานาน เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีน้ำเงินของเรตินาจะทำงานหนักมากจนเกิดความล้า เมื่อเซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีน้ำเงินเกิดความล้าจะทำให้ตาบอดสีน้ำเงินชั่วคราว ดังนั้นเมื่อตามองแผ่นกระดาษสีขาว ซึ่งจะมีแสงสีทุกสีตกกระทบบนเรตินา เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีแดงและแสงสีเขียวที่ยังคงทำงานตามปกติ จึงทำให้ตาเห็นแสงสีแดงและสีเขียวผสมกัน จึงทำให้มองเห็นเป็นสีเหลือง



4. จากบทความข้างต้น ส่วนใดของนัยน์ตาที่ทำให้เรามองเห็นสีวัตถุเป็นสีอื่นเมื่อจ้องมองสีนั้น เป็นเวลานาน (เฉลย ค.)
 - ก. เรตินา
 - ข. ม่านตา
 - ค. เซลล์รูปกรวย
 - ง. เซลล์รูปแท่ง
5. ถ้านกน้อยมองกระดาษสีแดงเป็นเวลานาน เมื่อละสายตาขึ้นมามองอาคารสีขาว นกน้อยจะเห็นอาคารเป็นสีอะไร (เฉลย ง.)
 - ก. สีแดง
 - ข. สีน้ำเงิน
 - ค. สีม่วงแดง
 - ง. สีน้ำเงินเขียว
6. ข้อใดสรุปหลักการของบทความข้างต้นได้ถูกต้อง (เฉลย ค.)
 - ก. เรตินาที่ถูกกระตุ้นเป็นเวลานาน จะมีผลทำให้เรตินาตอบสนองลดลง แต่ยังมีเซลล์ที่ไวต่อแสงสีอื่นที่พร้อมตอบสนองทันทีต่อแสงที่เข้ามาใหม่
 - ข. เรตินาที่ถูกกระตุ้นเป็นเวลานาน จะมีผลทำให้เรตินาตอบสนองเพิ่มขึ้น แต่ยังมีเซลล์ที่ไวต่อแสงสีอื่นที่พร้อมตอบสนองทันทีต่อแสงที่เข้ามาใหม่
 - ค. เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีหนึ่งถูกกระตุ้นเป็นเวลานาน จะมีผลทำให้เซลล์นี้ตอบสนองลดลง แต่ยังมีเซลล์ที่ไวต่อแสงสีอื่นที่พร้อมตอบสนองทันทีต่อแสงที่เข้ามาใหม่
 - ง. เซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีหนึ่งถูกกระตุ้นเป็นเวลานาน จะมีผลทำให้เซลล์นี้ตอบสนองเพิ่มขึ้น แต่ยังมีเซลล์ที่ไวต่อแสงสีอื่นที่พร้อมตอบสนองทันทีต่อแสงที่เข้ามาใหม่

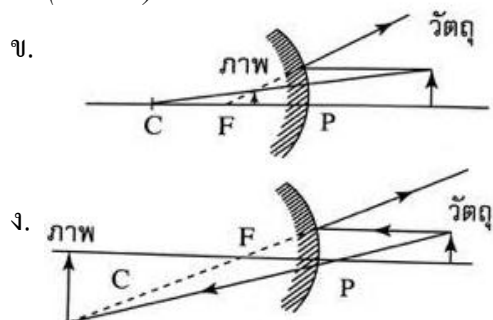
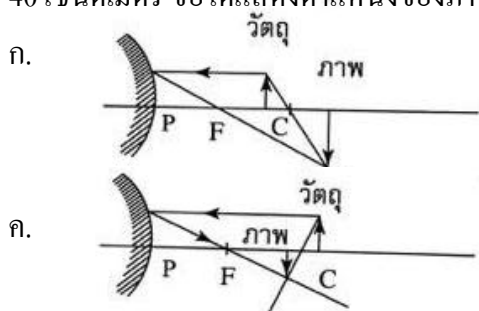
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง

คำชี้แจง: จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วใส่เครื่องหมาย ลงในกระดาษคำตอบ



- ส่วนใดของนัยน์ตาที่ทำหน้าที่เสมือนฉากรับภาพ (เฉลย ง.)
 - C
 - E
 - D
 - F
- ส่วนใดของนัยน์ตาที่สำคัญที่สุดเมื่อเกิดความผิดปกติแล้วจะทำให้เป็นคนสายตาสั้น (เฉลย ค.)
 - เรตินา
 - ม่านตา
 - เลนส์ตา
 - กล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา
- ปัจจัยใด ไม่มีผลต่อการมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน (เฉลย ก.)
 - จำนวนเซลล์รูปกรวย
 - ความผิดปกติของนัยน์ตา
 - ความสว่างบนผิวของวัตถุ
 - ระยะที่แหล่งกำเนิดแสงห่างจากวัตถุ
- เด็กชายเอ ต้องการซื้อหลอดไฟเพื่อนำมาใช้อ่านหนังสือ โดยร้านค้ามีหลอดไฟมีค่าความสว่าง 300 ลักซ์ เด็กชายเอควรซื้อหรือไม่ เพราะเหตุใด (เฉลย ก.)
 - ไม่ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่มีความสว่างน้อยเกินไป
 - ไม่ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่มีความเข้มแสงมากเกินไป
 - ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่ครอบคลุมการใช้งานหลายแบบ
 - ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่มีความสว่างเหมาะสมกับการอ่านหนังสือ
- เราเห็นใบไม้เป็นสีเขียวเพราะอะไร (เฉลย ง.)
 - สารสีเขียวในใบไม้สะท้อนแสงสีเขียวได้ดี
 - แสงที่ทะลุผ่านใบไม้เป็นแสงสีเขียวเข้าสู่เนยน์ตา
 - สารสีเขียวในใบไม้ปล่อยแสงสีน้ำเงินและสีเหลืองเข้าสู่เนยน์ตา
 - สารสีเขียวในใบไม้ดูดกลืนสีบางสีไว้ แต่ปล่อยสีเขียวออกมามากที่สุด

6. ข้อใด ไม่ได้ นำความรู้เกี่ยวกับการดูคลื่นแสงสี ไปใช้ประโยชน์ (เฉลย ก.)
- ก. กั้นภาชนะหุงต้มทำสีข้าว
 - ข. ควรสวมเสื้อสีครีม ในวันที่อากาศร้อน
 - ค. ประเทศที่มีอากาศหนาว ควรสวมใส่เสื้อผ้าสีเข้ม
 - ง. แผ่นรับความร้อนในเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทำสีดำ
7. ข้อใดถูกต้อง (เฉลย ค.)
- ก. รังสีของแสง เป็นรังสีที่ลู่เข้า และลู่ออก
 - ข. แสงเดินทางเป็นเส้นตรงโดยแสงเดินทางเป็นรังสีขนานเท่านั้น
 - ค. ภาพจริง เกิดจากรังสีของแสงตัดกันจริง และฉากสามารถรับได้
 - ง. ภาพเสมือน เกิดจากรังสีของแสงเสมือนตัดกัน และฉากสามารถรับได้
8. วัตถุผิวเรียบ และวัตถุผิวขรุขระ จะเกิดการสะท้อนของแสงเหมือน หรือแตกต่างกัน อย่างไร (เฉลย ง.)
- ก. เหมือนกัน วัตถุผิวเรียบและวัตถุผิวขรุขระ การสะท้อนของแสงจะเป็นระเบียบ
 - ข. เหมือนกัน วัตถุผิวเรียบและวัตถุผิวขรุขระ การสะท้อนของแสงจะไม่เป็นระเบียบ
 - ค. แตกต่างกัน วัตถุผิวเรียบ การสะท้อนของแสงจะไม่เป็นระเบียบ ส่วนวัตถุผิวขรุขระ การสะท้อนของแสงจะเป็นระเบียบ
 - ง. แตกต่างกัน วัตถุผิวเรียบ การสะท้อนของแสงจะเป็นระเบียบ ส่วนวัตถุผิวขรุขระ การสะท้อนของแสงจะไม่เป็นระเบียบ
9. ข้อใดเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง (เฉลย ง.)
- ก. มุมตกกระทบ มากกว่ามุมสะท้อน
 - ข. มุมสะท้อน มากกว่ามุมตกกระทบ
 - ค. รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อนขนานกัน
 - ง. รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีสะท้อนอยู่ในระนาบเดียวกัน
10. วางวัตถุไว้หน้ากระจกนูนห่างจากขั้วกระจก 35 เซนติเมตร กระจกนูนมีรัศมีความโค้ง 40 เซนติเมตร ข้อใดแสดงตำแหน่งของภาพได้ถูกต้อง (เฉลย ข.)



ภาคผนวก ก

- การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค KWDL
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- การปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
- การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
- คะแนนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียน
- การคำนวณหาค่า t -test โดยใช้โปรแกรม SPSS

**การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ร่วมกับเทคนิค KWDL**

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง นัยน์ตากับการมองเห็น

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. สารสำคัญ						
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. จุดประสงค์						
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้						
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	4	4.33	0.58	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้						
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	3	4.00	1.00	มาก

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
6. การวัดและประเมินผล						
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
ภาพรวม				4.62	0.53	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ 1 เรื่อง นัยน์ตากับการมองเห็น มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-2 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสะท้อนของแสง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. สาระสำคัญ						
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. จุดประสงค์						
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้						
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล						
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
ภาพรวม				4.87	0.34	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ 2 เรื่องการสะท้อนของแสง มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.87 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-3 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. สาระสำคัญ						
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2. จุดประสงค์						
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้						
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้						
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	4	4.33	0.58	มาก
6. การวัดและประเมินผล						
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
ภาพรวม				4.76	0.43	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ 3 เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-4 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหักเหของแสง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. สารสำคัญ						
1.1 ความถูกต้อง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	3	4.00	1.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์						
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้						
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้						
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล						
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
ภาพรวม				4.80	0.46	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ 4 เรื่อง การหักเหของแสง มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-5 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเกิดภาพจากเลนส์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. สารสำคัญ						
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์						
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้						
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้						
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด

ตารางที่ ค-5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
6. การวัดและประเมินผล						
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
ภาพรวม				4.87	0.34	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ 5 เรื่อง การเกิดภาพจากเลนส์ มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.87 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-6 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องทัศนูปกรณ์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. สาระสำคัญ						
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. จุดประสงค์						
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ค-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ			เฉลี่ย	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้						
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล						
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
ภาพรวม				4.89	0.32	มากที่สุด

จากตารางแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ 6 เรื่อง ทศานุปกรณ์ มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ค-7 การปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องนัยน์ตากับการมองเห็น 1. ปรับกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนให้มีความถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น</p>	<p>ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 2.2 นักเรียนร่วมกันสำรวจและค้นหา เรื่องนัยน์ตากับการมองเห็น จากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด หน้า 284-291 และจากจากใบความรู้ที่ 1 เรื่องนัยน์ตากับการมองเห็นพร้อมทั้งให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุด 2.3 นักเรียนร่วมกันทดลองการมองเห็นสีของวัตถุ จากใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องการมองเห็นสีของวัตถุ พร้อมบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในใบกิจกรรม 2.4 นักเรียนเขียนรายงานผลการทดลองในกระดาษชาร์ต 1 แผ่น เพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน</p>	<p>ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (40 นาที) 2.2 นักเรียนร่วมกันศึกษาส่วนประกอบของนัยน์ตา โดยดำเนินกิจกรรมดังนี้ 2.2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันกันวาดรูปนัยน์ตาพร้อมอธิบายองค์ประกอบและหน้าที่หลักของนัยน์ตา ลงในกระดาษภายในระยะเวลา 5 นาที กลุ่มใดถูกต้องและเสร็จสมบูรณ์ก่อนเป็นฝ่ายชนะ และส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน 2.3 ครูนำคำถามขึ้นสร้างความสนใจจากคำถามที่ว่า “นักเรียนคิดว่าเรามองเห็นสีต่างๆ ได้อย่างไร” มาให้นักเรียนสำรวจและค้นหาคำตอบ 2.3.1 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปราย ดังนี้ - แสงที่นักเรียนเห็นอยู่ในขณะนี้ เป็นแสงสีอะไร <i>(แนวคำตอบ แสงสีขาว)</i> - แสงสีขาวที่นักเรียนเห็น ประกอบด้วยสีขาว หรือว่าประกอบด้วยแสงหลายสีมาผสมกัน <i>(แนวคำตอบ แสงสีขาวประกอบด้วยแสงสีหลายสีมาผสมกัน)</i></p>

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
2. ปรับข้อความให้สอดคล้องกับสิ่งที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน	- หลอดไฟในห้องเรียน กับหลอดไฟในโรงภาพยนตร์มีความสว่างของแสงเท่ากันหรือไม่	<p>- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าแสงสีขาวประกอบด้วยแสงสีหลายสีผสมกัน (นำไปสู่กิจกรรมการทดลอง)</p> <p>2.3.2 นักเรียนร่วมกันทดลองการมองเห็นสีของวัตถุ จากใบกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่องการมองเห็นสีของวัตถุ พร้อมบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในใบกิจกรรม</p> <p>2.3.3 ครูสาธิตการผสมแสงสีเพิ่มเติม โดยนำไฟฉาย 3 สี คือ สีเขียว สีน้ำเงิน และสีแดง มาฉายแสงให้แสงสีทั้ง 3 ผสมกัน นักเรียนสังเกตและสรุปผลการทดลอง</p> <p>- หลอดไฟในห้องเรียน กับหลอดไฟตามบันไดฉุกเฉินมีความสว่างของแสงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร</p>
3. จัดทำภาพส่วนประกอบของตา และให้นักเรียนบอกส่วนประกอบของตา และหน้าที่เพื่อสรุปเนื้อหา	- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปหลักการ เรื่องนัยน์ตากับการมองเห็น จนได้ข้อสรุปดังนี้	- นักเรียนและครูร่วมกันสรุปหลักการ เรื่องนัยน์ตากับการมองเห็นโดยครูนำภาพส่วนประกอบของตาให้นักเรียนร่วมกันบอกส่วนประกอบ และหน้าที่ของตาจนได้ข้อสรุปดังนี้

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่																																																																																			
4. ใบบกิจกรรม ควรระบุข้อมูลให้เพียงพอต่อการนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง	-ตารางบันทึกผลการทดลอง <table border="1"> <thead> <tr> <th>คู่ที่</th> <th>สีของกระดาษทึบ</th> <th>สีของกระดาษแก้ว</th> <th>สีที่มองเห็น</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	คู่ที่	สีของกระดาษทึบ	สีของกระดาษแก้ว	สีที่มองเห็น	1				2				3				4				5				6				7				-ตารางบันทึกผลการทดลอง <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">สีที่มองเห็น</th> <th colspan="7">สีของกระดาษทึบ</th> </tr> <tr> <th>สีขาว</th> <th>สีจืด</th> <th>สีแดง</th> <th>สีเหลือง</th> <th>สีน้ำเงิน</th> <th>สีม่วง</th> <th>สีดำ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">สีของกระดาษแก้ว</td> <td>สีขาว</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>สีจืด</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>สีแดง</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>สีเหลือง</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>สีน้ำเงิน</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	สีที่มองเห็น	สีของกระดาษทึบ							สีขาว	สีจืด	สีแดง	สีเหลือง	สีน้ำเงิน	สีม่วง	สีดำ	สีของกระดาษแก้ว	สีขาว							สีจืด							สีแดง							สีเหลือง							สีน้ำเงิน						
คู่ที่	สีของกระดาษทึบ	สีของกระดาษแก้ว	สีที่มองเห็น																																																																																		
1																																																																																					
2																																																																																					
3																																																																																					
4																																																																																					
5																																																																																					
6																																																																																					
7																																																																																					
สีที่มองเห็น	สีของกระดาษทึบ																																																																																				
	สีขาว	สีจืด	สีแดง	สีเหลือง	สีน้ำเงิน	สีม่วง	สีดำ																																																																														
สีของกระดาษแก้ว	สีขาว																																																																																				
	สีจืด																																																																																				
	สีแดง																																																																																				
	สีเหลือง																																																																																				
	สีน้ำเงิน																																																																																				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา																																																																																					
1. ปรับสาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	- โดยการคำนวณเกี่ยวกับกระจกเงาโค้ง ประกอบด้วย การหาชนิดและตำแหน่งของภาพ ความยาวโฟกัส ขนาดของภาพ ขนาดของวัตถุ	- ตัดข้อความออก																																																																																			
2. ปรับกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนให้มีความถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น	ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน	ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน																																																																																			

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
	<p>2.2 นักเรียนร่วมกันทดลอง การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน (จากข้อนสแตนเลส) ที่ตำแหน่งต่างกัน จากใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง การเกิดภาพจากกระจกเงา</p> <p>2.3 นักเรียนร่วมกันสำรวจและค้นหาคำตอบเพิ่มเติม เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา จาก หนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ ม.2สำนักพิมพ์แม็คหน้า 293-299 และจาก ใบความรู้ที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา จากนั้นให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงในสมุด</p> <p>ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)</p> <p>3.1 นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่ม 1 คนออกมานำเสนอผลการทดลอง เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา จนครบทุกกลุ่ม</p> <p>3.2 นักเรียนร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทดลอง เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา จนได้ข้อสรุปดังนี้</p> <p>3.2.1 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ จะเป็นภาพที่มีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุ แต่กลับด้านจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง</p> <p>3.2.2 กระจกนูนมีลักษณะโค้งนูน เกิดภาพขนาดเล็กกว่าวัตถุ</p> <p>3.2.3กระจกเว้ามีลักษณะโค้งเว้า เกิดภาพขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ และขนาดเท่ากับวัตถุ</p> <p>3.3 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเดิมจากขั้นกระตุ้นความสนใจ โดยมีคำถามดังนี้</p> <p>3.3.1 นักเรียนสามารถมองเห็นสิ่งต่างๆที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาหรือไม่ เพราะเหตุใด</p>	<p>2.2 นักเรียนร่วมกันทดลอง การเกิดภาพจากกระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน (จากข้อนสแตนเลส) ที่ตำแหน่งต่างกัน จากใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา</p> <p>ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)</p> <p>3.1 นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่ม 1 คนออกมานำเสนอผลการทดลอง เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา จนครบทุกกลุ่ม</p> <p>3.2 นักเรียนร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทดลอง เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา จนได้ข้อสรุปดังนี้</p> <p>3.2.1 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ จะเป็นภาพที่มีขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุ แต่กลับด้านจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง</p> <p>3.2.2 กระจกนูนมีลักษณะโค้งนูน เกิดภาพขนาดเล็กกว่าวัตถุ</p> <p>3.2.3กระจกเว้ามีลักษณะโค้งเว้า เกิดภาพขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ และขนาดเท่ากับวัตถุ</p> <p>3.3 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเดิมจากขั้นกระตุ้นความสนใจ โดยมีคำถามดังนี้</p> <p>3.3.1 นักเรียนสามารถมองเห็นสิ่งต่างๆที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาหรือไม่ เพราะเหตุใด</p>

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
3.2.2 กระจกนูนมีลักษณะโค้งนูน เกิดภาพขนาดเล็กกว่าวัตถุ	3.2.2 กระจกนูนมีลักษณะโค้งนูน เกิดภาพขนาดเล็กกว่าวัตถุ	<i>(แนวคำตอบ ไม่เห็น เพราะแสงไม่สามารถทะลุผ่านกระจกเงาได้ แสงจึงตกกระทบกระจกเงาและสะท้อนกลับ ทำให้เราไม่สามารถ</i>
3.2.3 กระจกเว้ามีลักษณะโค้งเว้า เกิดภาพขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ และขนาดเท่ากับวัตถุ	3.2.3 กระจกเว้ามีลักษณะโค้งเว้า เกิดภาพขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ขนาดเล็กกว่าวัตถุ และขนาดเท่ากับวัตถุ	<i>เห็นภาพที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาได้)</i>
3.3 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเดิมจากขั้นกระตุ้นความสนใจ โดยมีคำถามดังนี้	3.3 นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเดิมจากขั้นกระตุ้นความสนใจ โดยมีคำถามดังนี้	3.4 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปหลักการเกิดภาพจากกระจกเงา และสรุปลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ โดยครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้
3.3.1 นักเรียนสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาหรือไม่ เพราะเหตุใด	3.3.1 นักเรียนสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาหรือไม่ เพราะเหตุใด	3.4.1 กระจกเงา แบ่งได้เป็นที่ประเภท อะไรบ้าง
<i>(แนวคำตอบ ไม่เห็น เพราะแสงไม่สามารถทะลุผ่านกระจกเงาได้ แสงจึงตกกระทบกระจกเงาและสะท้อนกลับ ทำให้เราไม่สามารถเห็นภาพที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาได้)</i>	<i>(แนวคำตอบ ไม่เห็น เพราะแสงไม่สามารถทะลุผ่านกระจกเงาได้ แสงจึงตกกระทบกระจกเงาและสะท้อนกลับ ทำให้เราไม่สามารถเห็นภาพที่อยู่ด้านหลังของกระจกเงาได้)</i>	<i>(แนวคำตอบ 3 ประเภทคือ กระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน)</i>
3.4 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปหลักการเกิดภาพจากกระจกเงา และสรุปลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ จนได้ข้อสรุปดังนี้	3.4 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปหลักการเกิดภาพจากกระจกเงา และสรุปลักษณะของภาพที่เกิดจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ จนได้ข้อสรุปดังนี้	3.4.5 ครูวาดภาพการเกิดภาพจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ ตามกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่องการเกิดภาพจากกระจกเงา แล้วครูตั้งคำถามดังต่อไปนี้
3.4.1 กระจกเงา แบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ กระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน	3.4.1 กระจกเงา แบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ กระจกเงาราบ กระจกเว้า และกระจกนูน	- จากภาพมีอะไรเป็นองค์ประกอบบ้าง <i>(แนวคำตอบ วัตถุ กระจกเงา)</i> - เมื่อลำแสงตกกระทบวัตถุ แสงจะสะท้อนผ่านกระจกเงาโดยแสงตกกระทบกระจกเงาโค้งเว้าจะรวมแสง ส่วนแสงที่ตกกระทบกระจกโค้งนูนจะกระจายแสง จะมีลักษณะอย่างไร

