ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

นางสาวอาริสา สุปน

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2557

The Effects of a 7E Inquiry Activity Package on Analytical Thinking and Physics Learning Achievement in the Topic of Light and Visual Aids of Mathayom Suksa V Students at Hong Son Suksa School in Mae Hong Son Province

Miss Arisa Supon

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
2014

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ชื่อและนามสกุล	นางสาวอาริสา สุปน
แขนงวิชา	หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2558

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน พินสุวรรณ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ จีนะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ผู้ศึกษา นางสาวอาริสา สุปน **รหัสนักศึกษา** 2562102026 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) **อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E วิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ และ (3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 75 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม สุ่มเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E และกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E วิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.61/79.39 (2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้7E สูงกว่าของนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สูงกว่าของนักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การสืบเสาะหาความรู้ 7E การคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ แสงและทัศนอุปกรณ์ มัธยมศึกษา

Independent study title: The Effects of a 7E Inquiry Activity Package on Analytical Thinking and Physics Learning Achievement in the Topic of Light and Visual Aids of Mathayom Suksa V Students at Hong Son Suksa School in Mae Hong Son Province

Author: Miss Arisa Supon; **ID:** 2562102026;
Degree: Master of Education (Curriculum and Instruction);
Independent study advisor: Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor;
Academic year: 2014

Abstract

The objectives of this research were (1) to develop a 7E inquiry activity package in the topic of Light and Visual Aids based on the pre-determined efficiency criterion; (2) to compare analytical thinking ability of students who learned from the 7E inquiry activity package with that of those who learned under the conventional method; and (3) to compare physics learning achievement in the topic of Light and Visual Aids of students who learned from the 7E inquiry activity package with that of those who learned under the conventional method.

The research sample consisted of 75 Mathayom Suksa V students in two intact classrooms in the Science-Mathematics Program of Hong Son Suksa School in Mae Hong Son province during the first semester of the 2014 academic year, obtained by cluster sampling. Then one classroom was randomly assigned as the experimental group to learn from the 7E inquiry activity package; the other classroom, the control group to learn under the conventional method. The employed research instruments were (1) a 7E inquiry activity packages, (2) an analytical thinking ability test; and (3) a physics learning achievement test. Statistics for data analysis were the E_1/E_2 efficiency index, mean, standard deviation, and t-test.

Research findings were as follows: (1) the developed 7E inquiry activity packages in the topic of Light and Visual Aids for Mathayom Suksa V students was efficient at 80.61/79.39; (2) the analytical thinking ability of the students who learned from the 7E inquiry activity package was significantly higher than the counterpart ability of the students who learned under the conventional method at the .05 level; and (3) the physics learning achievement of the students who learned from the 7E inquiry activity package was significantly higher than the counterpart achievement of the students who learned under the conventional method at the .05 level.

Keywords: 7E inquiry activity package, Analytical thinking ability, Learning achievement, Physics, Light and Visual Aids, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และติดตามการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้อย่างดีเสมอมา จนงานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์ พร้อมทั้งให้โอกาสในการเรียนรู้ในทุกด้านแก่ผู้วิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน พินสุวรรณ์ กรรมการการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย ทำให้งานวิจัยฉบับนี้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนห้องสอนศึกษา คณาจารย์โรงเรียนห้องสอนศึกษาทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอด ขอขอบใจนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนห้องสอนศึกษา ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทดลองและทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่อบรมสั่งสอนให้มีความอดทน มุ่งมั่น และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ต่างๆ จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สนใจในการศึกษาเพื่อพัฒนาการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพต่อไป

อาริสา สุปน

สิงหาคม 2558

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 5
กรอบความคิดทางทฤษฎี 5
สมมติฐานการวิจัย 6
ขอบเขตการวิจัย 6
นิยามศัพท์เฉพาะ 7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 10
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ 10
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 17
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E 36
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 43
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 52
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 62
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 67
รูปแบบการวิจัย 67
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 68
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 68
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 69
การเก็บรวบรวมข้อมูล 78
การวิเคราะห์ข้อมูล 79

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 85
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล 85
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วย
ชุดการสอนรายบุคคล 87
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล 88
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 91
สรุปการวิจัย 92
อภิปรายผล 92
ข้อเสนอแนะ 95
บรรณานุกรม 97
ภาคผนวก 107
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 108
ข ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 110
ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 113
ง ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง 164
จ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 7E เรื่องการหักเหของแสง 189
ฉ ตัวอย่างคู่มือครูและนักเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E 200
ตัวอย่างคู่มือครู 201
ตัวอย่างคู่มือนักเรียน 253
ช หนังสือราชการ 297
ประวัติผู้ศึกษา 301

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน 39
ตารางที่ 2.2 แสดงความสามารถการคิดวิเคราะห์ 51
ตารางที่ 2.3 กระบวนการคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญาของบลูมแบบดั้งเดิมและแบบปรับปรุงใหม่ 58
ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดเนื้อหาและจำนวนคาบในรายวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ 71
ตารางที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวกับนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่องโครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ 85
ตารางที่ 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มกับนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่องโครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ 86
ตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามกับนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่องโครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ 87
ตารางที่ 4.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาแบบภาคสนามที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่องโครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม 87
ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคลเรื่องโครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม 88

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 5
ภาพที่ 2.1 การขยายวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E 37
ภาพที่ 2.2 กระบวนการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน 46

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 1)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพและมาตรา 24 ระบุไว้ว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิดการจัดการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, น. 11) และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) มุ่งพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีพื้นฐานจิตใจที่ดีงาม มีจิตสาธารณะพร้อมทั้งมีสมรรถนะทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิตอันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2549, น. 52) รวมทั้งการพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่มีความเหมาะสมชัดเจนทั้งเป้าหมายของหลักสูตรและกระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติ โดยเพิ่มวิสัยทัศน์มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ยึดหลักการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจุดหมายมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข

มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นกำหนดสาระการเรียนรู้ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. ข) เพื่อใช้เป็นทิศทางในการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนในแต่ละระดับ

วิชาฟิสิกส์เป็นส่วนหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงกฎเกณฑ์ด้านกายภาพหลักการต่าง ๆ ของธรรมชาติ ทำให้เข้าใจถึงความเป็นไปของธรรมชาติรอบๆ ตัว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ลักษณะสำคัญของหลักสูตรเน้นผสมผสานระหว่างเนื้อหาความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้และในการแก้ปัญหาต่าง ๆ กระบวนการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะ2 การเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และด้านสมรรถนะ โดยผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบการกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การทดลองการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยการทำกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านั้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น แต่จากประสบการณ์ในการสอนวิชาฟิสิกส์ในช่วงชั้นที่ 4 ของผู้วิจัยเอง และจากการสัมมนาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์กับเพื่อนครูที่สอนฟิสิกส์ทั้งในโรงเรียนเดียวกันและต่างโรงเรียน พบว่าปัญหาที่เกิดจากการเรียนการสอนฟิสิกส์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมาก สาเหตุประการหนึ่งอาจเป็นเพราะว่า ผู้สอนใช้วิธีสอนที่เน้นการบรรยายและจัดกิจกรรมการเรียนที่เน้นเนื้อหามากกว่ากระบวนการ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสร่วมรู้ ร่วมคิด ร่วมแก้ปัญหาที่กำลังเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนใจเรียน และไม่สามารถนำกฎต่างๆ ไปใช้ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นอย่างมาก และอีกประการหนึ่งก็คือ ผู้เรียนขาดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา

ด้วยความตระหนักว่า การคิดวิเคราะห์มีความสำคัญและความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตทำให้มีการติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตร จากผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน) ครั้งที่ 3 พบว่า มาตรฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์อยู่ในระดับต้องปรับปรุงเป็นส่วนใหญ่ (โรงเรียนห้องสอนศึกษา, 2557) และจากผลการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ในปีการศึกษา 2557 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ลดลงจากปีการศึกษา 2556 ซึ่งผลการเรียนเฉลี่ยวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในปีการศึกษา 2556 - 2557 เท่ากับ 3.27 และ 3.05 ตามลำดับ จากผลการเรียนเฉลี่ยเต็ม 4

แนวทางการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ นอกจากจะมุ่งหวังให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้พื้นฐานของวิชาฟิสิกส์แล้ว นักเรียนต้องได้รับการฝึกทำกิจกรรมในการเสาะแสวงหาความรู้ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี เพื่อให้เกิดทักษะในการค้นคว้าและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักฟิสิกส์ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ทั้งในเชิงความคิดและเชิงปฏิบัติ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ จึงต้องให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์นอกจากต้องการให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงแล้ว ยังต้องการให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง พร้อมทั้งเป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต

กระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี คือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญการสอนที่เน้นให้นักเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง นักเรียนต้องสืบเสาะ สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (สัณหวัช สอนท่าโก, 2550, น. 199-212) นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติในการถ่ายโอนการเรียนรู้เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในบริบทใหม่ได้ ทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องมากขึ้นหรือมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยลงได้ (กษมา ตราชู, 2551, น. 111; เกศกนก อินแปง, 2550, น. 99-102; สุพจน์ วงค์คำจันทร์, 2550, น. 57-68; จิราภรณ์ น้อยน้ำใส, 2551, น. 60-61) ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้รู้จักการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชามีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ เรียนรู้มโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้นสรุปเป็นหลักการกฎเกณฑ์หรือวิธีแก้ปัญหาส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตยให้กับผู้เรียนในการเคารพความคิดเห็นของหมู่คณะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดี (สิทธิพล ใจเย็น, 2550, น. 92; อนามิกา อุตรนคร, 2550, น. 103; ปิยวรรณ ประเสริฐไทย, 2551, น. 80-83) ประสาท เนืองเฉลิม (2550, น. 25-30 อ้างอิงมาจาก Eisenkraft, 2003) ได้เสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จาก 5 ขั้นเป็น 7 ขั้นโดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียนและยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสร้างประสบการณ์ของตนเองการสอนมีดังนี้ ได้แก่ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase) ขั้นเร้าความ

สนใจ (engagement phase) ขั้นสำรวจค้นหา (exploration phase) ขั้นอธิบาย (explanation phase) ขั้นขยายความรู้ (elaboration phase) ขั้นประเมินผล (evaluation phase) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (extention phase) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชาโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อันที่จะทำให้นักเรียนเข้าถึงความจริงได้ด้วยตนเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข ครูควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือเอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถบนพื้นฐานความสนใจความถนัดและความแตกต่างระหว่างบุคคลอันที่จะทำให้กระบวนการเรียนรู้บรรลุสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนวัตกรรมที่สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีอย่างหนึ่ง คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่ง กิดานันท์ มลิทอง (2540, น. 95) กล่าวไว้ว่า นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เหมาะสมให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนที่มีส่วนร่วม ชุดการสอนเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาชนิดหนึ่งที่นำเอาสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเหมาะสมกับนักเรียนชุดการสอนจึงเป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยให้ครูและนักเรียนบรรลุจุดหมายของการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2539, น. 115) ได้กล่าวว่าชุดการสอน (ชุดกิจกรรมการเรียนรู้) ช่วยให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูงขึ้นซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดีช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยตนเองส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นฝึกการตัดสินใจรู้จักรับผิดชอบและฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองสอดคล้องกับผลการวิจัยของวีรพร ลาทอง (2555, น. 136-142) เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีเจตคติและความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงขึ้นและอรพิน ควรสุวรรณ (2555, น. 99-103) เรื่องผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงมีความสนใจในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้ ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผลและเพิ่มความสามารถในการคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

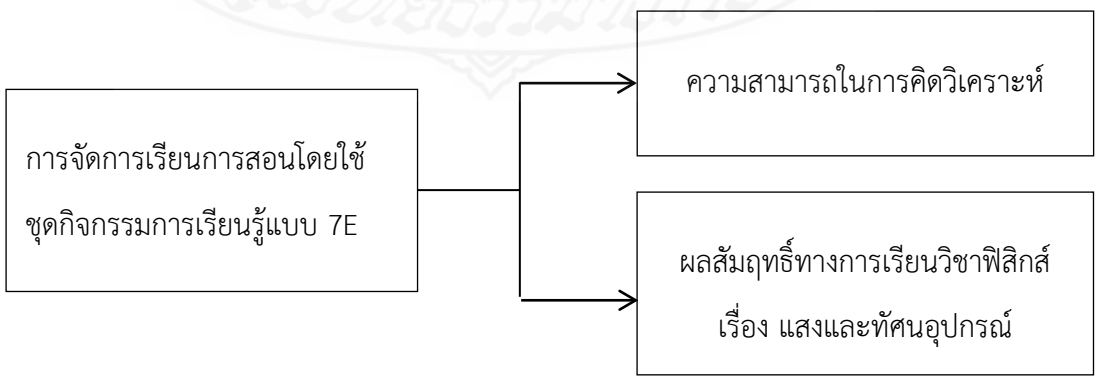
2.1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้7E กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