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
	<p>3.4.2 ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุ แต่กลับด้านจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง</p> <p>3.4.3 กระจกนูนเป็นกระจกกระจายแสง เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ</p> <p>3.4.4 กระจกเว้าเป็นกระจกรวมแสง เกิดภาพจริงและภาพเสมือน โดยภาพที่เกิดขึ้นมีลักษณะดังนี้</p>	<p>3.4.6 ครูและนักเรียนร่วมกันวาดภาพการเกิดภาพจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ โดยวางวัตถุที่ตำแหน่งมากกว่ารัศมี ความโค้ง แล้วสังเกตภาพที่เกิดขึ้น จากนั้นนักเรียนวาดภาพการเกิดภาพจากกระจกเงาชนิดต่าง ๆ โดยขยับวัตถุเข้ามาใกล้กับกระจกเงาตามตำแหน่งต่าง ๆ แล้วครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้</p> <p>- ภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ โดยวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีลักษณะของภาพอย่างไร</p> <p><i>(แนวคำตอบ เป็นภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดของภาพเท่ากับขนาดของวัตถุ แต่กลับด้านจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง)</i></p> <p>- ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งนูน โดยวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีลักษณะของภาพอย่างไร</p> <p><i>(แนวคำตอบ เกิดภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุเสมอ)</i></p> <p>- ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเว้า โดยวางวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีลักษณะของภาพอย่างไร</p> <p><i>(แนวคำตอบ เกิดภาพจริงและภาพเสมือน โดยภาพที่เกิดขึ้นมีลักษณะดังนี้)</i></p>

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหักเหของแสง</p> <p>1. ปรับสาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอดให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้</p> <p>2. ปรับกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนให้มีความถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น</p>	<p>- โดยการหักเหของแสงจะเกิดขึ้นที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางซึ่งมีผลต่อตำแหน่งการมองเห็นวัตถุ</p> <p>ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement)</p> <p>1.1 ทบทวนความรู้เดิม โดยการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้</p>	<p>- โดยการหักเหของแสงจะเกิดขึ้นที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางเมื่อแสงเคลื่อนที่ตกกระทบตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าผ่านไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า ลำแสงหักเหจะเบนออกจากเส้นปกติ และแสงเคลื่อนที่ตกกระทบตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าผ่านไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า ลำแสงหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ การสะท้อนกลับหมด เกิดจากการเดินทางของแสงจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า เมื่อแสงเคลื่อนที่ถึงรอยต่อระหว่างตัวกลางจะเกิดการสะท้อนกลับสู่ตัวกลางเดิม การสะท้อนกลับหมดจะเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต</p> <p>ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement)</p> <p>1.1 ครูทบทวนความรู้เดิม โดยการตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้</p>

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
<p>1.1.1 เพราะเหตุใดเราจึงมองเห็นภาพในกระจก (<u>แนวคำตอบ</u> แสงตกกระทบกับวัตถุ และสะท้อนจากวัตถุเข้าสู่เนยน้ำตาลแล้วจะเกิดการมองเห็น)</p>		<p>1.1.1 การที่เรามองเห็นภาพในกระจกได้ แสดงว่ากระจกมีคุณสมบัติอย่างไร (<u>แนวคำตอบ</u> กระจกมีคุณสมบัติในการสะท้อนของแสง)</p>
<p>1.1.2 นอกจากแสงจะสะท้อนได้แล้ว นักเรียนคิดว่าแสงสามารถทำอะไรได้อีก เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลาง (<u>แนวคำตอบ</u> หักเห)</p>		<p>1.1.2 นอกจากแสงจะมีคุณสมบัติในการสะท้อนได้แล้ว นักเรียนคิดว่าแสงมีคุณสมบัติอะไรอีก (คำถามเพื่อนำไปสู่การกระตุ้นความสนใจ)</p>
<p>1.2 ครูให้นักเรียนเล่นมายากล เรื่องกลับมาให้เห็น โดยนำเหรียญห้าบาท ใส่งในแก้วกาแฟทึบ แล้วให้นักเรียนขอลงจมองไม่เห็นเหรียญ จากนั้นค่อย ๆ เติมน้ำลงในแก้ว ให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เห็น (นำเข้าสู่บทเรียนเรื่องการหักเหของแสง)</p>		<p>1.2 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอซึ่งเป็นการนำเหรียญห้าบาท ใส่งไปในแก้วกาแฟทึบ แล้วมองข้าง ๆ ของแก้ว ซึ่งจะมองไม่เห็นเหรียญ จากนั้นค่อย ๆ เติมน้ำลงไปใแก้วแล้วให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นจากวิดีโอและตอบคำถามดังต่อไปนี้</p>
<p>ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)</p>		<p>1.2.1 ก่อนเติมน้ำลงไป เรามองเห็นเหรียญหรือไม่ (<u>แนวคำตอบ</u> ไม่เห็น)</p>
<p>2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน</p>		<p>1.2.2 เหรียญที่มองไม่เห็น สามารถทำให้มองเห็นอย่างไร (<u>แนวคำตอบ</u> เติมน้ำลงไปเรื่อย ๆ)</p>
<p>2.2 นักเรียนร่วมกันสำรวจและค้นหา เรื่องการหักเหของแสง จากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 สำนักพิมพ์แม็คจำกัด หน้า 300-305 และจากใบความรู้ที่ 4 เรื่องการหักเหของแสง พร้อมทั้งให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญลงสมุด</p>		<p>1.2.3 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงมองเห็นเหรียญเมื่อใส่งน้ำลงไป (นำเข้าสู่บทเรียนเรื่องการหักเหของแสง)</p>

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
<p>2.3 นักเรียนร่วมกันทดลองการหักเหของแสง จากใบกิจกรรมการทดลองที่ 4 เรื่องการหักเหของแสง พร้อมบันทึกและสรุปผลการทดลองลงในใบกิจกรรม</p> <p>3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)</p> <p>3.1 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอรายงานผลการทดลอง</p> <p>3.2 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปหลักการ เรื่องการหักเหของแสง จนได้ข้อสรุปดังนี้</p> <p>3.2.1 การหักเหของแสง คือการที่แสงเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ เนื่องจากอัตราเร็วของแสง มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน และมีความหนาแน่นต่างกัน ทำให้อัตราเร็วของแสงในแต่ละตัวกลางไม่เท่ากัน โดยการหักเหของแสงจะเกิดขึ้นที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง</p> <p>3.2.2 รังสีตกกระทบ เป็นรังสีที่มาตกกระทบที่ผิวของตัวกลางชนิดที่ 1 แล้วจะเกิดมุมตกกระทบ ซึ่งเป็นมุมที่เกิดระหว่างเส้นปกติ ณ จุดตกกระทบของตัวกลาง</p>	<p>ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)</p> <p>2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน</p> <p>2.2 ครูสาธิต โดยการนำแสงเลเซอร์ฉายผ่านอากาศไปยังฉากสีขาว และฉายผ่านแท่งแก้วปริซึมในมุมต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น แล้วร่วมกันตอบคำถามดังต่อไปนี้</p> <p>2.2.1 เมื่อครูนำแสงเลเซอร์ฉายผ่านอากาศ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง</p> <p><i>(แนวคำตอบ แสงเดินทางเป็นเส้นตรง ผ่านอากาศไปตกกระทบที่ฉาก)</i></p> <p>2.2.2 เมื่อครูนำแสงเลเซอร์ฉายผ่านแท่งแก้วปริซึมในมุมต่าง ๆ นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง</p> <p><i>(แนวคำตอบ แสงเลเซอร์ ไม่ได้เดินทางเป็นเส้นตรง มีการเปลี่ยนทิศทางของแสงเมื่อแสงผ่านปริซึม)</i></p> <p>2.2.3 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดลำแสงจึงมีการเปลี่ยนทิศทาง</p> <p><i>(แนวคำตอบ เพราะแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน แสงจะสามารถเปลี่ยนทิศทางจากตัวกลางหนึ่ง ไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง)</i></p> <p>2.2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปผลการทดลองลงในสมุดบันทึก</p>	

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
<p>ทั้งสอง จะเกิดการหักเห เรียกรังสีหักเห โดยจะเกิดมุมหักเหกับเส้นปกติ โดยการหักเหของแสงจะเกิดขึ้นที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง เมื่อแสงเคลื่อนที่ตกกระทบตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าผ่านไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า ลำแสงหักเหจะเบนออกจากเส้นปกติ และแสงเคลื่อนที่ตกกระทบตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าผ่านไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่า ลำแสงหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ</p> <p>3.2.2 การสะท้อนกลับหมด เกิดจากการเดินทางของแสงจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากกว่าไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า เมื่อแสงเคลื่อนที่ถึงรอยต่อระหว่างตัวกลางจะเกิดการสะท้อนกลับสู่ตัวกลางเดิม การสะท้อนกลับหมดจะเกิดขึ้นเมื่อมุมตกกระทบมากกว่ามุมวิกฤต</p>	<p>2.3 นักเรียนร่วมกันทดลองการหักเหของแสง จากใบกิจกรรมการทดลองที่ 4 เรื่องการหักเหของแสง พร้อมบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองลงในใบกิจกรรม</p> <p>ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)</p> <p>3.1 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอรายงานผลการทดลองทั้ง 2 กิจกรรม</p> <p>3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอธิบายและสรุปผลการทดลอง เรื่องการหักเหของแสง จนได้ข้อสรุปดังนี้</p> <p>3.2.1 เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยที่ตัวกลางแต่ละชนิดมีความหนาแน่นแตกต่างกัน จะเกิดการหักเหของแสงขึ้นตรงแนวรอยต่อของตัวกลางที่แตกต่างกัน</p> <p>3.3 นักเรียนและครูร่วมกันอธิบายและสรุปเรื่องการหักเหของแสง โดยครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ดังนี้</p> <p>3.3.1 การหักเหของแสง เกิดจากอะไร</p> <p><i>(แนวคำตอบ การหักเหของแสง เกิดจากการที่แสงเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ เนื่องจากอัตราเร็วของแสง มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกันและมีความหนาแน่น</i></p>	

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
		<p>ต่างกัน ทำให้อัตราเร็วของแสงในแต่ละตัวกลางไม่เท่ากัน โดยการหักเหของแสงจะเกิดขึ้นที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง)</p> <p>3.3.2 ครอบคลุมการเคลื่อนที่ของแสงตามกิจกรรมการทดลองที่ 4 เรื่องการหักเหของแสง แล้วครูตั้งคำถามดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตัวกลางในภาพมีกี่ชนิด อะไรบ้าง (<u>แนวคำตอบ</u> 2 ชนิด คือ น้ำ กับ อากาศ) - ตัวกลางทั้ง 2 ชนิด มีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากัน ตัวกลางใดมีความหนาแน่นมากกว่า (<u>แนวคำตอบ</u> ไม่เท่ากัน น้ำ มีความหนาแน่นมากกว่า) - เมื่อแสงตกกระทบผิวตัวกลางชนิดที่ 1 (อากาศ) แล้วเมื่อแสงผ่านตัวกลางชนิดที่ 2 (น้ำ) รังสีของแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (<u>แนวคำตอบ</u> เกิดการหักเหของแสง) - รังสีที่แสงมาตกกระทบที่ผิวตัวกลางชนิดที่ 1 เรียกว่ารังสีอะไร และเมื่อแสงผ่านตัวกลางชนิดที่ 2 จะเกิดการหักเหเรียกว่ารังสีอะไร (<u>แนวคำตอบ</u> รังสีตกกระทบ และรังสีหักเห)

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
		<p>- มุมที่เกิดระหว่างรังสีตกกระทบและรังสีหักเหกับเส้นปกติ ณ จุดตกกระทบของตัวกลางทั้งสอง เรียกว่ามุมอะไรบ้าง</p> <p><i>(แนวคำตอบ มุมตกกระทบ และมุมหักเห)</i></p> <p>- จากกิจกรรมการทดลองใส่หลอดคาเฟอีนน้ำ จะพบว่าเมื่อมองหลอดคาเฟอีนน้ำ หลอดคาเฟอีนน้ำจะมองเป็นคนละส่วน ไม่ต่อเนื่องกัน แสดงให้เห็นว่าผลของการหักเหของแสงจะทำให้เห็นวัตถุเป็นอย่างไร</p> <p><i>(แนวคำตอบ ผลของการหักเหของแสงจะทำให้เห็นวัตถุในตำแหน่งที่ต่างจากความเป็นจริง)</i></p> <p>- เมื่อลำแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย เช่น มองจากอากาศไปสู่ น้ำ (วัตถุอยู่ในน้ำ) ลำแสงที่เกิดขึ้นจะเบนเข้าหรือเบนออกจากเส้นปกติ มุมหักเหมมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่ามุมตกกระทบ และจะเห็นวัตถุใกล้หรือไกลกว่าระยะจริง</p> <p><i>(แนวคำตอบ เมื่อลำแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยลำแสงจะเบนเข้าหาเส้นปกติ ทำให้มุมหักเหมมีขนาดเล็กกว่ามุมตกกระทบ และจะเห็นวัตถุใกล้กว่าระยะจริง)</i></p>

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
		<p>- เมื่อลำแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก มองจากน้ำไปสู่อากาศ (วัตถุอยู่ในอากาศ) ลำแสงที่เกิดขึ้นจะเบนเข้าหรือเบนออกจากเส้นปกติ มุมหักเหมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่ามุมตกกระทบ และจะเห็นวัตถุใกล้หรือไกลกว่าระยะจริง</p> <p><i>(แนวคำตอบ เมื่อลำแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่ตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากลำแสงจะเบนออกจากเส้นปกติ ทำให้มุมหักเหมีขนาดใหญ่กว่ามุมตกกระทบ และจะเห็นวัตถุใกล้กว่าระยะจริง)</i></p> <p>3.3.3 ครัววาดภาพการหักเหของแสง โดยค่อยๆเพิ่มขนาดของมุมตกกระทบ จนมุมหักเหมีค่าเป็น 90 องศา แล้วครูตั้งคำถามดังต่อไปนี้</p> <p>- มุมตกกระทบที่ทำให้เกิดมุมหักเหมีค่าเป็น 90 องศา เรียกว่า มุมวิกฤต จะเกิดขึ้นได้เมื่อรังสีตกกระทบผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก หรือจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย</p>

ตารางที่ ค-7 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
		<p>(<u>แนวคำตอบ</u> มุมวิกฤต จะเกิดขึ้นได้เมื่อรังสีตกกระทบผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย)</p> <p>- ถ้ารังสีหักเหมีค่ามากกว่า 90 องศา ได้หรือไม่ เพราะอะไร</p> <p>(<u>แนวคำตอบ</u> ได้ เพราะ รังสีหักเหจะสะท้อนกลับเข้าสู่ตัวกลางเดิม)</p> <p>- การที่แสงสะท้อนกลับเข้าสู่ตัวกลางเดิม มุมตกกระทบจะมีค่ามากหรือน้อยกว่ามุมวิกฤต เพราะอะไร</p> <p>(<u>แนวคำตอบ</u> มุมตกกระทบจะมีค่ามากกว่า เพราะมุมวิกฤติ การที่แสงสะท้อนกลับเข้าสู่ตัวกลางเดิมจะต้องมีค่ามากกว่า 90 องศา จึงจะทำให้แสงไม่หักเหเข้าไปในตัวกลางที่ 2)</p>

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตารางที่ ค-8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม

การคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัด ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

พฤติกรรม การคิดวิเคราะห์	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			R	IOC ($\sum R/N$)	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. การวิเคราะห์ ความสำคัญ	1	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	7	1	0	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้
	10	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	13	0	1	-1	0	0.00	ใช้ไม่ได้
	16	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	19	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
2. การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์	2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	8	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	11	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	14	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3. การวิเคราะห์ หลักการ	3	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	15	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
	18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	21	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้

หมายเหตุ การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม
การคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่
สามารถนำมาใช้ได้มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

จากตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม
การคิดวิเคราะห์ที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทำการคัดเลือก
ข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

ตารางที่ ค-9 การปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
สถานการณ์ที่ 1		
- ปรับชื่อบุคคลให้มีความน่าสนใจมากขึ้น	- นางสาวสมอร .....นายสมิง	- นางสาวจิสุน .....นายลีมิน
- ปรับข้อความในสถานการณ์ให้สมบูรณ์มากขึ้น	- ภาพไม่เล็กและมองภาพไม่กว้างเหมือนเคย ...ขนาดเล็กกว่าวัตถุ คล้ายกับกระจกที่ติดอยู่ตามทางแยก	- ภาพไม่เล็กและมุมมองภาพไม่กว้างเหมือนเคย...ขนาดเล็ก คล้ายกับกระจกที่ติดอยู่ตามทางแยก
- ปรับประโยคคำถามและตัวเลือกให้สมบูรณ์มากขึ้น	1. จากสถานการณ์ข้างต้นกล่าวถึงอะไร 1. ภาพที่เกิดจากกระจกชนิดต่างกัน 2. กระจกนูน 3. สมิงเป็นคนหลอกลวง 4. อุบัติเหตุทางรถยนต์	1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความสำคัญของสถานการณ์ข้างต้น 1. ภาพที่เกิดจากกระจกต่างชนิดกัน 2. การเลือกกระจกมองข้างรถยนต์ที่เหมาะสม 3. ขนาดภาพจากกระจกต่างชนิดกัน จะแตกต่างกัน 4. อุบัติเหตุทางรถยนต์
	2. กระจกตามทางแยกมีลักษณะการเกิดภาพที่สัมพันธ์กับ กระจกมองข้างของรถอย่างไร	2. กระจกที่ตามแยกกับกระจกมองข้างรถยนต์ มีลักษณะการเกิดภาพที่สัมพันธ์กันอย่างไร
	3. ก. กระจกนูน นำไปใช้ประโยชน์เป็นกระจกมองหลังรถ	3. ข. กระจกโค้งนูน ทำให้เกิดภาพที่มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ

ตารางที่ ค-9 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
<p>สถานการณ์ที่ 2</p> <p>- ปรับข้อความในสถานการณ์ให้สมบูรณ์มากขึ้น</p> <p>- ปรับประโยคคำถามและตัวเลือกให้สมบูรณ์มากขึ้น</p>	<p>- ส่วนประกอบและการทำงานของดวงตามนุษย์กับกล้องถ่ายภาพจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือทั้งดวงตาและกล้องถ่ายภาพมีส่วนที่เป็นเลนส์ทำหน้าที่รวมแสง ส่วนหนึ่งของเลนส์ถ่ายภาพจะมีไดอะแฟรม สามารถปรับให้เกิดช่องรับแสงขนาดต่าง ๆ เช่นเดียวกับดวงตาจะมีส่วนที่เรียกว่าม่านตาตรงกลางของม่านตาจะมีรูม่านตา...ส่วนที่เป็นฉากหลังในกล้องถ่ายภาพจะเป็นฟิล์มส่วนในดวงตาจอตาเป็นฉากรับภาพ เรียกว่า เรตินา (Retina) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานประสาท ประกอบด้วยเส้นประสาท ทำให้ทราบถึงรูปร่าง ขนาด ลักษณะของพื้นผิว</p> <p>5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสัมพันธกัน</p>	<p>- สำหรับการดำเนินงานของดวงตามนุษย์กับกล้องถ่ายภาพจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ <u>ประการแรกดวงตามนุษย์และกล้องถ่ายภาพ จะมีเลนส์ที่ทำหน้าที่รวมแสงประการที่สอง ส่วนหนึ่งของเลนส์ถ่ายภาพจะมีไดอะแฟรม สามารถปรับให้เกิดช่องรับแสงขนาดต่าง ๆ เช่นเดียวกับดวงตาที่มีส่วนที่เรียกว่าม่านตา...ประการที่สามส่วนที่เป็นฉากหลังในกล้องถ่ายภาพจะเป็นฟิล์มส่วนในของดวงตาจอตาเป็นฉากรับภาพ เรียกว่า เรตินา (Retina) ประกอบด้วยเซลล์เส้นประสาท ทำหน้าที่รับส่งกระแสประสาทไปยังสมอง</u></p> <p>5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสัมพันธกัน</p>
<p>สถานการณ์ที่ 3</p> <p>- ปรับประโยคคำถามและตัวเลือกให้สมบูรณ์มากขึ้น</p> <p>- จัดเรียงลำดับความยาวของตัวเลือกจากความยาวน้อยไปมาก</p>	<p>7. แสงสีใดเมื่อนำมารวมกันแล้วได้แสงขาว</p> <p>ก. สีน้ำเงินรวมกับสีแดง</p> <p>ข. สีเหลืองรวมกับสีน้ำเงิน</p> <p>ค. สีน้ำเงินเขียวรวมกับสีม่วงแดง</p> <p>ง. สีม่วงแดงรวมกับสีน้ำเงิน</p> <p>9. เพราะเหตุใด เราจึงมองเห็นเสื้อมีขาว</p>	<p>7. แสงสีใดเมื่อนำมารวมกันแล้วได้แสงขาว</p> <p>ก. สีน้ำเงินรวมกับสีแดง</p> <p>ข. <u>สีเขียว สีแดง และสีน้ำเงิน</u></p> <p>ค. <u>สีเขียวรวมกับสีม่วงแดง</u></p> <p>ง. สีม่วงแดงรวมกับสีน้ำเงิน</p> <p>9. เพราะเหตุใด เราจึงมองเห็นเสื้อสีขาว</p>