3. กรอบความคิดทางทฤษฎี

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

4.3 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

5. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

5.1 ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 241 คน

5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียน 75 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แล้วจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.2.1 กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

5.2.2 กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5/2 จำนวน 45 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเรียนโดยวิธีปกติ

5.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้ระยะเวลาในการทดลองสอนในเวลาปกติ 4 คาบ/สัปดาห์ จำนวน 16 ชั่วโมง

5.4 เนื้อหาวิชาที่ศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายละเอียดดังนี้

5.4.1 การสะท้อนของแสง จำนวน 3 ชั่วโมง

5.4.2 การหักเหของแสง จำนวน 3 ชั่วโมง

5.4.3 เลนส์บาง จำนวน 3 ชั่วโมง

5.4.4 ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง จำนวน 2 ชั่วโมง

5.4.5 ทัศนอุปกรณ์ จำนวน 2 ชั่วโมง

5.4.6 ความสว่างและการมองเห็น จำนวน 3 ชั่วโมง

5.5 ตัวแปรที่ศึกษา

5.5.1 ตัวแปรต้น คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์

5.5.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่มีการนำสื่อและกิจกรรมหลาย ๆ อย่างมาประกอบกันใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน คือ 1. ทบทวนความรู้เดิม (Elicitation) 2. การสร้างความสนใจ (Engage) 3. การสำรวจและค้นหา (Explore) 4. การอธิบาย (Explain) 5. การขยายความรู้ (Elaborate) 6. การประเมินผล (Evaluate) 7. นำความรู้ไปใช้ (Extension) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ประกอบด้วย

6.1.1 คู่มือครูและคู่มือนักเรียน ซึ่งเป็นคู่มือและแผนการจัดการเรียนรู้ในการใช้ชุดกิจกรรม

6.1.2 วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรม

6.1.3 คำชี้แจงเนื้อหากิจกรรมการสอน

6.1.4 เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนการสอนที่หลากหลายชนิด

6.1.5 การประเมินที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้

6.2 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลที่สามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่อาจเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง หรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้ จนกระทั่งสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ได้ การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยวัดความสามารถ 5 ทักษะ โดยจำแนกทักษะตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano, 2001 อ้างอิงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553, น. 59) ซึ่งประกอบด้วย

6.2.1 ทักษะการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ เรื่องราวสิ่งของออกเป็นส่วนย่อยๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์

6.2.2 ทักษะการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน

6.2.3 ทักษะการสรุป เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ และตัวเหตุผลประกอบได้โดยผ่านการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ทั้งนี้ต้องมีความสามารถในการสรุปจากความรู้ที่มีมาก่อนเป็นความรู้ที่เชื่อถือได้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

6.2.4 ทักษะการประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ มีความสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีไปสรุปเป็นหลักการใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสามารถนำความรู้ไปใช้ในกิจกรรมชีวิตประจำวันได้

6.2.5 ทักษะการคาดการณ์ เป็นความสามารถในการคาดการณ์ กะประมาณ พยากรณ์ ขยายความ คาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้ สามารถเข้าใจเหตุการณ์ มีความรู้ความสามารถในการระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น และปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับสิ่งที่อาจเกิดขึ้นต่อไปได้ โดยทั่วไปเป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม และสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยวัดพฤติกรรมด้านสติปัญญา 4 ด้าน ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว ดังนี้

6.3.1 ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยงกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

6.3.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

6.3.3 การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

6.3.4 ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว ข้อเท็จจริง หรือเหตุการณ์ และบอกความสัมพันธ์ หลักการของเรื่องราวต่างๆ ได้

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 นักเรียนได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีประสิทธิภาพ

7.2 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ในเรื่องอื่น ๆ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

7.3 สามารถนำไปใช้ประกอบเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุง การจัดการเรียนการสอนในด้านต่างๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและบริบทของรายวิชา

7.3 สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนในระดับชั้นอื่น ๆ

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวรรณกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น
4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 1) ได้กล่าวไว้ว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลคิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์วิจารณ์มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์และมีคุณธรรม

1.2 ธรรมชาติและลักษณะทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 2) ได้กล่าวไว้ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (scientific inquiry) การแก้ปัญหาโดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบและการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลาความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนานความรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจมีความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกันความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลกวิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคลการสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อมการศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ในขอบเขตคุณธรรมจริยธรรมเป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีเทคโนโลยีเป็นกระบวนการในงานต่างๆ หรือกระบวนการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่นๆ ทักษะประสบการณ์จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากรกระบวนการและระบบการจัดการจึงต้องใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

1.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น. 3-4) ได้กล่าวถึงวิสัยทัศน์ว่าเป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะให้มีการพัฒนาอะไรอย่างไรซึ่งจะสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคมวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้บริหารสถานศึกษาผู้สอนบุคลากรทางการศึกษาผู้เรียนและชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งการเรียนรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหาแนวคิดหลักและกระบวนการที่เป็นสากลแต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศและมีความยืดหยุ่นหลากหลาย

2. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สาหรับการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิดความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้กระบวนการแก้ปัญหาและการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นโดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการความสนใจและวิธีการเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงจะประสบความสำเร็จในการดาเนินชีวิต

7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติคุณธรรมจริยธรรมค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์การเรียนวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดได้ดังนี้

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้กระบวนการและเจตคติผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่างๆที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัวมีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผลนำไปสู่คำตอบของคำถามสามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผลสามารถสื่อสารคำถามคำตอบข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิตเนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (natural world) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพเมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้นท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหามีการร่วมกันคิดลงมือปฏิบัติจริงก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิตทำให้สามารถอธิบายทำนายคาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผลการประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกตสำรวจตรวจสอบสืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิตโดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจซาบซึ้งและเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลายๆ ด้านเป็นความรู้แบบองค์รวมอันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิตมีความสามารถในการจัดการและร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

1.4 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น. 3) ได้กล่าวถึงวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบหลักการแนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุดนั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียนเมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนาการคิดและจินตนาการความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมวลมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องจัดให้เหมาะสมกับผู้เรียนสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงและให้ผู้เรียนเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่นและคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

1.5 คุณภาพผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น. 8-9) ได้กล่าวว่าการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอนผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลายทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคลโดยอาศัยแหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่นโดย

ผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้กระตุ้นแนะนำช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อให้การศึกษาวิทยาศาสตร์บรรลุผลตามเป้าหมายและวิสัยทัศน์ที่กล่าวไว้จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาแต่ละระดับการศึกษาไว้ดังนี้

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรมีความรู้และมีความคิดทักษะกระบวนการและจิตวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. เข้าใจการรักษาดุลยภาพของเซลล์และกลไกการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต

2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรมการแปรผันมิวเทชันวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

3. เข้าใจกระบวนการความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอมการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียมการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบการนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7. เข้าใจชนิดสมบัติปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกลคุณภาพของเสียงและการได้ยินสมบัติประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะกาแล็กซีเอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าและผลของเทคโนโลยีต่อชีวิตสังคมและสิ่งแวดล้อม

12. ระบุปัญหาตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบโดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่งตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทางตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามวิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

14. สื่อสารความคิดความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูดเขียนจัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิตการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจมุ่งมั่นรับผิดชอบรอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันการประกอบอาชีพแสดงถึงความชื่นชมภูมิใจยกย่องอ้างอิงผลงานชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงความซาบซึ้งห่วงใยมีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.6 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 10 - 12) เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ความคิดทักษะกระบวนการเรียนรู้คุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับผู้เรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานสาระที่เป็นองค์ความรู้และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 8 สาระหลักมีดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อ

มนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่นประเทศและโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของอย่างยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสารการเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมีมีกระบวนสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าแรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลกความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภูมิประเทศและสัณฐานของ

โลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซีปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสารมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของชุดกิจกรรม

ในต่างประเทศการสร้างชุดกิจกรรมเกิดขึ้นที่โรงเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกา ค.ศ. 1930 โดย David Stansfield แห่งสถาบัน Ontario for studies in education ได้คิดกล่องเอนกประสงค์ขึ้นใช้สำหรับผู้เรียน โดยให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์การสอนโดยได้ใช้ประสบการณ์จากการเรียนรู้ในเรื่องการสอนสำเร็จรูป (Programmed Learning) โดยผลิตกล่องที่เขาเรียกว่า Thirties Box กล่องการสอนนี้เขาเรียกรวมๆ ว่า The 1930 Multi Media Kit ได้รับความนิยมและเป็นที่ชื่นชอบแก่เด็กมากจึงเรียกว่ากล่องวิเศษและพัฒนามาเป็นชุดกิจกรรมในที่สุด

ในประเทศระบบการผลิตชุดกิจกรรมในประเทศไทยนั้นเริ่มต้นในปีการศึกษา 2516 ที่แผนกโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทาลัย ผู้ที่ริเริ่มคือ ดร. ชัยยงค์ พรหมวงศ์ โดยได้ทำการวิจัยกับนิสิตปริญญาโทเปรียบเทียบการสอนแบบบรรยายกับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมยึดหลักที่ว่าการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาผู้สอนควรให้ผู้เรียนเรียนเพียง 1 ส่วน อีก 2 ส่วนให้ไปเสาะแสวงหาจากประสบการณ์ที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่

แตกต่างกันและเมื่อทดสอบหลังจากเรียนแล้ว 4 สัปดาห์ พบว่าความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

แนวคิดพื้นฐานและหลักการในการผลิตชุดกิจกรรม ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523) ได้กล่าวถึงแนวคิดที่จะเป็นแนวทางในการผลิตชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

แนวคิดแรกการประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลนักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ

แนวคิดที่สองความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิมที่เคยยึด “ครู” เป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ผู้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ

แนวคิดที่สามการใช้โสตทัศนูปกรณ์ได้เปลี่ยนและขยายตัวออกไปเป็นสื่อการสอน ซึ่งคลุมถึงการใช้สิ่งสิ้นเปลือง (วัสดุ) เครื่องมือต่างๆ (อุปกรณ์) และกระบวนการแนวคิดที่สี่ แนวคิดเกี่ยวกับการปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียวคือครูเป็นผู้นำและผู้เรียนเป็นผู้ตาม

แนวคิดที่ห้าแนวคิดในการนำหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยจัดสภาพการออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม

สรุปจากแนวคิดของนักการศึกษาพอจะสรุปแนวคิดหลักที่นำมาใช้ในการผลิตชุดกิจกรรมได้ดังนี้

1. การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. การเรียนที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน
3. การตระหนักกิจกรรมกลุ่มและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู ผู้เรียน หรือปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม
4. การเรียนการสอนที่เป็นการใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อการถ่ายโยงความรู้จากนามธรรมไปสู่ความเป็นรูปธรรม
5. การจัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศการเรียนการสอน การเสริมแรง การเรียนตามลำดับขั้นหรือยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู

2.2 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม (Learning package) เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง มีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น ชุดการสอน ชุดการสอนรายบุคคล ชุดการเรียน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาใช้คำว่าชุดกิจกรรม และได้มีนักศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2547, น. 1) ให้ความหมายไว้ว่า เป็นสื่อประเภทหนึ่ง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนเท่านั้น ชุดกิจกรรมจึงเป็นนวัตกรรมสื่อการสอนแบบประสม โดย

อาศัยระบบบูรณาการสื่อหลายๆ อย่างเข้าด้วยกันเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนในหน่วยการเรียนนั้น ๆ

ตวงแสง ณ นคร (2549, น. 226) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมเป็นสื่อสำเร็จรูปที่นำเอาสื่อที่มากกว่าหนึ่งชนิดมาใช้อย่างเป็นระบบในลักษณะสื่อประสม โดยวิชาและวัตถุประสงค์การสอนของแต่ละหน่วยเพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551, น. 269) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและนำสื่อประสมสอดคล้องมาใช้กับวิชาหรือหน่วยหรือหัวเรื่องเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, น. 435) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง กระบวนการสอนแบบโปรแกรมชนิดหนึ่ง อาศัยระบบสื่อประสมสอดคล้องกับเนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