ตารางที่ ค-9 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
สถานการณ์ที่ 4		
- ปรับข้อความในสถานการณ์ให้สมบูรณ์มากขึ้น	- ขณะมองกระดาษสีน้ำเงินเซลล์รูปกรวยที่ไวต่อแสงสีน้ำเงิน...ที่ยังคงทำงานตามปกติ จึงทำให้ตา ขณะนี้เห็นแสงสีแดงและสีเขียวผสมกันเท่านั้น ซึ่งจะผสมออกมาแล้วเห็นเป็นสีเหลือง	- <u>จักษุแพทย์ได้อธิบายว่า</u> ขณะที่มองกระดาษสีน้ำเงินเป็นเวลานาน...ที่ยังคงทำงานตามปกติ จึงทำให้ตาเห็นแสงสีแดงและสีเขียวผสมกัน <u>จึงทำให้มองเห็นเป็นสีเหลือง</u>
- เปลี่ยนชื่อนุคคลเพื่อไม่ให้เกิดการสับสน	11. ถ้าแคงมองกระดาษสีแดงเป็นเวลานาน เมื่อละสายตาดูขึ้นมามองอาคารสีขาว แคงจะเห็นอาคารเป็นสีอะไร	11. <u>ถ้านกน้อย</u> มองกระดาษสีแดงเป็นเวลานาน เมื่อละสายตาดูขึ้นมามองอาคารสีขาว <u>นกน้อยจะเห็นอาคารเป็นสีอะไร</u>
สถานการณ์ที่ 7		
- ปรับข้อความในสถานการณ์ให้สมบูรณ์มากขึ้น	- สายตาเอียง (Astigmatism) เป็นภาวะซึ่งการหักเหของแสงในแต่ละแนวไม่เท่ากัน โดยทั่วไป แนวที่มีกำลังหักเหสูงสุดและต่ำสุดมักจะอยู่ในแนวตั้งฉาก ถือเป็นสายตาเอียงสมมาตรที่พบทั่วไปในคนทั่วไป แก้ไขได้โดยใช้เลนส์ทาบกลวยหรือทรงกระบอก (Cylinder) <u>หลักทั่วไปของการแก้ไขสายตาผิดปกติ คือ ถ้าสายตาเอียงนั้นก่อให้เกิดการมองเห็นไม่ชัด มีอาการปวดเมื่อย ล้าสายตา มีพฤติกรรมแปลก ๆ ดังกล่าว ก็ควรรับการแก้ไขซึ่งอาจทำได้โดย...</u>	- ... <u>ทำให้เกิดการรวมแสงที่ไม่รวมเป็นจุดเดียวกัน ภาพที่เกิดขึ้นบนจอตาส่วนใหญ่จะผิดปกติ บิดเบี้ยวทั้งทางด้านขนาดและรูปร่าง</u> โดยแนวที่มีกำลังหักเหสูงสุดและต่ำสุดมักจะอยู่ในแนวตั้งฉาก ถือเป็นสายตาเอียงสมมาตรที่พบทั่วไปในคนสายตาเอียง แก้ไขได้โดยใช้เลนส์ทาบกลวยหรือทรงกระบอก (Cylinder) <u>ในคนสายตาเอียง จะมีการมองเห็นไม่ชัด มีอาการปวดเมื่อย ล้าสายตา ควรได้รับการแก้ไข ซึ่งอาจทำได้โดย...</u>

ตารางที่ ค-9 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
- ปรับประโยคคำถามและตัวเลือกให้สมบูรณ์มากขึ้น	<p>19. ข้อใด <u>ไม่</u> เป็นวิธีแก้ไขสำหรับคนสายตาเอียง</p> <p>21. ข้อใดเป็นสาเหตุของคนสายตาเอียง</p> <p>ก. การหักเหของแสงในแต่ละแนวไม่เท่ากัน</p>	<p>19. ข้อใด <u>ไม่ใช่</u> วิธีแก้ไขสำหรับคนสายตาเอียง</p> <p>21. ข้อใดเป็น<u>หลักการสำคัญที่เป็นสาเหตุ</u>ของคนสายตาเอียง</p> <p>ง. แสงเกิดการหักเหไม่เท่ากัน และไม่รวมเป็นจุดเดียวกัน</p>

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตารางที่ ค-10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	ค่า P	ค่า r	ผลการประเมิน	นำมาใช้เป็น ข้อสอบข้อที่
1	.61	.36	ใช้ได้	1
2	.36	.43	ใช้ได้	2
3	.64	.57	ใช้ได้	3
4	.50	.71	ใช้ได้	4
5	.39	.36	ใช้ได้	5
6	.46	.50	ใช้ได้	6
8	.64	.43	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
9	.07	-.14	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
10	.43	.71	ใช้ได้	7
11	.46	.36	ใช้ได้	8
12	.39	.36	ใช้ได้	9
14	.39	.64	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
15	.46	.64	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
16	.32	.36	ใช้ได้	10
17	.61	.36	ใช้ได้	11
18	.43	.43	ใช้ได้	11
19	.46	.36	ใช้ได้	13
20	.36	.57	ใช้ได้	14
21	.68	.50	ใช้ได้	15

หมายเหตุ การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และในการตัดข้อสอบบางส่วนที่มีค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทั้งนั้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการข้อสอบที่ครอบคลุมพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์และจำนวนข้อสอบเพียง 15 ข้อ ตามที่ได้กำหนดไว้

จากตารางวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่คัดเลือกมา 15 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .32 - .68 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .36 - .71 และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.71

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ค-11 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
การเรียนรู้ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			R	IOC ($\sum R/N$)	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	2	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	3	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	5	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	6	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
3	7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	8	1	-1	0	0	0.00	ใช้ไม่ได้
4	9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	15	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	19	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	21	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	22	1	0	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้
	23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ค-11 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			R	IOC ($\sum R/N$)	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	26	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
10	27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
11	29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	32	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
13	33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	34	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	35	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	37	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	38	1	0	1	3	0.67	ใช้ได้
14	39	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	40	1	-1	0	0	0.00	ใช้ไม่ได้
15	41	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	42	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
16	43	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	44	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
17	45	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	46	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	47	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	48	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ค-11 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			R	IOC ($\sum R/N$)	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	49	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	50	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
18	51	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	52	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	53	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	54	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
19	55	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	56	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
20	57	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
	58	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
21	59	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	60	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

จากตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
- จัดเรียงลำดับความยาวของตัวเลือก จากความยาวน้อยไปมาก	6. บีจยัด <u>ไม่มี</u> ผลต่อการมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน ก. ความผิดปกติของนัยน์ตา ข. ความสว่างบนผิวของวัตถุ ค. ระยะที่แหล่งกำเนิดแสงห่างจากวัตถุ ง. จำนวนเซลล์รูปกรวย	6. บีจยัด <u>ไม่มี</u> ผลต่อการมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน ก. จำนวนเซลล์รูปกรวย ข. ความผิดปกติของนัยน์ตา ค. ความสว่างบนผิวของวัตถุ ง. ระยะที่แหล่งกำเนิดแสงห่างจากวัตถุ
- ปรับประโยคคำถามและตัวเลือกให้ สมบูรณ์มากขึ้น - จัดเรียงลำดับความยาวของตัวเลือก จากความยาวน้อยไปมาก	7. เด็กชายเอ ต้องการซื้อหลอดไฟเพื่อนำมาใช้อ่านหนังสือ <u>โดยร้านค้ามีหลอดไฟเพียงแบบเดียว เป็นหลอดไฟที่มีค่า ความสว่าง 300 ลักซ์ เด็กชายเอควรซื้อหรือไม่</u> ก. ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่มีความสว่างเหมาะสม ข. ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่ขายตามท้องตลาด ค. ไม่ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่มีความสว่างมากเกินไป ง. ไม่ควร เพราะเป็นหลอดไฟที่มีความสว่างน้อยเกินไป	7. เด็กชายเอ ต้องการซื้อหลอดไฟเพื่อนำมาใช้อ่านหนังสือ โดยร้านค้ามี หลอดไฟมีค่าความสว่าง 300 ลักซ์ เด็กชายเอควรซื้อหรือไม่ <u>เพราะเหตุใด</u> ก. ไม่ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่มีความสว่างน้อยเกินไป ข. ไม่ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่มีความเข้มแสงมากเกินไป ค. ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่ครอบคลุมการใช้งานหลายแบบ ง. ควร เพราะ เป็นหลอดไฟที่มีความสว่างเหมาะสม

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมการเรียนรู้จากคำถามนำไปใช้ เป็นระดับการประเมินค่า	8. นายดำ เป็นช่างเชื่อมโลหะ เขาต้องการเชื่อมเหล็ก 2 ท่อน เข้าด้วยกัน โดยไม่มีหน้ากากกรองแสง นายดำควรทำอะไร (คำถามนำไปใช้) ก. ควรเชื่อมเหล็กต่อไป เพราะงานจะได้เสร็จ ข. ควรเชื่อมเหล็กต่อไป เพราะเชื่อมเหล็กใช้เวลาไม่นาน ก็เสร็จ ค. ไม่ควรเชื่อมเหล็ก เพราะการเชื่อมเหล็กมีความเข้มของแสงสูง จะทำให้เป็นอันตรายกับนัยน์ตาได้ ง. ไม่ควรเชื่อมเหล็ก เพราะจะทำให้ประกายไฟกระเด็น โคนมือได้	8. นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด “เมื่อเดินจากที่สว่างไปสู่ที่มีดจะมองเห็นของไม่เห็น เมื่อเวลาผ่านไปสักครู่จะเริ่มมองเห็นสิ่งของชัดเจนขึ้น”(คำถามประเมินค่า) ก. เห็นด้วย เพราะ เมื่อแสงน้อยจะทำให้นัยน์ตาปรับให้รูม่านตาขยาย ทำให้มองเห็นชัดเจนขึ้น ข. เห็นด้วย เพราะ เมื่อแสงน้อยจะทำให้หรีตาเล็กลง รูม่านตาเปิดกว้างขึ้น ทำให้มองเห็นชัดเจนขึ้น ค. ไม่เห็นด้วย เพราะ เมื่อเดินจากที่สว่างไปสู่ที่มีดจะทำให้แสงเข้าสู่ นัยน์ตาน้อย รูม่านตาแคบลง ทำให้มองเห็นสิ่งของไม่ชัด ง. ไม่เห็นด้วยเพราะ เมื่อเดินจากที่สว่างไปสู่ที่มีดจะทำให้แสงเข้าสู่ นัยน์ตา มาก รูม่านตาขยายขึ้น ทำให้มองเห็นสิ่งของไม่ชัด
- ปรับประโยคคำถามและตัวเลือกให้ สมบูรณ์มากขึ้น	12. ข้อใดไม่ใช่การนำความรู้เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงสีไปใช้ ประโยชน์ ก. กั้นภาชนะหุงต้มทาสีขาว ข. แผ่นรับความร้อนในเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทาสีดำ ค. สวมใส่เสื้อผ้าสีเข้ม ในประเทศที่มีอากาศหนาว ง. สวมใส่เสื้อผ้าสีอ่อน ในประเทศที่มีอากาศร้อน	12. ข้อใด <u>ไม่</u> ได้นำความรู้เกี่ยวกับการดูดกลืนแสงสี ไปใช้ประโยชน์ ก. กั้นภาชนะหุงต้มทาสีขาว ข. <u>ควรสวมเสื้อสีครีม ในวันที่อากาศร้อน</u> ค. <u>ประเทศที่มีอากาศหนาว ควรสวมใส่เสื้อผ้าสีเข้ม</u> ง. แผ่นรับความร้อนในเตาอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ทาสีดำ

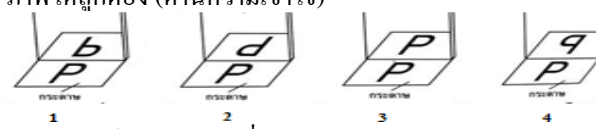
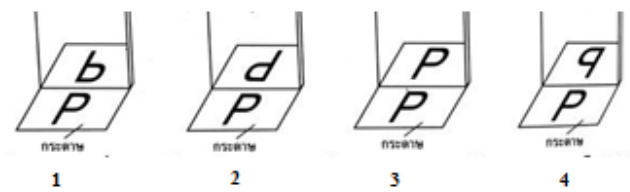
ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
- ปรับประโยคคำถามและตัวเลือกให้สมบูรณ์มากขึ้น	13. ข้อใดถูกต้อง ก. ภาพจริง เกิดจากรังสีของแสงตัดกันจริง <u>ต้องมีฉากมารับ</u> ข. ภาพเสมือน เกิดจากรังสีของแสงเสมือนตัดกัน <u>ต้องมีฉากมารับ</u> ค. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง เป็นรังสีขนานเท่านั้น ง. รังสีของแสง เป็นรังสีคู่เข้า และคู่ออก	13. ข้อใดถูกต้อง ก. รังสีของแสง เป็นรังสีคู่เข้า และคู่ออก ข. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง <u>โดยแสงเดินทางเป็นรังสีขนานเท่านั้น</u> ค. ภาพจริง เกิดจากรังสีของแสงตัดกันจริง และ <u>ฉากสามารถรับได้</u> ง. ภาพเสมือน เกิดจากรังสีของแสงเสมือนตัดกัน และ <u>ฉากสามารถรับได้</u>
- ปรับประโยคคำถามจากประเภทของภาพเป็นรังสีของแสงเพื่อให้อครอบคลุมจุดประสงค์	14. ภาพจริง หมายถึงภาพอย่างไร ก. ใช้ฉากรับภาพได้ ข. ใช้ฉากรับภาพไม่ได้ ค. ภาพมีขนาดขยายเท่านั้น ง. ภาพมีขนาดเล็กกว่าวัตถุเท่านั้น	14. ข้อใดถูกต้อง ก. รังสีของแสงเดินทางเป็นเส้นขนานเท่านั้น ข. รังสีของแสง สามารถเขียนแทนด้วยเส้นตรง ค. แสงเดินทางด้วยอัตราเร็วประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที ง. แสงจัดเป็นพลังงานรูปหนึ่งเคลื่อนที่ไปยังที่ต่างๆ โดยต้องอาศัยตัวกลาง
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมการเรียนรู้จากด้านความรู้-ความจำ เป็นระดับการวิเคราะห์	15. เมื่อแสงตกกระทบบนวัตถุผิวเรียบ จะทำให้เกิดการสะท้อนของแสงอย่างไร (<u>ด้านความรู้-ความจำ</u>) ก. การสะท้อนของแสงเป็นระเบียบ ข. การหักเหของแสงเป็นระเบียบ ค. การสะท้อนของแสงไม่เป็นระเบียบ ง. การหักเหของแสงไม่เป็นระเบียบ	15. ข้อใดเป็นหลักการของการสะท้อนแสงของแผ่นซีดี (<u>ด้านการคิดวิเคราะห์</u>) ก. แสงที่หักเหผ่านผิววัตถุจะเกิดการสะท้อนอย่างเป็นระเบียบ ข. แสงที่หักเหผ่านผิววัตถุจะเกิดการสะท้อนอย่างไม่เป็นระเบียบ ค. แสงตกกระทบบนผิววัตถุจะเกิดการสะท้อนอย่างเป็นระเบียบ ง. แสงตกกระทบบนผิววัตถุจะเกิดการสะท้อนอย่างไม่เป็นระเบียบ

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
<p>- ปรับประโยคคำถามให้สมบูรณ์มากขึ้น</p> <p>- จัดเรียงลำดับความยาวของตัวเลือกจากความยาวน้อยไปมาก</p>	<p>21. ข้อใดคือประโยชน์ของกระจกเงาราบ</p> <p>ก. ทำกล้องจุลทรรศน์</p> <p>ข. ทำกล้องโทรทรรศน์</p> <p>ค. ทำกระจกสำหรับทันตแพทย์ใช้ตรวจฟันคนไข้</p> <p>ง. ทำกล้องดูแห่</p>	<p>21. ข้อใดเป็นการนำกระจกเงาราบมาใช้ประโยชน์</p> <p>ก. ทำกล้องดูแห่</p> <p>ข. ทำกล้องจุลทรรศน์</p> <p>ค. ทำกล้องโทรทรรศน์</p> <p>ง. ทำกระจกสำหรับทันตแพทย์ใช้ตรวจฟัน</p>
<p>- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมการเรียนรู้จากด้านการวิเคราะห์ เป็นระดับการนำไปใช้</p>	<p>22. สิ่งที่ช่วยสะท้อนแสงในไฟฉายหรือโคมหน้าของรถยนต์ อาศัยหลักการของอุปกรณ์ใด (ด้านการวิเคราะห์)</p> <p>ก. กระจกเว้า</p> <p>ข. กระจกนูน</p> <p>ค. เลนส์เว้า</p> <p>ง. เลนส์นูน</p>	<p>22. สิ่งที่ช่วยสะท้อนแสงในไฟฉายหรือโคมหน้าของรถยนต์ เป็นการนำอุปกรณ์ใดมาใช้ประโยชน์ เพราะเหตุใด (ด้านการนำไปใช้)</p> <p>ก. เลนส์เว้า เพราะ ช่วยรวมแสง และหักเหแสงได้ดี</p> <p>ข. เลนส์นูนเพราะ ช่วยกระจายแสง และหักเหแสงได้ดี</p> <p>ค. กระจกเว้า เพราะ ช่วยรวมแสง และสะท้อนแสงได้ดี</p> <p>ง. กระจกนูนเพราะ ช่วยกระจายแสง และสะท้อนแสงได้ดี</p>

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
<p>- ปรับการวัดระดับพฤติกรรม การเรียนรู้จากด้านความเข้าใจ เป็นระดับ การสังเคราะห์</p>	<p>25. จากภาพ ภาพที่เกิดขึ้นทั้ง 4 เกิดจากอะไร และภาพใดเกิด ภาพได้ถูกต้อง (ด้านความเข้าใจ)</p>  <p>ก. เส้นส้วัว และภาพที่ 3 เกิดภาพได้ถูกต้อง ข. เส้นส้นุนและภาพที่ 4 เกิดภาพได้ถูกต้อง ค. กระจกเงาโค้งและภาพที่ 1 เกิดภาพได้ถูกต้อง ง. กระจกเงาราบ และภาพที่ 2 เกิดภาพได้ถูกต้อง</p>	<p>25. เมื่อนำภาพที่ได้จากกระจกเงาราบทั้ง 4 มาส่องด้วยกระจกเงาราบ นักเรียนคิดว่าภาพใดจะได้ภาพเหมือนภาพที่ 3 (ด้านการสังเคราะห์)</p>  <p>ก. ภาพที่ 1 ข. ภาพที่ 2 ค. ภาพที่ 3 ง. ภาพที่ 4</p>
<p>- ปรับการวัดระดับพฤติกรรม การเรียนรู้จากด้านวิเคราะห์ เป็นระดับ การสังเคราะห์</p> <p>- ปรับภาษาให้เข้าใจง่ายขึ้น</p>	<p>26. ลักษณะภาพเสมือนที่เกิดจากกระจกกราบและเลนส์นูนที่ เหมือนกันเมื่อวางวัตถุไว้ห่างกระจกและเลนส์นูนเท่ากัน (ด้านวิเคราะห์)</p> <p>1. หัวตั้งเหมือนกัน 2. ขนาดภาพที่เกิดเท่ากัน 3. ภาพกลับซ้ายกลับขวาเหมือนกัน 4. เอากรับไม่ได้เหมือนกัน</p> <p>ก. ข้อ 1 และ 4 ข. ข้อ 2 และ 3 ค. เฉพาะข้อ 4 ง. ข้อ 1 2 และ 3</p>	<p>26. เจมส์วางดินสอดไว้หน้ากระจกเงาราบระยะหนึ่ง แล้วสังเกตภาพที่เกิดขึ้น และเมื่อนำดินสอด่างเดิมวางไว้ที่หน้าเลนส์เว้า ในระยะเท่าเดิม ข้อใดถูกต้อง (ด้านสังเคราะห์)</p> <p>1. ภาพหัวตั้งเหมือนกัน 2. ขนาดภาพที่เกิดเท่ากัน 3. ภาพกลับซ้ายกลับขวาเหมือนกัน 4. เอากรับไม่ได้เหมือนกัน</p> <p>ก. เฉพาะข้อ 4 ข. ข้อ 1 และ 4 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1 2 และ 3</p>



ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
- ปรับประโยคคำถามให้สมบูรณ์มากขึ้น	29. สมศรี เกิดอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ชนเนื่องจากไม่มีกระจกมองหลังของรถ ทำให้สมศรีมองไม่เห็นรถที่อยู่ด้านหลัง สมศรีควรไปติดกระจกมองหลังหรือไม่ <u>ถ้าสมควรติด ควรติดกระจกชนิดใด</u>	29. สมศรี ถูกรถจักรยานยนต์ชน เนื่องจากไม่มีกระจกมองหลังของรถ สมศรีควรไปติดกระจกมองหลังหรือไม่ <u>เพราะเหตุใด</u>
- ปรับประโยคคำถามให้สมบูรณ์	30. บังอร ปวดฟันอย่างมาก จึงต้องการดูฟันของตนเองว่าผุหรือไม่ บังอร ควรเลือกใช้กระจกที่เป็นกระจกแก้วหรือไม่อย่างไร	30. บังอรอยากทราบว่าฟันของผุหรือไม่ เพื่อนจึงแนะนำให้ไปซื้อกระจกมาดูฟัน ปรากฏว่าที่ร้านค้ามีกระจกหลายแบบ พ่อค้าจึงแนะนำให้ซื้อกระจกแก้วไป บังอรควรซื้อหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมการเรียนรู้จากด้านความรู้-ความจำ เป็นระดับการวิเคราะห์	32. ข้อใดต่อไปนี้ <u>ไม่</u> ถูกต้อง (ด้านความรู้-ความจำ) ก. รังสีตกกระทบเมื่อทำมุมกับเส้นปกติ จะเกิดมุมตกกระทบ ข. รังสีหักเหเมื่อทำมุมกับเส้นปกติ จะเกิดมุมหักเห ค. มุมตกกระทบไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากับมุมหักเห ง. รังสีตกกระทบจะมีขนาดเท่ากับรังสีหักเห	32. มุมและรังสีในข้อใดเกี่ยวข้องกันมากที่สุด (ด้านคิดวิเคราะห์) ก. มุมหักเห รังสีตกกระทบ และเส้นปกติ ข. มุมหักเห มุมตกกระทบ และรังสีหักเห ค. มุมตกกระทบ รังสีหักเห และเส้นปกติ ง. มุมตกกระทบ รังสีตกกระทบ และเส้นปกติ
- ปรับประโยคคำถามให้สมบูรณ์ขึ้น	34. รูปในข้อถูกต้องตามความเป็นจริง	34. ข้อใดถูกต้องตามหลักการหักเหของแสง