อภิชาติ ชมภูทัศน์ (2552, น. 72) สื่อการสอนที่ครูสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดกิจกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์ และการวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและปฏิบัติด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้แนะนำและช่วยเหลือเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความสำเร็จและบรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

รวิวรรณ พงษ์วงเพชร (2552, น. 64) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำเอาสื่อนวัตกรรมต่างๆ มาจัดการเรียนอย่างมีระบบสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ ประกอบด้วยคำชี้แจ้งการใช้ชุดการเรียนรู้ ซึ่งระบุสิ่งที่ครูต้องเตรียม บทบาทครู บทบาทของนักเรียน ขั้นตอนการใช้ชุดการเรียนรู้ วิธีการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ คำสั่ง บัตรงาน บัตรความรู้ บัตรกิจกรรม แบบทดสอบ บัตรเฉลย และสื่อการสอนในลักษณะต่างๆ ใช้ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การวิเคราะห์ของผู้เรียน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของชุดกิจกรรมที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมเป็นสื่อการสอนที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดกิจกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์ และการวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนคอยสังเกตและแนะนำช่วยเหลือแก่ผู้เรียน

2.3 ประเภทของชุดกิจกรรม

การตัดสินใจว่าจะสร้างชุดกิจกรรมในรูปแบบใดนั้น ผู้สร้างจะต้องทำการศึกษาประเภทของชุดกิจกรรม ว่าชุดกิจกรรมนั้นมีอยู่กี่ประเภท แต่ละประเภทมีจุดมุ่งหมายในการใช้แตกต่างกันอย่างไร ได้มีนักศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2523, น. 155 - 221) ได้แบ่งชุดกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสำหรับประกอบการบรรยายหรือเรียกอีกอย่างว่าชุดกิจกรรมสำหรับครูเป็นชุดกิจกรรมที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พูดน้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนมากขึ้นชุดกิจกรรมชนิดนี้จะมีเนื้อหาเพียงอย่างเดียว

2. ชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่มชุดกิจกรรมแบบนี้มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนให้ได้ประกอบกิจกรรมร่วมกันและอาจจัดการเรียนในรูปของศูนย์การเรียนชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่มจะประกอบด้วยชุดกิจกรรมย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วยในแต่ละศูนย์อาจมีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนนักเรียนในศูนย์กิจกรรมนั้นสื่อการเรียนอาจจัดให้ผู้เรียนทั้งศูนย์ได้ใช้ร่วมกันได้ผู้ที่จะเรียนจากชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่มอาจต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มต้นเท่านั้นหลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้วผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือกันและกันได้เองระหว่างประกอบกิจกรรมหากมีปัญหาผู้เรียนสามารถซักถามครูได้เสมอ

3. ชุดกิจกรรมรายบุคคลหรือชุดกิจกรรมทางไกลเป็นชุดกิจกรรมที่จัดระบบขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามลำดับขั้นความสามารถของแต่ละบุคคลเมื่อศึกษาจบแล้วจะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้าและศึกษาชุดอื่นต่อไปตามลำดับเมื่อมีปัญหาผู้เรียนจะปรึกษากันเองได้ผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้แนะนำหรือผู้ประสานงานทางการเรียน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, น. 94-95) ได้กล่าวถึงประเภทของชุดกิจกรรมแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย หรือชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดกิจกรรมสำหรับครูจะใช้สอนผู้เรียนเป็นกลุ่ม หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกันมุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้นชุดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้ครูลดการพูดและใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดกิจกรรมในการเสนอเนื้อหามากขึ้นสื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพแผนภูมิสไลด์ ฟิล์มสตรป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้เป็นต้น ข้อสำคัญก็คือ สื่อที่นำมาใช้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นอย่างชัดเจนทุกคน

2. ชุดกิจกรรมแบบกลุ่มกิจกรรมเป็นชุดกิจกรรมสำหรับให้ผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5-7 คนโดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุดมุ่งที่จะฝึกกิจกรรมในเนื้อหาวิชาที่เรียนและผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันชุดกิจกรรมชนิดนี้มักจะใช้สอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่นการสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดกิจกรรมแบบรายบุคคลหรือชุดกิจกรรมตามเอกภาพเป็นชุดกิจกรรมสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคลคือผู้เรียนจะต้องศึกษาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองอาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ส่วนมากมักจะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติมชุดกิจกรรมชุดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนหรือโมดูลก็ได้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, บุญเลิศ ส่องสว่าง และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2551, น. 6) ได้กล่าวถึงประเภทของชุดกิจกรรม โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยายเป็นชุดการเรียนการสอนที่มุ่งขยายเนื้อหาสาระสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้นช่วยให้ครูผู้สอนพูดน้อยลง และให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทนชุดกิจกรรมประเภทนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรม และการสอนในระดับอุดมศึกษา

2. ชุดกิจกรรมแบบกลุ่มกิจกรรมกลุ่มเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่ม เช่น ในการสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์

3. ชุดกิจกรรมรายบุคคลเป็นชุดกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความแตกต่างระหว่างบุคคล อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของผู้เรียน ชุดกิจกรรมรายบุคคลอาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อย หรือ “โมดูล”

4. ชุดกิจกรรมทางไกลเป็นชุดกิจกรรมที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียนประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์รายการวิทยุกระจายเสียงวิทยุโทรทัศน์ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษาเช่นชุดการเรียนทางไกลมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชเป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น. 50-51) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสำหรับครูเป็นชุดสำหรับจัดให้ครูโดยเฉพาะมีคู่มือครูสำหรับครูซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้สอนให้เด็กเกิดพฤติกรรมที่คาดหวังครูเป็นผู้ดำเนินการและควบคุมกิจกรรมทั้งหมดนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยครูเป็นผู้ดูแล

2. ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดกิจกรรมสำหรับจัดให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองครูมีหน้าที่เพียงจัดอุปกรณ์และมอบชุดกิจกรรมให้แล้วคอยรับรายงานเป็นระยะ ๆ ให้คำแนะนำที่มีปัญหาและประเมินผลชุดกิจกรรมนี้จะฝึกการเรียนด้วยตนเองเมื่อนักเรียนจบการศึกษาจากโรงเรียนไปแล้วก็สามารถเรียนรู้หรือศึกษาสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง

3. ชุดกิจกรรมที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกันชุดกิจกรรมนี้มีลักษณะผสมผสานระหว่างชุดแบบที่ 1 และชุดแบบที่ 2 ครูเป็นผู้คอยดูแลและกิจกรรมบางอย่างนักเรียนต้องทำด้วยตนเอง ชุด

กิจกรรมอย่างนี้เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้กับนักเรียนที่ต้องการฝึกให้รู้จักการเรียนด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ดูแล

จากประเภทของชุดกิจกรรมที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นตัวกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนแตกต่างกันออกไป การเลือกผลิตชุดกิจกรรมชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูหรือผู้ผลิต สำหรับการสร้างหรือผลิตชุดกิจกรรม ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผสมกัน คือ ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครูเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ภายใต้การแนะนำดูแลจากครูผู้สอน นอกจากนี้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ในการเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์กันอีกด้วย

2.4 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมประกอบด้วยสื่อประสมในรูปของวัสดุอุปกรณ์และวิธีการตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปโดยใช้วิธีการจัดระบบเพื่อให้ชุดกิจกรรมแต่ละชุดมีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์ในตัวเอง ได้มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษา ได้เสนอหลักในการสร้างชุดกิจกรรมว่าควรมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช (2538, น. 76) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมว่ามีความสำคัญต่อการสร้างชุดกิจกรรมเป็นอย่างมากเพราะจะเป็นแนวทางให้การสร้างชุดกิจกรรมนั้นเป็นอย่างมีระบบและสมบูรณ์ในตัวเอง ชุดกิจกรรมหนึ่งชุดต่อหน่วยการสอนหนึ่งหน่วย แต่ละชุดจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้

1. คู่มือครู อาจทำเป็นเล่มหรือเป็นแผ่น โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้
    1.1 คำชี้แจ้ง
    1.2 สิ่งที่ผู้สอนต้องเตรียม
    1.3 บทบาทผู้เรียน
    1.4 การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผัง
    1.5 แผนการสอน
    1.6 เนื้อหาสาระประจำศูนย์ต่างๆ
    1.7 การประเมินผล (แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน)
2. แบบฝึกหัด (workbook) เป็นคู่มือของผู้เรียนที่ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียน บันทึกคำอธิบายของผู้เรียน และใบงานหรือแบบฝึกหัดตามที่กำหนดไว้ในบัตรกิจกรรม แบบฝึกปฏิบัติอาจแยกเป็นชุกๆ ละ 1-3 หน้า หรือนำมารวมเป็นเล่มก็ได้

3. สื่อสำหรับศูนย์กิจกรรม ประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม หรือบัตรคำอภิปราย และบัตรเฉลย รวมทั้งภาพชุดแบบเรียนหรือสิ่งอื่นหลายชนิดประกอบกัน เช่น บทความ จุลสาร บทเรียนโปรแกรม แถบบันทึกเสียง วีดีทัศน์ ฯลฯ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ผู้สอนอาจบรรจุไว้ในซองหรือกล่อง โดยให้จำนวนบัตรต่างๆ มีเท่ากันกับสมาชิกกลุ่มผู้เรียน ส่วนสื่อการเรียนต่างๆ ควรมีจำนวนเพียงพอให้ใช้ร่วมกันโยไม่จำเป็นต้องครบคน

4. แบบทดสอบสำหรับการประเมิน เป็นแบบอิงเกณฑ์ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนโดยมีกระดาษคำตอบเตรียมไว้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, น. 95-97) ได้จำแนกองค์ประกอบของชุดกิจกรรมออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามแต่ชนิดของชุดกิจกรรมภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมเอาไว้อย่างละเอียด อาจทำเป็นเล่มหรือเป็นแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำจะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้บัตรคำสั่งจะมีอยู่ภายในชุดกิจกรรมแบบกลุ่มและรายบุคคลซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมและการสรุปบทเรียน

3. ใบความรู้และสื่อจะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆอาจจะประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรมสไลด์เทปบันทึกเสียงฟิล์มสตริป แผ่นภาพโปร่งใส หุ่นจำลอง รูปภาพเป็นต้น

4. แบบประเมินผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียนแบบประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรมอาจจะเป็นแบบฝึกหัดจับคู่หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

ตวงแสง ณ นคร (2549, น. 227) ได้จำแนกส่วนประกอบของชุดกิจกรรมไว้ 4 ส่วน คือ

1. คู่มือสำหรับครูใช้ชุดกิจกรรมและ/หรือผู้เรียนที่ต้องการเรียนจากชุดการเรียน

2. เนื้อหารสาระและสื่อโดยจัดให้อยู่ในรูปของสื่อการเรียนแบบประสม หรือกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่ม และรายบุคคล ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. คำสั่งหรือการมอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินงานให้นักเรียน

4. การประเมินผล เป็นการประเมินผลของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า และผลของการเรียนรู้ในรูปของแบบสอบต่างๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมโดยประยุกต์แนวคิดของ บุญเอื้อ ควรหาเวช (2542, น. 95-97) ประกอบด้วยเอกสาร 2 ส่วน ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน แต่ละชุดมีส่วนประกอบดังนี้

1.1 คำชี้แจงสำหรับนักเรียน คือ รายละเอียดสำหรับให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในชุดกิจกรรม ประกอบด้วย เวลาที่ใช้ชุดกิจกรรม รายการเอกสาร จุดประสงค์การเรียนรู้ บทบาทของนักเรียน

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ 7E คือ กิจกรรมสำหรับให้นักเรียนได้ปฏิบัติในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยความรู้จากการศึกษาใบความรู้ หรือจากการสำรวจ การทดลอง และให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมกับสมาชิกในกลุ่มพร้อมทั้งได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

1.3 แบบทดสอบ คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของนักเรียนหลังเรียนด้วยเวลาที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด

2. ชุดกิจกรรมสำหรับครู คือ เอกสารสำหรับให้ครูใช้ประกอบชุดกิจกรรม ประกอบด้วย คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทของครู สิ่งที่ครูต้องเตรียมล่วงหน้า การจัดชั้นเรียน กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 7E แบบทดสอบและเฉลยแบบทดสอบ

2.5 ลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรม

ระพินทร์ โพธิ์ศรี (2549) ได้กล่าวถึงความสำคัญของชุดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. มีจุดประสงค์ปลายทางที่ชัดเจนที่ระบุทั้งเนื้อหาความรู้และระดับทักษะการเรียนรู้ที่ชัดเจนนั่นคือจะต้องมีจุดประสงค์ประจำชุดกิจกรรมที่ระบุไว้ชัดเจนว่าเมื่อผ่านการเรียนรู้จบชุดกิจกรรมนั้นแล้วผู้เรียนต้องทำอะไรเป็นระดับใด

2. ระบุกลุ่มเป้าหมายชัดเจนว่าชุดกิจกรรมดังกล่าวสร้างขึ้นสำหรับใคร

3. มีองค์ประกอบของจุดประสงค์ที่เป็นระบบเป็นเหตุและผลเชื่อมโยงกันระหว่างจุดประสงค์ประจำหน่วยและจุดประสงค์ย่อย

4. ต้องมีคำชี้แจงเนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์แต่ละระดับ

5. กรณีทำเป็นชุดกิจกรรมต้องมีคู่มือครูที่อธิบายวิธีการเงื่อนไขการใช้ชุดและการเฉลยข้อคำถามทั้งหมดในกิจกรรมประเมินผล

สรุปแล้วองค์ประกอบของชุดกิจกรรมควรประกอบด้วย

1. คู่มือครูซึ่งเป็นคู่มือและแผนการจัดการเรียนรู้ในการใช้ชุดกิจกรรม
2. วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรม
3. คำชี้แจงเนื้อหากิจกรรมการสอน
4. เนื้อหาสาระและสื่อ
5. การประเมินที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ชุดกิจกรรมมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนทุกระดับถือว่าเป็นนวัตกรรมการสอนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและเป็นสื่อที่มีความเหมาะสมช่วยเร้าความสนใจรวมทั้งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละคนทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ไม่เบื่อหน่ายในการเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและสร้างความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดกิจกรรมมีการจัดระบบการใช้สื่อผลิตสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งมีข้อแนะนำการใช้สำหรับครูทำให้ครูมีความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง

ชุดกิจกรรมจึงมีบทบาทที่สำคัญต่อการเรียนการสอนและการจัดการศึกษาพอสรุปได้ดังนี้

1. มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนจะทำให้ลักษณะการเรียนการสอนในชั้นเรียนเปลี่ยนแปลงไปจากการเรียนการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้มาสู่การให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเรียนรู้ด้วยตนเองและทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน

2. มีบทบาทต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นเป็นระบบการนำสื่อประสมที่สอดคล้องและสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของหน่วยใดหน่วยหนึ่งโดยเฉพาะมีสื่อการสอนที่อยู่ในรูปวัสดุอุปกรณ์หรือวิธีการต่างๆ ที่จะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการเกิดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาได้อย่างต่อเนื่อง

3. ชุดกิจกรรมมีบทบาทที่สำคัญต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นชุดกิจกรรมสามารถจัดให้เกิดการเรียนรู้ได้พร้อมกันเป็นจำนวนมากๆ ได้ชุดการเรียนรายบุคคลทั้งระบบทางไกลและใกล้เป็นต้นและนอกจากนี้ชุดกิจกรรมยังสามารถปรับเปลี่ยนและแก้ไขให้เกิดความรู้และวิทยาการที่ใหม่ๆ ได้

4. มีบทบาทสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ไปสู่ปรัชญาการศึกษาในแนวพัฒนาการได้อย่างเต็มที่โดยที่ชุดกิจกรรมเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นที่ตัวเรียนเป็นสำคัญยึดหลักให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำและประสานกิจกรรมให้เกิดการเรียนจากการได้ทำกิจกรรมร่วมกันอันจะทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ตรงและถาวรยิ่งขึ้นได้

คุณค่าและประโยชน์ของชุดกิจกรรม

1. ช่วยเร้าและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
2. สนับสนุนและสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. ให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนในแนวทางเดียวกัน
4. ช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์และบุคลิกภาพของผู้สอน
5. ช่วยลดภาระและสร้างความมั่นใจให้แก่ครูผู้สอน
6. ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนครูหรือผู้มีประสบการณ์เฉพาะทางได้
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนตนเองในด้านความกล้าแสดงออกความ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรจะมีลักษณะดังนี้คือ

1. เป็นชุดสื่อประสมที่ผลิตได้เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาบทเรียน

2. เหมาะสมกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

3. ประกอบไปด้วยสื่อหลากหลายเร้าความสนใจของผู้เรียนได้ดี

4. มีคำชี้แจงและคำแนะนำวิธีการใช้อย่างละเอียดชัดเจนง่ายต่อการนำไปใช้

5. มีวัสดุอุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้อย่างครบถ้วนในบทเรียน

6. ได้ดำเนินการผลิตอย่างเป็นระบบได้ปรับปรุงและทดสอบให้มีประสิทธิภาพและทันสมัย

7. มีความคงทนถาวรต่อการใช้และสะดวกในการเก็บรักษา

2.6 แนวคิด และทฤษฎีการเรียนรู้สู่การผลิตชุดกิจกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำไปสู่การผลิตชุดกิจกรรม ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์,บุญเลิศ ส่องสว่าง และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2551, น. 7-9) ได้กล่าวถึงแนวคิดที่จะนำไปสู่การผลิตชุดกิจกรรมหรือชุดการสอน มี 5 ประการดังนี้

แนวคิดที่ 1 ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนการสอนควรคำนึงถึงความต้องการ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการศึกษาต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามระดับสติปัญญา ความสามารถ และความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

แนวคิดที่ 2 ความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงแนวการเรียนการสอนไปจากเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลามาเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

แนวคิดที่ 3 การใช้สื่อการสอนได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไป การผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดกิจกรรม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนหยิบและใช้สื่อการสอนต่างๆ ด้วยตนเองโดยอยู่ในรูปชุดกิจรรม

แนวคิดที่ 4 การสร้างปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม โดยนำสื่อการสอนและทฤษฎีกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการประกอบกิจกรรมร่วมกัน

แนวคิดที่ 5 การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ โดยยึดหลักจิตวิทยาการเรียนมาใช้จัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึง ระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรม ดังนี้

5.1 ได้มีโอกาสร่วมกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง

5.2 ได้ทราบว่าการตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดได้ทันที่

5.3 มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้เกิดความภาคภูมิใจที่ทำได้ถูกหรือผิด

5.4 เป็นการเรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเอง โดยไม่มีการบังคับ

นอกจากนี้ สุนันท์ สงข์อ่อง (2526, น. 134; อ้างถึงใน อัมพร ภู่ระหงษ์, 2549, น. 38) ได้กล่าวถึงแนวคิดการผลิตชุดกิจกรรมหรือชุดการสอน ดังนี้

1. นักเรียนมีความแตกต่างกันทุกๆ ด้าน การที่จะสอนนักเรียนด้วยวิธีการแบบเดิม จึงไม่สามารถสนองความต้องการของผู้เรียนได้

2. การจัดการศึกษาเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางไม่ใช่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง

3. การใช้โสตทัศนูปกรณ์ได้เปลี่ยนแปลงมาเป็นรูปของสื่อการสอน

4. ปฏิกิริยาสัมพันธ์ (interaction) ของครูและนักเรียนต่างไปจากเดิม โดยครูทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวก และช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ

5. กระบวนการเรียนการสอนยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาสนับสนุน เช่น การให้แรงเสริมการเรียนรู้ตามลำดับขั้น การถ่ายโยงการเรียนรู้

สรุปได้ว่า การสร้างชุดกิจกรรมต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล ความต้องการ ความถนัด ความสนใจ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โสตทัศนูปกรณ์ และปริมาณผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนต้องยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ต้องผลิตสื่อ อุปกรณ์ วิธีการสอนแบบต่างๆ โดยเฉพาะสื่อประสมต่างๆ ที่ได้รวบรวมไว้ในรูปชุดกิจกรม เพื่อให้นักเรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายทางการเรียนที่ตั้งไว้

2.6.1 ทฤษฎีการเรียนรู้สู่การเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำไปสู่การเรียนการสอนและผลิตชุดกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพมีหลายทฤษฎีด้วยกัน ดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) มีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้ (Lall and Lall, 1983, pp. 45-54 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2550, น. 64-65)

1.1 พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่างๆ เป็นลำดับดังนี้

1) ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensor motor Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำเด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่นได้

2) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อยๆ 2 ขั้น

(1) ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (Pre-Conceptual Intellectual Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-4 ปี

(2) ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (Intuitive Thinking Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี

3) ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่างๆ ได้มากขึ้น

4) ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Operational Period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

1.2 ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

1.3 กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะดังนี้

1) การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราวและข้อมูลต่างๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์

2) การปรับและจัดระบบ (Accommodation) คือ กระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3) การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้นในตัวบุคคล

2. ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike’s Classical Connectionism) กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ สรุปได้ดังนี้ (Hergenhahn and Olson, 1993, pp. 56-27, อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2550, น. 51)

2.1 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจ

2.2 กฎการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือการกระทำบ่อยๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อยๆ การเรียนรู้นั้นจะไม่คงทนถาวรและในที่สุดอาจลืมได้

2.3 กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น หากได้มีการนำไปใช้บ่อยๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้

2.4 กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจจะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้นการที่ได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

3. ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบโอเปอร์แรนต์ (Operant Conditionind) ของสกินเนอร์ (Skinner) ซึ่งสามารถสรุปเป็นการเรียนรู้ได้ดังนี้ (Hergenhahn and Olson, 1993, pp. 80-119 อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี, 2550, น. 57)

3.1 การกระทำใดๆ ถ้าได้รับการเสริมแรงจะมีแนวโน้มที่เกิดขึ้นอีก ส่วนการกระทำที่ไม่มีการเสริมแรงแนวโน้มที่ความถี่ของการกระทำนั้นจะลดลงและหายไปในที่สุด

3.2 การเสริมแรงที่แปรเปลี่ยนทำให้การตอบสนองคงทนกว่าการเสริมแรงที่ตายตัว

3.3 การลงโทษทำให้เรียนรู้ได้เร็วและลืมเร็ว

3.4 การให้เสริมแรง หรือให้รางวัลเมื่ออินทรีย์กระทำพฤติกรรมที่ต้องการสามารถช่วยปรับหรือปลูกฝังนิสัยที่ต้องการได้

จากทฤษฎีที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชุดกิจกรรมครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีการเรียนรู้ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาตลอดจนจิตวิทยาในการสอน เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นมามีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียน

2.7 หลักการและขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, น. 123, อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, น. 438-439) ได้ลำดับขั้นตอนในการพัฒนาชุดกิจกรรมที่สำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดหมวดหมู่ เนื้อหาและประสบการณ์โดยกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เหมาะสม

2. การกำหนดหน่วยสอน แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการสอน

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตัวเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง

4. การกำหนดมโนทัศน์และหลักการ โดยมโนทัศน์หรือหลักการที่กำหนดจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง

5. การกำหนดจุดประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่มีเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6. การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้สอดคล้องจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการสอน

7. การกำหนดแบบประเมินผล โดยจะต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้

8. การเลือกและผลิตสื่อการสอน โดยจะถือว่าวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้คือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่นำไปทดลองหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

9. การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม เพื่อเป็นหลักประกันว่า ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำต้องกำหนดเกณฑ์ล่วงหน้า โดยคำถึงหลักที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการ ช่วยเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์จึงต้องคำนึงถึง “กระบวนการ” และ “ผลลัพธ์” โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2

E_1 คือค่าประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานคิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการประกอบกิจกรรม

E_2 คือค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละของคะแนนหลังเรียน)

10. การใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมที่ได้ปรับปรุงแล้วมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดกิจกรรม และตามลำดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ดังนี้

10.1 ขั้นทดสอบความรู้เดิม โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาฟื้นความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนเรียน

10.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

10.4 ขั้นสรุปบทเรียน ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป

การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม การพัฒนาชุดกิจกรรมเป็นงานที่ละเอียดต้องอาศัยความรอบคอบ ความเข้าใจเพื่อให้ได้ชุดกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนอย่างสมบูรณ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523, น. 123, อ้างอิงใน ไกรนุวัฒน์ เจริญสุขรุ่งเรือง และคณะ, 2545, น. 46) ได้ลำดับขั้นตอนในการพัฒนาชุดกิจกรรมที่สำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. หมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบแบบ สหวิทยาการตามที่เหมาะสม

2. การกำหนดหน่วยสอน แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตัวเองว่า ในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4-5 หัวเรื่อง

4. การกำหนดมโนทัศน์และหลักการ มโนทัศน์และหลักการที่กำหนดจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่องโดยสรุปแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางการจัดเนื้อหามาสอนให้สอดคล้องกัน

5. การกำหนดจุดประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วเปลี่ยนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่มีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนแปลง

6. การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียน” หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน การทำกิจกรรมตามใบงาน ตอบคำถาม เขียนภาพ เล่นเกม เป็นต้น

7. การกำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

8. การเลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้คือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่นำไปทดลองหาหาประสิทธิภาพ เรียกว่า “ชุดกิจกรรม”

9. การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม เพื่อเป็นหลักประกันว่า ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำต้องกำหนดเกณฑ์ล่วงหน้า โดยคำถึงหลักที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการ ช่วยเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนให้บรรลุผล

10. การใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมที่ได้ปรับปรุงแล้วมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดกิจกรรม และตามลำดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาฟื้นความรู้เดิมของผู้เรียน

10.2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน

10.4 ขั้นสรุปบทเรียน ทำแบบทดวัดคุณลักษณะด้านจิตพิสัยหลังเรียน เพื่อวัดคุณลักษณะด้านจิตพิสัยที่เปลี่ยนไป

จากการศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสร้างชุดกิจกรรมต้องมีการวางแผนกำหนดเนื้อหา จุดมุ่งหมาย สื่อการเรียนการสอน เวลาที่ใช้ พร้อมทั้งมีการวัดผลประเมินผล แล้วทำการทดลอง เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดกิจกรรม แล้วนำชุดกิจกรรมไปใช้สอนจริง

2.8 การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2547, น. 54-60) กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเสียก่อน เพื่อเป็นการประกันว่าจะมีประสิทธิภาพจริงตามที่มุ่งหวัง การทดสอบประสิทธิภาพด้วยเหตุผลหลายประการ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตชุดกิจกรรม
2. สำหรับผู้ใช้ชุดกิจกรรม
3. สำหรับผู้ผลิตชุดกิจกรรม

ในการประเมินประสิทธิภาพต้องมีการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึงระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้ผลิตการสอนจะพึงพอใจว่าหากชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับแล้ว ชุดกิจกรรมนั้นก็จะมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุมค่าแกการลงทุนผลิตออกมาจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประการ คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสรุป (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ เป็น

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

1. การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง หมายถึง การประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (PROCESS) ของผู้เรียนสังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายบุคคล ได้แก่ งานที่ได้รับมอบหมายหรือกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หมายถึง การประเมินผลลัพธ์ (PRODUCTS) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่น 80/80

หมายความว่า เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, น. 43) ได้กล่าวถึงการกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ว่าผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด โดยในส่วนเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80 , 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ระดับ 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบฝึกหัดหรือการฝึกปฏิบัติย่อยๆ ๆของนักเรียนแต่ละชุดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 75 หรือมากกว่า

75 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 75 หรือมากกว่า

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, น. 44) ได้กล่าวถึงการยอมรับหรือไม่ยอมประสิทธิภาพของนวัตกรรมว่า เมื่อทดลองนวัตกรรมภาคสนามแล้ว ให้เทียบค่า E_1/E_2 ที่หาได้จากนวัตกรรมกับค่า E_1/E_2 ของเกณฑ์ เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมมี 3 ระดับคือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5%
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ต่ำกว่าไม่เกิน 2.5%

เพ็ญศรี สร้อยเพชร (2542, น. 86) ได้กล่าวว่า เมื่อผลิตชุดการเรียนการสอนเป็นต้นฉบับแล้ว ต้องนำชุดการเรียนการสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

1. การทดลองแบบเดี่ยว (1:1) คือ ทดลองกับผู้เรียน 3 คน ที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน โดยใช้ศึกษาด้วยตนเองจากชุดการเรียนการสอนจนจบตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ตอบแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

1.2 เรียนจากชุดการเรียนการสอนจนจบบทเรียน

1.3 ทำแบบฝึกหัดในบทเรียนไปพร้อมกันในขณะที่เรียน

1.4 ตอบแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test)

1.5 แล้วนำผลที่ได้รับพิจารณาปรับปรุงส่วนที่เห็นว่ายังบกพร่อง เช่น เนื้อหา สื่อ แบบทดสอบ ให้ดียิ่งขึ้น นำผลที่ได้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวจะต่ำกว่าเกณฑ์

2. การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (1:10) คือ ทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน โดยให้เด็กคละกันทั้ง เก่ง ปานกลาง อ่อน ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีนักเรียนเก่งหรืออ่อนล้วน คราวนี้ค่าประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์

3. การทดลองแบบกลุ่มใหญ่ (1:100) คือ ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้นจำนวน 40-100 คน แล้วนำผลที่ได้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงให้สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ควรไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ถือว่าใช้ได้ ถ้าแตกต่างกันมากต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนใหม่ โดยยึดหลักความเป็นจริง

2.9 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2523, น. 121, อ้างอิงใน ชนิตา คำปิน และคณะ, 2552, น. 33-34) ในการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ ชุดกิจกรรมจัดเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นการนำสื่อต่างๆ มาประกอบกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน ประโยชน์ของชุดกิจกรรมที่มีต่อการเรียนการสอนมีหลายประการ คือ

1. ช่วยให้ผู้สอยถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี

2. เร้าความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษาเพราะชุดกิจกรรมจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยตนเอง

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสอนใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

4. เป็นการสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ผู้สอนเพราะชุดกิจกรรมพัฒนาไว้เป็นหมวดหมู่สามารถหยิบใช้ได้ทันที

5. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของผู้เรียน เพราะสื่อประสม (multi media) ที่ได้จัดไว้ในระบบเป็นการแปรเปลี่ยนกิจกรรมและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา

6. แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล และส่งเสริมการศึกษารายบุคคลตามความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน

7. ช่วยขจัดปัญหาหารขาดแคลนครู ชุดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนเรียนได้โดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ทั้งสามารถเรียนด้วยตนเอง ครูคนหนึ่งจึงสามารถสอนนักเรียนได้จำนวนมาก

8. ช่วยให้นักเรียนได้รู้จุดมุ่งหมายของการเรียนชัดเจน ตลอดจนรู้วิธีการที่จะบรรลุจุดมุ่งหมาย เป็นการเพิ่มพูนการจูงใจในการเรียน นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำ

9. ชุดกิจกรรมจะกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนไว้แน่ชัดว่า ตอนใดใครทำอะไรอย่างไร ลดบทบาทของการกระทำของครูฝ่ายเดียว นักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำมากขึ้น

10. ชุดกิจกรรมเกิดจากการเอาวิธีระบบเข้ามาใช้ย่อมจะเป็นประสิทธิภาพ เพราะได้ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพมาแล้ว โดยผู้มีความชำนาญทั้งในด้านเนื้อหาและวิธีการ เพื่อสร้างเป็นแม่แบบ และสามารถจะขยายออกไปได้

11. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียน รู้จักการทำงานร่วมกัน

12. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกวัสดุการเรียนและกิจกรรมที่เขาชอบ

13. มีการวัดผลตัวเองบ่อยๆ ทำให้นักเรียนรู้การกระทำของตนเองและสร้างแรงจูงใจ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น. 436-437) ประโยชน์ของชุดกิจกรรมที่มีต่อการเรียนการสอนมีหลายประการดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอยถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีลักษณะเป็นนามธรรมซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้

2. เร้าความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดกิจกรรมจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยตนเอง

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

4. เป็นการสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่สามารถหยิบใช้ได้ทันที

5. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของผู้เรียน เพราะสื่อประสม (multi media) ที่ได้จัดไว้ในระบบเป็นการแปรเปลี่ยนกิจกรรมและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา

6. แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล และส่งเสริมการศึกษารายบุคคลตามความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน

7. ช่วยขจัดปัญหาหารขาดแคลนครู ชุดการสอนทำให้ผู้เรียนเรียนโดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ทั้งสามารถเรียนด้วยตนเอง ครูคนหนึ่งจึงสามารถสอนนักเรียนได้จำนวนมาก

8. ช่วยให้นักเรียนได้รู้จุดมุ่งหมายของการเรียนชัดเจน ตลอดจนรู้วิธีการที่จะบรรลุจุดมุ่งหมาย เป็นการเพิ่มพูนการจูงใจในการเรียน

9. ชุดกิจกรรมจะกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนไว้แน่ชัดว่า ตอนใดใครจะทำอะไร อย่างไร ลดบทบาทของการกระทำของครูข้างเดียว นักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำมากขึ้น

10. ชุดกิจกรรมเกิดจากการนำวิธีเชิงระบบเข้ามาใช้ เมื่อได้ผ่านการทดลองจึงทำให้การสอนมีประสิทธิภาพ

11. ชุดกิจกรรมฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียน และรู้จักการทำงานร่วมกัน

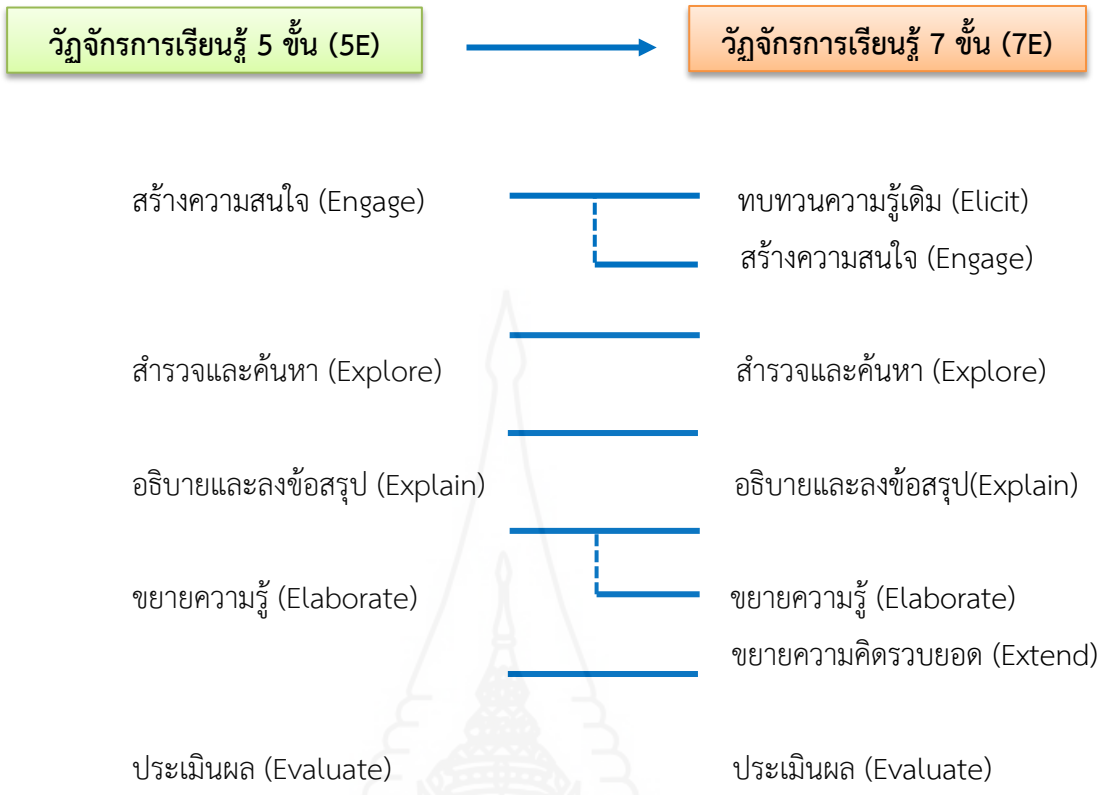
12. ชุดกิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกวัสดุการเรียนและกิจกรรมตามความสนใจ

13. ชุดกิจกรรมทำให้ผู้เรียน รู้การกระทำของเขาและสร้างแรงจูงใจให้ตนเอง

จากประโยชน์ของชุดกิจกรรมที่กล่าวมา จะเห็นว่าชุดกิจกรรมเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสอนได้เป็นอย่างดี เพราะชุดกิจกรรมช่วยให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสอนได้เป็นอย่างดี ทั้งยังช่วยอำนวยความสะดวกให้กับครูผู้สอน ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนปัจจุบัน

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ได้ขยายรูปการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น ซึ่งเพิ่มขึ้นมา 2 ขั้น คือ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดี เป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้ คือการกระตุ้นให้เด็กมีความสนใจ และตื่นเต้นกับการเรียน สามารถสร้างความรู้อย่างมีความหมาย 2) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันการปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E แสดงได้ดังภาพประกอบ ภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การขยายวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E

ที่มา: ไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft, Arthur). (2003). *Expanding the 5E Model*, *The Science Teacher*. p. 57.