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมกรเรียนรู้จากด้านความรู้-ความจำ เป็นระดับการนำไปใช้	35. รุ้งกินน้ำเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดจากสิ่งใด (ด้านความรู้-ความจำ) ก. การหักเหของแสงผ่านละอองน้ำในอากาศ ข. การสะท้อนของแสงผ่านละอองน้ำในอากาศ ค. การหักเหและการกระจายของแสงผ่านละอองน้ำในอากาศ ง. การหักเห การกระจาย และการสะท้อนกลับหมดของแสงผ่านละอองน้ำในอากาศ	35. ข้อใด <u>ไม่ใช่</u> ประโยชน์ของการหักเหของแสง (ด้านการนำไปใช้) ก. แว่นตา ข. เส้นใยนำแสง ค. กล้องจุลทรรศน์ ง. ลูกบอลกระจกคิสิกส์
- ปรับตัวเลือกให้เกี่ยวข้องกับความหนาแน่น - จัดเรียงลำดับความยาวของตัวเลือก จากความยาวน้อยไปมาก	37. ข้อใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เราเห็นปลาอยู่ตื้นกว่าที่เป็นจริง ก. แนวรังสีของแสงจากปลาผ่านน้ำออกสู่อากาศเบนออกจากเส้นแนวฉาก ข. ความเร็วของแสงในน้ำมากกว่าอากาศ ค. แนวรังสีของแสงจากปลาผ่านน้ำออกสู่อากาศเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข	37. ข้อใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เราเห็นปลาอยู่ตื้นกว่าที่เป็นจริง ก. ความเร็วของแสงในน้ำมากกว่าอากาศ ข. แสงเดินทางจากน้ำที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่อากาศที่มีความหนาแน่นมากรังสีของแสงเบนเข้าเส้นแนวฉาก ค. แสงเดินทางจากน้ำที่มีความหนาแน่นมากไปสู่อากาศที่มีความหนาแน่นน้อยรังสีของแสงเบนออกจากเส้นแนวฉาก ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมกรเรียนรู้จากด้านการนำไปใช้ เป็นระดับการวิเคราะห์	39. หลักการสำคัญที่ทำให้แสงสามารถเดินทางผ่านเส้นใยนำแสงคือข้อใด (ด้านการนำไปใช้) ก. การกระจายของแสงภายในเส้นใยนำแสง ข. การหักเหของแสงภายในเส้นใยนำแสง ค. การสะท้อนกลับหมดของแสงภายในเส้นใยนำแสง ง. การสะท้อนกลับหมดของแสงภายนอกเส้นใยนำแสง	39. บุคคลใดต่อไปนี้สามารถวิเคราะห์หลักการสำคัญที่ทำให้แสงสามารถเดินทางผ่านเส้นใยนำแสงได้(ด้านการวิเคราะห์) ก. เอกกล่าวว่า เป็นการหักเหของแสงภายในเส้นใยนำแสง ข. บิ๊กกล่าวว่า เป็นการกระจายของแสงภายในเส้นใยนำแสง ค. ซีคกล่าวว่า เป็นการสะท้อนกลับหมดของแสงภายในเส้นใยนำแสง ง. ดิกกล่าวว่า เป็นการสะท้อนกลับหมดของแสงภายนอกเส้นใยนำแสง
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมกรเรียนรู้จากด้านความรู้-ความจำ เป็นระดับการวิเคราะห์	40. เพราะเหตุใดในวันที่อากาศร้อนจัด เราจะเห็นเหมือนมีสระน้ำอยู่บนพื้นถนน (ด้านความรู้-ความจำ)	40. ข้อใดสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า “ในวันที่อากาศร้อนจัด เราจะเห็นเหมือนมีสระน้ำอยู่บนพื้นถนน” (ด้านการวิเคราะห์)
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมกรเรียนรู้จากด้านเข้าใจ เป็นระดับการวิเคราะห์	41. จากภาพข้อใดเป็นเลนส์เว้าทั้งหมด 	41. จากภาพที่ 3 และ 4 เป็นเลนส์ชนิดเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด 
	ก. ข้อ 1 3 และ 4 ข. ข้อ 1 4 และ 6 ค. ข้อ 1 4 และ 5 ง. ข้อ 3 4 และ 6	ก. เป็นเลนส์ชนิดเดียวกันเพราะ ภาพที่ 3 เป็นเลนส์เว้าแกมมูน และภาพที่ 4 เป็นเลนส์เว้าแกมระนาบ ข. เป็นเลนส์ชนิดเดียวกันเพราะ ภาพที่ 3 เป็นเลนส์นูนแกมเว้า และภาพที่ 4 เป็นเลนส์นูนแกมระนาบ

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
		ค. ไม่เป็นเลนส์ชนิดเดียวกันเพราะ ภาพที่ 3 เป็นเลนส์เว้าแกมมนูน และภาพที่ 4 เป็นเลนส์นูนแกมระนาบ ง. ไม่เป็นเลนส์ชนิดเดียวกันเพราะ ภาพที่ 3 เป็นเลนส์นูนแกมเว้า และภาพที่ 4 เป็นเลนส์เว้าแกมระนาบ
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมกร เรียนรู้จากด้านความรู้-ความจำ เป็น ระดับความเข้าใจ	46. ภาพที่เห็นเมื่อมองผ่านแว่นขยายมีลักษณะดังข้อใด (ด้าน ความรู้-ความจำ) ก. ภาพจริงหัวกลับ ขนาดขยายอยู่ข้างเดียวกับวัตถุ ข. ภาพจริงหัวกลับ ขนาดขยายอยู่คนละข้างกับวัตถุ ค. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยายอยู่ข้างเดียวกับวัตถุ ง. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยายอยู่คนละข้างกับวัตถุ	46. ถ้านำแว่นขยายไปส่องมดที่เดินมา เราจะเห็นมดมีลักษณะอย่างไร (ด้านความเข้าใจ) ก. ภาพจริงหัวตั้ง ขนาดขยาย ข. ภาพจริงหัวกลับ ขนาดขยาย ค. ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดขยาย ง. ภาพเสมือนหัวกลับ ขนาดขยาย
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมกร เรียนรู้จากด้านการนำไปใช้ เป็น ระดับการวิเคราะห์	49. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนอย่างไรจึงจะได้ภาพจริง (ด้านการนำไปใช้)	49. ข้อใดเป็นหลักการที่ทำให้เกิดภาพจริง เมื่อวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูน (ด้านการวิเคราะห์)
- ปรับประโยคคำถามให้สมบูรณ์มากขึ้น	55. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสัมพันธกัน	55. ข้อใดต่อไปนี้เป็น <u>ไม่</u> สัมพันธกัน
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรมกร เรียนรู้จากด้านความเข้าใจ เป็นระดับ การสังเคราะห์	57. กล้องข้อใดที่นักดาราศาสตร์ใช้ส่องดูดาว (ด้านความเข้าใจ)	57. จากข้อมูลที่กำหนดให้ ถ้านักเรียนเป็นนักดาราศาสตร์ ต้องการมองดูดวง จันทร์ในวันเพ็ญ นักเรียนจะเลือกใช้กล้องที่มีลักษณะอย่างไร (ด้านการสังเคราะห์)

ตารางที่ ค-12 (ต่อ)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	ข้อความเดิม	ข้อความใหม่
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรม การเรียนรู้จากด้านความรู้-ความจำ เป็นระดับการสังเคราะห์	58. ทักษะปรกติต่อไปนี้ที่ประกอบด้วยเลนส์นูน (ด้านความรู้-ความจำ) 1. แว่นขยาย 2. กล้องจุลทรรศน์ 3. กล้องโทรทรรศน์ 4. กล้องสลับลาย ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 2 และ 3 ค. ข้อ 1 2 และ 3	58. ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสร้างทัศนูปกรณ์ชนิดหนึ่ง จากอุปกรณ์ดังนี้ เลนส์นูน เลนส์เว้า และกระจกเงาราบ นักเรียนจะ <u>ไม่สามารถ</u> สร้างทัศนูปกรณ์ชนิดใดได้ (ด้านการสังเคราะห์) ก. แว่นขยาย ข. กล้องจุลทรรศน์ ค. กล้องโทรทรรศน์ ง. ไม่มีข้อใดถูก
- ปรับการวัดระดับพฤติกรรม การเรียนรู้จากด้านความรู้-ความจำ เป็นระดับการสังเคราะห์	58. ทักษะปรกติต่อไปนี้ที่ประกอบด้วยเลนส์นูน (ด้านความรู้-ความจำ) 1. แว่นขยาย 2. กล้องจุลทรรศน์ 3. กล้องโทรทรรศน์ 4. กล้องสลับลาย ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 2 และ 3 ค. ข้อ 1 2 และ 3	58. ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสร้างทัศนูปกรณ์ชนิดหนึ่ง จากอุปกรณ์ดังนี้ เลนส์นูน เลนส์เว้า และกระจกเงาราบ นักเรียนจะ <u>ไม่สามารถ</u> สร้างทัศนูปกรณ์ชนิดใดได้ (ด้านการสังเคราะห์) ก. แว่นขยาย ข. กล้องจุลทรรศน์ ค. กล้องโทรทรรศน์ ง. ไม่มีข้อใดถูก
- ปรับประโยคคำถามให้สมบูรณ์มากขึ้น	60. เลนส์ใกล้ตาที่มีกำลังขยาย 15X เลนส์ใกล้วัตถุมีกำลังขยาย 20X ภาพที่เห็นจะมีกำลังขยายกี่เท่า	60. เลนส์ใกล้ตาของกล้องจุลทรรศน์มีกำลังขยาย 15X เลนส์ใกล้วัตถุมีกำลังขยาย 20X ภาพที่เห็นจะมีกำลังขยายกี่เท่า

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ค-13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่า P	ค่า r	ผลการประเมิน	นำมาใช้เป็น ข้อสอบข้อที่
1	.07	.00	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
2	.53	.27	ใช้ได้	1
3	.37	.33	ใช้ได้	2
4	.87	.00	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
5	.63	.47	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
6	.53	.53	ใช้ได้	3
7	.43	.33	ใช้ได้	4
9	.40	.40	ใช้ได้	5
10	.60	.40	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
11	.33	.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
12	.63	.33	ใช้ได้	6
13	.40	.53	ใช้ได้	7
14	.47	.67	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
15	.67	.53	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
16	.57	.47	ใช้ได้	8
17	.83	.07	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
18	.57	.33	ใช้ได้	9
19	.53	.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
20	.37	.60	ใช้ได้	10
23	.77	.07	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
24	.30	.33	ใช้ได้	12

ตารางที่ ค-13 (ต่อ)