การจัดการเรียนรู้แบบ 7E หรือการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลยหรือละทิ้งจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้พบเห็นว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีขั้นตอนการสอนต่างๆ และสาระสำคัญในแต่ละขั้น ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นความรู้เดิมเท่าไห จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้องและครูได้รู้ว่านักเรียนควรจัดเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็น

เรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แม้ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะให้ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นเร้าความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อใช้สร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่ใช้ในขั้นตอนต่อไป

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) ในขั้นนี้ เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูปสร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานทั้งตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase / Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ ไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft, 2003) เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อันที่จะทำให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตนเองและนักเรียนได้รับกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้นตอนควร

ระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุสู่จุดหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนซึ่งในแต่ละขั้นการเรียนรู้ครูและนักเรียนจะมีบทบาทของตนเองแบ่งแยกโดยชัดเจน (ประสาท เนืองเฉลิม, 2550, น. 28-30) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)	- ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้	- ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน
2. เร้าความสนใจ (Engage)	- สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน	- ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - กระหายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นลำนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่น่าสนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. สำรวจค้นหา (Explore)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะคำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่ตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่นๆ - บันทึกการสังเกตและข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
4. อธิบาย (Explain)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์
	- ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้	- คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	เกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการที่เรียนรูปมาไปปรับใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้	- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตและข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
6. ประเมินผล (Evaluate)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้ความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเดี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ประเมินผลตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป
7. นำความรู้ไปใช้ (Extend)	- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ชนาธิป พรกุล (2544, น. 221) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ หรือเป็นการแยกข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ที่แน่นอนเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของหมวดหมู่ข้อมูล โดยอาศัยความรู้เดิมหรือประสบการณ์

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และดารณี คำวัจนัง (2544, น. 51) กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถการแยกแยะเรื่องราวใดๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นมีองค์ประกอบเช่นไร

ศูนย์การคิดวิเคราะห์แห่งสหรัฐอเมริกา (Center for Critical Thinking, 1996 อ้างใน วนิช สุธารัตน์, 2544, น. 59) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้หลายลักษณะดังต่อไปนี้

การคิดวิเคราะห์ เป็นวิธีที่ทำให้ผู้คิดมีความชาญในการคิด สามารถก่อให้เกิดผลิตผลทางปัญญาที่ดีกว่า และสามารถประเมินผลงานทางด้านสติปัญญาได้ดี ส่งผลให้การกระทำด้านต่างๆ มีเหตุผลดีขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งทางด้านการดำเนินชีวิตและการกระทำกิจการงานทั้งหลาย

การคิดวิเคราะห์ เป็นสิ่งที่ใช้มาตรฐานของการวัดผลทางสติปัญญาและการกระทำของมนุษย์ซึ่งมีสาระสำคัญอยู่ที่ความสมบูรณ์ ถูกต้องของการใช้เหตุผลและการตัดสินสิ่งต่างๆ

การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดที่เต็มไปด้วยสาระและมีส่วนสร้างความเจริญแก่วิทยาการทุก ๆ สาขาทำให้ทุกเรื่องมีความสมบูรณ์ทางด้านเหตุผล และการปฏิบัติทั้งวิชาในสายวิทยาศาสตร์ ศิลปะ และวิชาชีพ

การคิดวิเคราะห์ เป็นวิธีการที่บุคคลใช้ประเมินตนเองเพื่อให้รู้ว่าตนเองมีวิธีการให้เหตุผลและการตัดสินเรื่องต่างๆ มีความสมบูรณ์เพียบพร้อมเพียงใด

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 9) กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ และความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 24) กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 48) กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึงการคิดจำแนกแจกแยกแยะข้อมูล องค์ประกอบของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้นๆ ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่างๆ หรือปรากฏได้อย่างชัดเจน รวมทั้งหาความสัมพันธ์และเชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ ว่าเกี่ยวพันอย่างไร อาศัยหลักการใด จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป ประยุกต์ใช้ การทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

คณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551, น. 52) กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึงการแยกแยะข้อมูลหรือส่วนประกอบออกเป็นส่วนย่อยๆ และตรวจสอบ หรือจัดโครงสร้างหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้ได้ความรู้ความเข้าใจ หาเหตุและผลของสิ่งที่เกิดขึ้น ใช้แก้ปัญหา ใช้ประเมินค่าตัดสินใจ และสร้างสรรค์สิ่งใหม่

จากแนวความคิดดังกล่าว จึงสรุปความหมายของการคิดวิเคราะห์ได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะ หรือรวบรวมข้อมูลให้เป็นระบบและสามารถสืบค้นข้อเท็จจริงในการเปรียบเทียบ เห็นความสัมพันธ์ และให้เหตุผลได้โดยได้สังเคราะห์นิยามดังนี้

1. ความสามารถในการจำแนกแยกแยะ หมายถึง การพินิจ พิเคราะห์ และแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์หรือสิ่งต่างๆ ได้อย่างชัดเจน

2. ความสามารถในการเปรียบเทียบ หมายถึง การเทียบเคียงเรื่องราว เหตุการณ์หรือสิ่งต่างๆ ให้เห็นลักษณะที่เหมือนกันและต่างกัน

3. ความสามารถในการเห็นความสัมพันธ์ หมายถึง การบอกความเกี่ยวข้องความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างของเรื่องราว เหตุการณ์หรือสิ่งต่างๆ ได้อย่างชัดเจน

4. ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง การบอกเหตุผล หรือผลของเรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

4.2 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551, น. 52) กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์นี้

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นกับความรู้และประสบการณ์และค่านิยม

2. การมีความรู้ความเข้าใจเรื่องที่จะวิเคราะห์

3. การช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างถาม ขอบเขตของคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์ จะยึดหลัก 5W1H คือ ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) เพราะเหตุใด (Why) อย่างไร (How)

4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (คำถาม) ค้นหาคำตอบได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมกับสิ่งนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้อง เมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบอย่างไร มีองค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น มีวิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้ได้อย่างไร มีแนวทางแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต ลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร เขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

4.3 กระบวนการคิดวิเคราะห์

วินิช สุธารัตน์ (2544, น. 66-68) กล่าวไว้ว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นการแสดงให้เห็นจุดเริ่มต้น สิ่งที่สืบเนื่องหรือเชื่อมโยงสัมพันธ์กันในระบบคิดและจุดสิ้นสุดของการคิด โดยมีกระบวนการคิดวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบเรื่องความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง รวมทั้งเทคนิคการตั้งคำถามและต้องเข้าไปเกี่ยวข้องทุกๆ ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ผู้ที่จะทำการคิดวิเคราะห์จะต้องทำความเข้าใจปัญหาอย่างกระจ่างแจ้ง ด้วยการตั้งคำถามหลายๆ คำถาม เพื่อให้เข้าใจปัญหาต่างๆ ที่กำลังเผชิญอยู่นั้นอย่างดีที่สุด

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในขั้นนี้ผู้จะทำการคิดวิเคราะห์ต้องรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น จากการสังเกต จากการอ่าน จากข้อมูลการประชุม จากข้อเขียน บันทึกการประชุม บทความ จากการสัมภาษณ์ การวิจัยและอื่นๆ การเก็บข้อมูลที่สมบูรณ์ ชัดเจน และมีความเที่ยงตรง

ขั้นที่ 3 พิจารณาความน่าเชื่อถือ หมายถึง ผู้ที่คิดวิเคราะห์ พิจารณาความถูกต้องเที่ยงตรงของสิ่งที่นำมาอ้าง รวมทั้งการประเมินความพอเพียงของข้อมูลที่นำมาใช้

ขั้นที่ 4 การจัดข้อมูลเข้าเป็นระบบ เป็นขั้นที่ผู้คิดจะสร้างความคิด ความคิดรวบยอดหรือสร้างหลักการขึ้นให้ได้ ด้วยการเริ่มต้นจากระบุลักษณะของข้อมูล แยกแยะข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็น จัดลำดับความสำคัญของข้อมูลเข้าเป็นระบบและกำหนดข้อสันนิษฐานเบื้องต้น

ขั้นที่ 5 ตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่นักคิดวิเคราะห์จะต้องนำข้อมูลที่จัดระบบระเบียบแล้วมาตั้งเป็นสมมติฐานเพื่อกำหนดขอบเขต และการหาข้อสรุปของข้อคำถามหรือปัญหาที่กำหนดไว้ ซึ่งต้องอาศัยความคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงของเหตุผลอย่างถูกต้อง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจะต้องมีความชัดเจนและมาจากข้อมูลที่ถูกต้องปราศจากอคติ หรือความลำเอียงของผู้ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 6 การสรุป เป็นขั้นตอนของการลงความเห็นหรือการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลกับผลอย่างแท้จริง ซึ่งผู้วิเคราะห์จะต้องเลือกพิจารณา เลือกวิธีที่เหมาะสมตามสภาพของข้อมูลที่ปรากฏโดยใช้เหตุผลทั้งทางตรรกศาสตร์ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และพิจารณาถึงความเป็นไปได้ตามสภาพที่เป็นจริงประกอบกัน

ขั้นที่ 7 การประเมินข้อสรุป เป็นขั้นสุดท้ายของการวิเคราะห์ เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุป และพิจารณาผลสืบเนื่องที่เกิดขึ้นต่อไป เช่นการนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง หรือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงๆ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 49) กล่าวไว้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดวิเคราะห์ระดับสูง การคิดจึงเป็นกระบวนการ ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

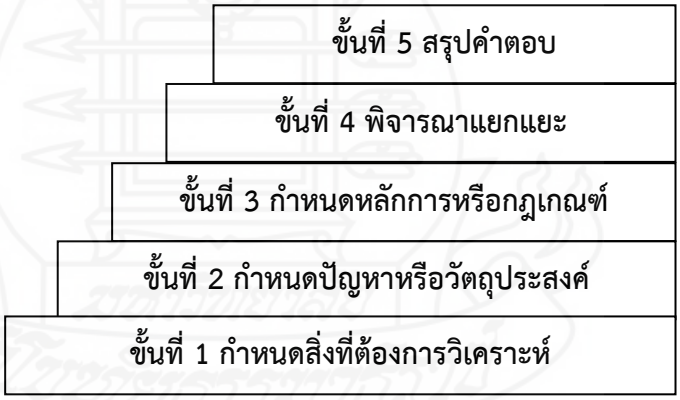
1. กำหนดสิ่งที่จะการวิเคราะห์ว่าจะวิเคราะห์เรื่องอะไร กำหนดขอบเขตและนิยามของสิ่งที่จะเกิดให้ชัดเจน เช่น จะวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อมหมายถึง ปัญหาเกี่ยวข้องกับโรงเรียนของเรา

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ต้องการวิเคราะห์เพื่ออะไร เช่น เพื่อจัดอันดับ เพื่อหาเอกลักษณ์ เพื่อหาข้อสรุป เพื่อหาสาเหตุ เพื่อหาแนวทางแก้ไข

3. พิจารณาความรู้ ข้อมูล ทฤษฎี หลักการ กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการคิดวิเคราะห์ว่าจะใช้หลักการใดเป็นเครื่องมือในการคิดวิเคราะห์และจะใช้หลักการความรู้นั้นว่า ควรใช้วิเคราะห์อย่างไร

4. สรุปและรายงานผลการคิดวิเคราะห์ให้เป็นระบบระเบียบชัดเจน

สำราญ กำจัดภัย (2552 อ้างใน สุวิทย์ มูลคำ, 2547, น. 18) อ้างถึงกระบวนการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพที่ 2.2 กระบวนการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

ที่มา: สำราญ กำจัดภัย. (2552 อ้างใน สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธการสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณ.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). หน้า18. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.