ข้อที่	ค่า <i>P</i>	ค่า <i>r</i>	ผลการประเมิน	นำมาใช้เป็น ข้อสอบข้อที่
25	.80	-.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
26	.27	.53	ใช้ได้	13
27	.40	.53	ใช้ได้	14
28	.30	.47	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
29	.53	.40	ใช้ได้	15
30	.63	.20	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
31	.47	.67	ใช้ได้	16
32	.43	.20	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
33	.37	.47	ใช้ได้	17
34	.43	-.07	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
35	.40	.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
36	.33	.67	ใช้ได้	18
37	.30	.60	ใช้ได้	19
38	.57	.60	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
39	.37	.73	ใช้ได้	20
41	.30	.60	ใช้ได้	21
42	.83	.07	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
43	.77	.07	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
44	.30	.60	ใช้ได้	22
45	.77	-.20	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
46	.33	.67	ใช้ได้	23
47	.73	-.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
49	.33	.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง
50	.37	.60	ใช้ได้	25
51	.47	.13	ใช้ไม่ได้	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ค-13 (ต่อ)

ข้อที่	ค่า P	ค่า r	ผลการประเมิน	นำมาใช้เป็นข้อสอบข้อที่
52	.40	.67	ใช้ได้	26
53	.43	.60	ใช้ได้	27
54	.53	.27	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
55	.67	.67	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
56	.50	.73	ใช้ได้	28
57	.37	.33	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
58	.77	.33	ใช้ได้	29
59	.60	.67	ใช้ได้	30
60	.63	.47	ใช้ได้	ตัดทิ้ง

หมายเหตุ การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สามารถนำมาใช้ได้มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และในการตัดข้อสอบบางส่วนที่มีค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทั้งนั้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการข้อสอบที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบเพียง 30 ข้อ ตามที่ได้กำหนดไว้

จากตารางวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกมา 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .27-.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .27-.73 และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

**คะแนนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ร่วมกับ เทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียน**

ตารางที่ ค-14 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียน
(คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	3	8	25	5	8
2	5	8	26	5	13
3	7	9	27	3	7
4	5	7	28	5	9
5	5	8	29	4	8
6	4	9	30	5	9
7	5	6	31	6	12
8	5	9	32	6	10
9	6	7	33	5	10
10	4	7	34	5	8
11	6	7	35	5	7
12	6	10	36	3	8
13	5	10	37	2	11
14	5	9	38	5	10
15	4	11	39	4	11
16	6	10	40	5	10
17	6	9	41	5	11
18	5	10	42	6	9
19	4	10	43	5	9
20	7	11	44	6	8

ตารางที่ ค-14 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
21	5	12	45	5	9
22	5	10	46	5	10
23	5	8	47	4	8
24	5	10	48	5	9

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 4.94 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 9.15 คะแนน

ตารางที่ ค-15 คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบปกติ ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	4	5	25	6	6
2	3	3	26	4	7
3	2	9	27	5	10
4	4	9	28	5	9
5	5	7	29	4	5
6	6	7	30	5	7
7	6	6	31	5	8
8	5	6	32	4	7
9	5	6	33	4	7
10	5	8	34	5	8
11	4	8	35	4	6
12	3	7	36	3	9

ตารางที่ ค-15 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
13	4	8	37	4	10
15	5	10	39	3	4
16	5	9	40	5	7
17	4	8	41	4	7
18	5	6	42	1	5
19	5	7	43	5	7
20	6	8	44	4	8
21	7	10	45	6	10
22	5	8	46	3	6
23	5	9	47	5	10
24	5	8	48	5	7

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 4.54 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 7.52 คะแนน

ตารางที่ ค-16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค KWDL ก่อนเรียนและหลังเรียน
(คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	10	18	25	7	12
2	8	17	26	6	21
3	9	20	27	7	18
4	9	13	28	8	22
5	7	19	29	7	20

ตารางที่ ค-16 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
6	10	21	30	14	21
7	9	16	31	15	23
8	10	16	32	9	16
9	7	15	33	11	18
10	9	23	34	7	22
11	11	14	35	9	20
12	15	20	36	8	16
13	6	21	37	10	24
14	14	21	38	9	16
15	5	18	39	9	24
16	10	15	40	8	22
17	8	17	41	9	17
18	6	15	42	6	21
19	8	20	43	8	20
20	12	18	44	10	19
21	12	22	45	11	20
22	12	21	46	9	21
23	8	26	47	8	19
24	10	19	48	10	16

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.17 คะแนน

ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 19.02 คะแนน

ตารางที่ ค-17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน	คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนน หลังเรียน
1	9	11	25	8	16
2	10	11	26	13	18
3	11	17	27	9	18
4	14	16	28	8	15
5	11	14	29	15	15
6	8	14	30	13	18
7	8	13	31	9	14
8	13	14	32	10	13
9	11	12	33	10	18
10	8	16	34	9	12
11	6	10	35	6	10
12	11	21	36	7	14
13	10	19	37	12	18
14	12	20	38	14	18
15	9	18	39	6	16
16	10	15	40	13	18
17	7	13	41	10	22
18	8	17	42	9	11
19	6	16	43	10	15
20	11	14	44	12	18
21	12	18	45	12	12
22	8	17	46	8	15
23	8	17	47	11	16
24	10	16	48	12	19

ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.94 คะแนน ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 15.58 คะแนน

การคำนวณค่า t -test โดยใช้โปรแกรม SPSS

ตารางที่ ค-18 การทดสอบ t -test ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ก่อนเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค
KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้โปรแกรม SPSS

Group Statistics

group		<i>N</i>	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	Group 1	48	4.94	.976	.141
	Group 2	48	4.54	1.148	.166

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t -test for Equality of Means		
		<i>F</i>	Sig.	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)
score	Equal variances assumed	2.931	.090	1.820	94	.072
	Equal variances not assumed			1.820	91.646	.072

Independent Samples Test

		t -test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
score	Equal variances assumed	.396	.218	-.036	.828
	Equal variances not assumed	.396	.218	-.036	.828

ตารางที่ ค-19 การทดสอบ t -test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค
KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้โปรแกรม SPSS

Group Statistics

group		<i>N</i>	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	Group 1	48	9.167	2.319	.335
	Group 2	48	9.938	2.292	.331

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t -test for Equality of Means		
		<i>F</i>	Sig.	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)
score	Equal variances assumed	.152	.697	-1.638	94	.105
	Equal variances not assumed			-1.638	93.987	.105

Independent Samples Test

		t -test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
score	Equal variances assumed	-.771	.470	-1.705	.163
	Equal variances not assumed	-.771	.470	-1.705	.163

ตารางที่ ค-20 การทดสอบ t -test ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL
 ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้โปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Post-test	9.15	48	1.516	.219
	Pre-test	4.94	48	.976	.141

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Post-test & Pre-test	48	.093	.532

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Post-test - Pre-test	4.208	1.725	.249

Paired Samples Test

		Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	Post-test - Pre-test	4.208	1.725	16.898	47	.000

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre-test1	2.15	48	1.072	.155
	Post-test1	3.50	48	.744	.107
Pair 2	Pre-test2	1.96	48	1.071	.155
	Post-test2	3.19	48	.867	.125
Pair 3	Pre-test3	.83	48	.724	.105
	Post-test3	2.46	48	.988	.143

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Pre-test1 & Post-test1	48	-.040	.787
Pair 2	Pre-test2 & Post-test2	48	-.175	.235
Pair 3	Pre-test3 & Post-test3	48	.198	.177

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pre-test1 & Post-test1	-1.354	1.329	.192
Pair 2	Pre-test2 & Post-test2	-1.229	1.491	.215
Pair 3	Pre-test3 & Post-test3	-1.625	1.104	.159

Paired Samples Test

		Paired Differences		<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	Pre-test1 - Post-test1	-1.740	-.968	-7.061	47	.000
Pair 2	Pre-test2 - Post-test2	-1.662	-.796	-5.712	47	.000
Pair 3	Pre-test3 - Post-test3	-1.945	-1.305	-10.201	47	.000

ตารางที่ ค-21 การทดสอบ *t*-test ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับ การจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้โปรแกรม SPSS

Group Statistics

group		<i>N</i>	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	Group 1	48	9.15	1.516	.219
	Group 2	48	7.52	1.701	.246

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		<i>t</i> -test for Equality of Means		
		<i>F</i>	Sig.	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)
score	Equal variances assumed	.535	.466	4.942	94	.000
	Equal variances not assumed			4.942	92.778	.000

Independent Samples Test

		<i>t</i> -test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
score	Equal variances assumed	1.625	.329	.972	2.278
	Equal variances not assumed	1.625	.329	.972	2.278

Group Statistics

group		<i>N</i>	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score1	Group 1	48	3.50	.744	.107
	Group 2	48	3.25	.911	.131
Score2	Group 1	48	3.19	.867	.125
	Group 2	48	2.58	1.048	.151
Score3	Group 1	48	2.46	.988	.143
	Group 2	48	1.69	.971	.140

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		<i>t</i> -test for Equality of Means		
		<i>F</i>	Sig.	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)
score1	Equal variances assumed	1.831	.179	1.473	94	.144
	Equal variances not assumed			1.473	90.385	.144
Score2	Equal variances assumed	3.294	.073	3.077	94	.003
	Equal variances not assumed			3.077	90.790	.003
Score3	Equal variances assumed	.079	.780	3.854	94	.000
	Equal variances not assumed			3.854	93.970	.000

Independent Samples Test

		<i>t</i> -test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
score1	Equal variances assumed	.250	.170	-.087	.587
	Equal variances not assumed	.250	.170	-.087	.587
Score2	Equal variances assumed	.604	.196	.214	.994
	Equal variances not assumed	.604	.196	.214	.994
Score3	Equal variances assumed	.771	.200	.374	1.168
	Equal variances not assumed	.771	.200	.374	1.168

ตารางที่ ค-22 การทดสอบ *t*-test ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL ระหว่าง
ก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้โปรแกรม SPSS

Paired Samples Statistics

		Mean	<i>N</i>	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Post-test	19.02	48	3.042	.439
	Pre-test	9.17	48	2.319	.335

Paired Samples Correlations

		<i>N</i>	Correlation	Sig.
Pair 1	Post-test & Pre-test	48	.162	.270

Paired Samples Test

		Paired Differences		
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Post-test - Pre-test	9.854	3.513	.507

Paired Samples Test

		Paired Differences		<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)
		95% Confidence Interval of the Difference				
		Lower	Upper			
Pair 1	Post-test - Pre-test	8.834	10.874	19.435	47	.000

ตารางที่ ค-23 การทดสอบ *t*-test ของแบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้โปรแกรม SPSS

Group Statistics

group		<i>N</i>	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	Group 1	48	19.02	3.042	.439
	Group 2	48	15.583	2.850	.411

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		<i>t</i> -test for Equality of Means		
		<i>F</i>	Sig.	<i>t</i>	<i>df</i>	Sig. (2-tailed)
score	Equal variances assumed	.201	.655	5.713	94	.000
	Equal variances not assumed			5.713	93.601	.000

Independent Samples Test

		<i>t</i>-test for Equality of Means			
		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
score	Equal variances assumed	3.438	.602	2.243	4.632
	Equal variances not assumed	3.438	.602	2.243	4.632