ทั้ง 5 ขั้นตอนข้างต้น อธิบายรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดวัตถุสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่างๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ เช่น พืช สัตว์ หิน ดิน รูปภาพ บทความเรื่องราว เหตุการณ์หรือสถานการณ์จากข่าว ของจริงหรือสื่อเทคโนโลยีต่างๆ

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นหรือข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะกำหนดเป็นคำถาม หรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุ หรือความสำคัญ เช่น ภาพนี้ บทความนี้ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์การหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผล อาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคลายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

ขั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะ เป็นการพินิจ พิเคราะห์ทำการแยกแยะ กระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถามใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) และ อย่างไร (How)

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญ เพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

4.4 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.4.1 สามารถแยกแยะส่วนประกอบต่างๆ ของสิ่งที่วิเคราะห์

4.4.2 สามารถแจกแจงรายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ของสิ่งที่วิเคราะห์

4.4.3 สามารถตรวจสอบ จัดโครงสร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบใหญ่และองค์ประกอบย่อย

4.4.4 สามารถนำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์ให้เข้าใจได้ง่าย

ผู้ที่มีความคิดวิเคราะห์ จะมีการคิดพิจารณาสิ่งต่างๆ ด้วยความรอบครอบให้หลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มายืนยันการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ สมรรถภาพการคิดวิเคราะห์อาจจะแสดงออกในด้านอื่นๆ ได้อีก เช่นการกำหนดจุดประสงค์อย่างชัดเจน การวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้องง การประเมินความคิดเห็นต่างๆ ได้อย่างเที่ยงตรง เป็นตน

4.5 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่มีวิธีการคิดแบบนี้ในหลายด้าน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ (วนิช สุธารัตน์, 2544, น. 70)

1. สามารถปฏิบัติงานอย่างหลักการและเหตุผล และได้งานที่มีประสิทธิภาพ

2. สามารถประเมินงานโดยให้กฎเกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล

5. สามารถประเมินตนเองอย่างมีเหตุผล และมีความสามารถในการตัดสินใจได้อย่างดีอีกด้วย

4. ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

5. ช่วยให้สามารถกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลที่ชัดเจน ค้นหาความรู้ ทฤษฎี หลักการตั้งข้อสันนิษฐาน ตีความหมายตลอดจนการหาข้อสรุปได้ดี

6. ช่วยให้ผู้คิดมีความสามารถในการใช้ภาษาได้อย่างถูกต้อง จนถึงขั้นมีความสามารถเป็นนายของภาษาได้

7. ช่วยให้คิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างกว้าง คิดอย่างลึกและคิดอย่างสมเหตุสมผล

8. ช่วยให้เกิดปัญญา มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย มีความเมตตา และมีบุคลิกภาพในทางสร้างประโยชน์ต่อสังคม

9. ช่วยให้พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงสู่ยุคสารสนเทศ

4.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทักษะการคิดวิเคราะห์

บลูม (Bloom, 1956, pp. 201-207) ได้กล่าวถึงทักษะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยทักษะสำคัญๆ 3 ด้านดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาของสิ่งต่างๆ (Analysis of Element) เป็นความสามารถในการแยกแยะได้ว่า สิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุด ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ชนิด เป็นการให้นักเรียนวินิจฉัยว่า สิ่งนั้น เหตุการณ์นั้นๆ จัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด เช่น ข้อความนี้ (ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว) เป็นข้อความชนิดใด ต้นพักชีเป็นพืชชนิดใด ม้าน้ำเป็นพืชหรือเป็นสัตว์

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการวินิจฉัยว่าสิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ เช่น

1.2.1 สาระสำคัญของเรื่องนี้คืออะไร

1.2.2 ควรตั้งชื่อเรื่องว่าอะไร

1.2.3 การปฏิบัติเช่นนั้นเพื่ออะไร

1.2.4 สิ่งใดสำคัญที่สุด สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุดจากสถานการณ์นี้

1.3 วิเคราะห์เลศนัย เป็นมุ่งค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้นอยู่ เช่น

1.3.1 ภาพนี้หมายถึงใคร

1.3.2 ข้อความนี้หมายถึงใคร หรือสถานการณ์ใด

1.3.3 เรื่องควรยกย่องหรือตำนิใคร

1.3.4 เรื่องนี้ให้ข้อคิดอะไร ผู้เขียนมีความเชื่ออย่างไร

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เป็นการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ว่ามีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน ได้แก่

2.1 วิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์

2.1.1 มุ่งให้คิดว่าความสัมพันธ์แบบใดมีสิ่งใดสอดคล้องกัน หรือไม่สอดคล้องกัน มีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ และมีสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้

2.1.2 มีข้อความใด มีสิ่งไม่สมเหตุสมผล เพราะอะไร

2.1.3 คำกล่าวใดสรุปผิด การตัดสินใจการกระทำอะไรไม่ถูกต้อง

2.1.4 สองชนิดนี้เหมือนกันอย่างไร หรือแตกต่างกันอย่างไร

2.2 วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์

2.2.1 สิ่งใดเกี่ยวข้องมากที่สุด สิ่งใดเกี่ยวข้องน้อยที่สุด

2.2.2 สิ่งใดสัมพันธ์กับสถานการณ์ หรือเรื่องราวมากที่สุด

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์

2.3.1 เมื่อเกิดสิ่งนี้แล้วจะเกิดผลลัพธ์อะไรตามมาบ้างตามลำดับ

2.3.2 การเรียงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ วงจรของสิ่งต่างๆ สิ่งที่เกิดขึ้นตามลำดับ

2.3.3 ผลสุดท้ายจะเป็นอย่างไร เช่น วิเคราะห์วงจรของฝน ผีเสื้อ

2.4 วิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ

2.4.1 การกระทำแบบนี้เพื่ออะไร การทำบุญตักบาตร

2.4.2 เมื่อทำอย่างนี้แล้วจะเกิดผลสัมฤทธิ์อะไร

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผล

2.5.1 สิ่งใดเป็นสาเหตุของเรื่องนี้

2.5.2 หากไม่ทำอย่างนี้ ผลจะเป็นอย่างไร

2.5.3 ข้อความใดเป็นเหตุผลแก่กัน หรือขัดแย้งกัน

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์รูปอุปมาอุปไมย เช่น

2.6.1 บินเร็วเหมือนนก

2.6.2 ระบบประชาธิปไตยเหมือนกับระบบการทำงานของอวัยวะในร่างกาย

3. การวิเคราะห์เชิงหลักการ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง การค้นหาโครงสร้างของระบบ เรื่องราว สิ่งของและการทำงานต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านั้น ดำรงอยู่ได้ในสภาพเช่นนั้น เนื่องจากอะไร มีอะไรเป็นแกนหลัก มีหลักการอย่างไร มีเทคนิคหรือยึดถือคติใด มีสิ่งใด

เป็นตัวเชื่อมโยง การคิดวิเคราะห์หลักการคิดวิเคราะห์ที่ถือว่ามีความสำคัญที่สุดการที่จะวิเคราะห์เชิงหลักการได้ดี จะต้องมีความรู้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ องค์ประกอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน เพราะผลจากความสามารถในการคิดวิเคราะห์ องค์ประกอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จะทำให้สามารถเป็นหลักการได้ประกอบด้วย

3.1 การคิดวิเคราะห์โครงสร้างเป็นการค้นหาโครงสร้างสิ่งต่างๆ เช่น

3.1.1 การทำงานวิจัยมีกระบวนการทำงานอย่างไร

3.1.2 สิ่งนี้บ่งบอกความคิดหรือเจตนาอะไร

3.1.3 คำกล่าวนี้มีลักษณะอย่างไร (เชิญชวน โฆษณาชวนเชื่อ)

3.1.4 โครงสร้างของสังคมไทยเป็นอย่างไร

3.1.5 ส่วนประกอบของสิ่งนี้คืออะไร

3.2 วิเคราะห์หลักการเป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่างๆ และสรุปเป็นคำตอบหลักได้

3.2.1 หลักการของเรื่องนี้มีว่าอย่างไร

3.2.2 เหตุใดความรุนแรงใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้จึงไม่มีทีท่ายุติได้

3.2.3 หลักการในการสอนของครูควรเป็นอย่างไร

ลักษณะของสิ่งของต่างๆ ที่จะนำใช้ในการวิเคราะห์ เช่น วิเคราะห์วัตถุ วิเคราะห์สถานการณ์ วิเคราะห์บุคคล วิเคราะห์ข้อความ วิเคราะห์ข่าว วิเคราะห์สารเคมี ฯลฯ เป็นต้น สรุปได้ว่า ในการวิเคราะห์จะวิเคราะห์ข้อมูลเชิงกายภาพ เชิงรูปธรรม และวิเคราะห์เชิงนามธรรม

มาร์ซาโน (Marzano, 2001 อ้างอิงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2553, น. 59) ได้กล่าวว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. ทักษะการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ และเหตุการณ์ เรื่องราวสิ่งของออกเป็นส่วนย่อยๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่างๆ ได้ สามารถเปรียบเทียบ ระบุตัวอย่างหลักฐานลักษณะความเหมือน ความแตกต่างของสิ่งต่างๆ ได้ ซึ่งเชื่อมโยงไปสู่ความสามารถในการจับคู่ และจัดกลุ่มสิ่งต่างๆ ที่เหมือนกันทั้งรูปร่าง ลักษณะ แหล่งกำเนิดได้

1.1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างนก กับ แมว

1.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสุนัขสายพันธ์พุดเดิ้ลกับชิสุ

2. ทักษะการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน เช่น

2.1 สิ่งใดต่อไปนี้อะไรไม่เข้าพวก นก แมว เสือ สุนัข เป็ด

2.2 สิ่งใดต่อไปนี้มีลักษณะที่เหมือนกัน คือ อะไร ได้แก่ ต้นไม้ คน แมว

3. ด้านการสรุป เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ และตัวเหตุผลประกอบได้โดยผ่านการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ทั้งนี้ ต้องมีความสามารถในการสรุปจากความรู้ที่มีมาก่อนเป็นความรู้ที่เชื่อถือได้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือมีการทดลองมีพยานหลักฐาน มีข้อมูลสนับสนุน หรือมีการพิจารณาแล้วว่าเป็นความจริง

4. ด้านการประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ต่างๆ มีความสามารถในการนำความรู้เดิมที่มีไปสรุปเป็นหลักการใหม่ นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสามารถนำความรู้ไปใช้ในกิจกรรมชีวิตประจำวันได้ โดยทั่วไปจะเป็นการให้เหตุผลเชิงอุปนัย

5. ด้านการคาดการณ์ เป็นความสามารถในการคาดการณ์ กะประมาณ พยากรณ์ ขยายความ คาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้ สามารถเข้าใจเหตุการณ์ มีความรู้ความสามารถในการระบุรายละเอียดในเหตุการณ์นั้น และปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมกับสิ่งที่อาจเกิดขึ้นต่อไปได้ โดยทั่วไปเป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัย

จากการประมวลแนวคิดวิเคราะห์ของบลูมและมาร์ซาโน แล้วจะเห็นได้ว่าแนวคิดทั้งสองแนวคิดมีความคล้ายคลึงกันโดยที่บลูมได้นำเสนอในรูปหลักการอย่างกว้างๆ แต่มาร์ซาโนจะแสดงให้เห็นในรูปของกิจกรรมและทักษะในการนำไปใช้ในการปฏิบัติ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2552, น. 27) สามารถนรุปการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของบลูม และมาร์ซาโนได้ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงความสามารถการคิดวิเคราะห์

ทฤษฎีการคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy)	**ทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน (Mazano's Taxonomy)**
1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือวิเคราะห์เนื้อหา	1. ด้านการจำแนก 2. ด้านการจัดหมวดหมู่
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	3. ด้านการสรุป
3. การวิเคราะห์หลักการ	4. ด้านการประยุกต์ 5. ด้านการคาดการณ์

จากตารางที่ 2.2 พบว่าทฤษฎีการคิดของบลูม และทฤษฎีการคิดของม์ซาโน ในขั้นการคิดวิเคราะห์ สามารถหลอมรวมได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหาของบลูมกับการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกและการจัดหมวดหมู่ของมาร์ซาโน เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ออกเป็นแต่ละส่วนอย่างมีหลักเกณฑ์และเป็นความสามารถในการจัดลำดับประเภท และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบลูมกับการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปของมาร์ซาโน เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่ไปสู่การสรุปอย่างมีเหตุผล

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบลูมกับการคิดวิเคราะห์ด้านการประยุกต์และการคาดการณ์ของมาร์ซาโน เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ใหม่และในการคาดการณ์ คาดเดาสิ่งที่จะเกิดในอนาคตได้

จากการศึกษาสรุปการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูล องค์ประกอบของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุเรื่องราวเหตุการณ์ ออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญขององค์ประกอบนั้นๆ รวมทั้งความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวพันกันอย่างไร อาศัยหลักการใด จนได้ความคิดนั้นเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539, น. 20) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความรู้ความสามารถของผู้เรียนเป็นผลจากการเรียนการสอน วัดโดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540, น. 19) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ สมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนว่า หลังการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใดมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นๆเพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด (2541, น. 150) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลการเรียนที่ได้จากการสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 295) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ประหยัด แสงวิชัย (2544, น. 19) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่วัดได้ 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2545, น. 3-5) ได้กำหนดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐานว่า ให้เข้าใจสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ เข้าใจสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงานโครงสร้างและส่วนประกอบของโลก นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แก้ ปัญหาศึกษาค้นคว้าความรู้แล้วเชื่อมโยงความรู้ ความคิดและจิตวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิต

กู๊ด (Good, 1973, p. 103) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษาโดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบ หรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบจากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความรู้หรือทักษะซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกัน และต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบทางด้านสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาแสดงออกในรูปของความสำเร็จสามารถวัดโดยใช้แบบสอบถาม หรือคะแนนที่ครูให้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัย ได้สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความรู้ความเข้าใจและความสามารถของนักเรียนที่บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียนวัดโดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

5.2 ประเภทของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักวิชาการกล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังต่อนี้

ปกรณ์ ประจัญบาน (2552, น. 122-123) แบบทดสอบ (Test) หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบเพื่อใช้ในการวัดพฤติกรรมหรือใช้เป็นสิ่งเร้าในการกระตุ้นชักนำผู้เรียนให้แสดงคุณลักษณะหรือคุณสมบัติตามจุดประสงค์ของการวัด อาจจะวัดทางด้านสมอง (Cognitive domain) ทางด้านอารมณ์ (Affective domain) และทางด้านความเคลื่อนไหวของร่างกาย (Psychomotor domain)

ประเภทของแบบทดสอบ ที่ใช้ในการวิจัย สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภทที่สำคัญๆ คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากทางโรงเรียนและทางบ้าน แบบทดสอบประเภทนี้มุ่งที่จะวัดความสำเร็จในเชิงวิชาการเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะยังแบ่งได้อีกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher – made Test) หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ๆ ตามแต่ที่ครูปรารถนา

1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญ (Expert) ในสาขาวิชาต่างๆ หรือจากครูที่สอนวิชานั้น ด้วยผ่านกานทดลองหาคุณภาพหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพที่ดีเพียงพอ จึงสร้างเป็นเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบเป็นแบบเดี่ยวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไร และมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วๆไป ซึ่งสร้างโดยเชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐานกล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

รัชนีพร มีสี (2554, น. 56) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher–made Test) ครูผู้สอนจัดสร้างขึ้นเพื่อวัดความก้าวหน้าของนักเรียน ภายหลังจากได้มีการเรียนการสอนไประยะหนึ่งแล้ว โดยปกติแบบทดสอบประเภทนี้ จะใช้เฉพาะภายในกลุ่มนักเรียนที่ครูผู้ออกข้อสอบเป็นผู้สอนจะไม่นำไปใช้กับกลุ่มนักเรียนกลุ่มอื่น ทั้งนี้โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อตรวจสอบนักเรียนมีความรู้ความสามารถตามจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้มากเพียงใด และจะนำผลการสอบนี้ไปใช้ทั้งปรับปรุงซ่อมเสริมการเรียนการสอน กับนำไปใช้ตัดสินผลการเรียนของนักเรียนด้วยตัวอย่างแบบทดสอบที่ครูใช้ในการสอบปลายภาค หรือปลายปี หรือเมื่อสิ้นสุด การเรียนการสอนในแต่ละบทแต่ละตอนนั่นเอง

2. แบบมาตรฐาน (Standardized Test)เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้เองแต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการเรียนด้านต่างๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

เยาวดี วิบูลศรี (2539, น. 178) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้สอบด้านพุทธิพิสัย

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544, น. 64) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมืออย่างหนึ่ง ออกแบบไว้สำหรับวัดความรู้ หรือทักษะที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนในช่วงเวลาหนึ่ง

บุญชม ศรีสะอาด (2546, น. 122) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในเนื้อหาและจุดประสงค์ในรายวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียนและสถาบันการศึกษาต่างๆ เป็นเครื่องมือหลักของการวัดผล

สมนึก ภัททิยธนี (2546, น. 73) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1.1 ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

1.2 ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-false Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

1.3 ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์และถูกต้อง แล้วให้เติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

1.4 ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short Answer Test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำแต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

1.5 ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน)

จะจับคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนด

1.6 ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผินๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standard Test) เป็นแบบทดสอบที่มีคุณลักษณะความเป็นมาตรฐาน2 ประเภท คือ (สมเกียรติ ปดิฐพร, 2525, น. 7)

2.1 มาตรฐานในวิธีดำเนินการสอบ หมายถึง ไม่ว่าจะนำแบบสอบนี้ไปใช้ที่ไหนเมื่อไร ต้องดำเนินการในการสอบเหมือนกันหมด แบบสอบนี้จะมีคู่มือ ซึ่งจะบอกว่าในการใช้แบบสอบนี้ต้องทำอย่างไรบ้าง

2.2 มาตรฐานการให้คะแนน แบบสอบประเภทนี้มีเกณฑ์ปกติไว้สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบคะแนน เพื่อจะบอกว่า การที่ผู้สอบได้คะแนนอย่างหนึ่งอย่างใด หมายถึงว่ามีความสามารถอย่างไร การทดสอบเป็นกระบวนการสำคัญในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ (เกษม สาหร่ายทิพย์, 2531, น. 7-8) ได้แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.2.1 การทดสอบก่อนสอนหรือการทดสอบเพื่อจัดตำแหน่ง (Placement Testing) เป็นการทดสอบเพื่อสำรวจความพร้อมหรือเพื่อวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนทำการเรียนการสอน

2.2.2 การทดสอบย่อย (Formative Testing) เป็นการทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดขึ้น โดยทำการทดสอบระหว่างการดำเนินการสอน เพื่อสำรวจความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถมากน้อยเพียงไรสามารถเรียนรู้ในเรื่องต่อไปหรือไม่

2.2.3 การทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียน (Summative Testing) เป็นการทดสอบเพื่อสรุปผลการเรียนหลังจากการสอนเสร็จสิ้น ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น จำแนกได้เป็น 2 ประเภท (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

1) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึงแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้

ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2) แบบทดสอบอิงกลุ่ม (NormReferenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเทียบกับบุคคลอื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ แนวความคิดและทฤษฎีที่เป็นแนวในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แนวความคิดในการวัดที่นิยมได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ ซึ่งจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภทได้แก่

(1) ความรู้ (Knowledge)

(2) ความเข้าใจ (Comprehensive)

(3) การนำไปใช้ (Application)

(4) การวิเคราะห์ (Analysis)

(5) การสังเคราะห์ (Synthesis)

(6) การประเมินค่า (Evaluation)

ต่อมาในช่วง ปี 1990 แอนดอร์สัน และ แครทโวทล์ (Anderson & Krathwohl, 2001) ได้ทำการปรับปรุงการจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานและปรับปรุง และนำเสนอแนวคิดไว้ ในหนังสือเรื่อง “A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Outcomes” ในปี 2001 ซึ่งการปรับปรุงการจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ที่นาเสนอโดย แอนดอร์สัน และ แครทโวทล์ เป็นการปรับเปลี่ยนจุดประสงค์ทางการด้านพุทธิปัญญา ในสองประเด็น คือ การปรับเปลี่ยนขั้นตอนและคาศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญา และเพิ่มโครงสร้างจากมิติเดียวเป็นสองมิติ ดังนี้ (Krathwohl, 2002, pp. 213-217)

1. การปรับเปลี่ยนลำดับขั้นและคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญา ยังคงมี 6 กระบวนการเหมือนเดิม แต่ 3 กระบวนการแรกเปลี่ยนชื่อเป็น จำ (Remember) เข้าใจ (Understand) และประยุกต์ใช้ (Apply) ส่วนสามกระบวนการหลังเปลี่ยนชื่อที่มีลักษณะเป็นคำนามไปเป็นคำกริยา และสลับที่กับระหว่างกระบวนการที่ 5 กับ 6 และสร้างสรรค์ (Create) เปลี่ยนชื่อมาจาก การสังเคราะห์ (Synthesis) (Krathwohl, 2002, pp. 213-215) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 กระบวนการและคาศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญาของบลูมแบบดั้งเดิม และแบบปรับปรุงใหม่

กระบวนการและคำศัพท์เดิม	กระบวนการและคำศัพท์ใหม่
1. ความรู้ (Knowledge)	1. จำ (Remember)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)	2. เข้าใจ (Understand)
3. การนาไปใช้ (Application)	3. ประยุกต์ใช้ (Apply)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)	4. วิเคราะห์ (Analyze)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)	5. ประเมินค่า (Evaluate)
6. การประเมินค่า (Evaluation)	6. สร้างสรรค์ (Create)

2. เปลี่ยนโครงสร้างมิติเดียวเป็นสองมิติ แอนดอร์สัน และ แครทโวทล์ ได้เพิ่มโครงสร้างในมิติด้านความรู้ (Knowledge Dimension) เข้ามาในโครงสร้างของจุดประสงค์ทางการศึกษา ด้านพุทธิปัญญา ทำให้โครงสร้างใหม่มีลักษณะเป็นสองมิติที่ประกอบด้วยมิติด้านกระบวนการพุทธิปัญญาและมิติด้านความรู้

5.4 หลักเกณฑ์เบื้องต้นในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รัชนีพร มีสี (2554, น. 56) สรุปไว้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น มีหลักเกณฑ์เบื้องต้นที่ควรพิจารณาประกอบในการสร้างแบบทดสอบดังต่อไปนี้

1. วัดให้ตรงกับจุดประสงค์ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรจะวัดตามจุดมุ่งหมายทุกอย่างของการสอน และจะต้องมั่นใจได้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดได้จริงในปัจจุบัน กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดตัวชี้วัดทุกรายวิชา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวัดให้ตรงและครบจุดประสงค์

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความเจริญงอกงามของนักเรียนการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าไปสู่จุดมุ่งหมายที่วางไว้ ดังนั้นครูควรจะทราบว่าก่อนเรียน นักเรียนมีความรู้ความสามารถอย่างไร

3. การวัดผลเป็นการวัดทางอ้อม เป็นการยากที่จะใช้สอบแบบเขียนตอบวัดพฤติกรรมที่สอบวัดจะต้องทำอย่างรอบคอบและถูกกต้อง

4. การวัดผลการศึกษาเป็นการวัดที่ไม่สมบูรณ์ เป็นการยากที่จะวัดทุกสิ่งทุกอย่างที่สอนไว้ภายในเวลาจำกัด สิ่งที่สอบได้วัดได้เป็นเพียงตัวแทนของพฤติกรรมทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องมั่นใจว่าสิ่งที่สอบวัดนั้นเป็นตัวแทนที่แท้จริงได้

5. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษานั้น มิใช่เพียงเพื่อจะให้เกรดเท่านั้น การวัดผลเป็นเครื่องช่วยในการพัฒนาการสอนของครู เป็นเครื่องช่วยในการเรียนของนักเรียน ดังนั้นการสอบปลายภาคครั้งเดียวจึงไม่พอที่จะวัดกระบวนการเจริญงอกงามของนักเรียนได้

6. ในการให้การศึกษาที่สมบูรณ์นั้น สิ่งสำคัญไม่ได้อยู่ที่การทดสอบแค่เพียงอย่างเดียว กระบวนการสอนของครูก็เป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง

7. การวัดผลการศึกษามีความผิดพลาด ของที่ชั่งได้น้ำหนักเท่ากันโดยตาชั่งหยาบๆ อาจมีน้ำหนักต่างกัน ถ้าชั่งโดยตาชั่งละเอียด ทฤษฎีการวัดผล เชื่อว่าคะแนนที่สอบได้ = คะแนนจริง + ความผิดพลาดในการวัด

8. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรจะเน้นการวัดความสามารถในการใช้ความรู้ให้ประโยชน์ หรือการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

9. ควรคำนึงถึงขีดจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้โดยมากคือข้อสอบ ขีดจำกัดของข้อสอบได้แก่การเลือกตัวแทนของเนื้อหาเพื่อมาเขียนข้อสอบ ความเชื่อถือได้คะแนน และการันตีความหมายของคะแนน เป็นต้น

10. ควรจะใช้ชนิดของแบบทดสอบ หรือคำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาเพื่อวิชาที่สอบและจุดประสงค์ที่สอบวัด

11. ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน คะแนนที่สอบได้อาจแตกต่างกัน อังนั้นในการวัดผลการศึกษาจึงจะทำข้อสอบได้เสร็จ

12. ให้ข้อสอบมีความเหมาะสมกับนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น มีความยากง่ายพอเหมาะ มีระดับความยากง่ายของภาษาที่ใช้เหมาะสม มีเวลาสอยยายพอที่นักเรียนส่วนใหญ่จะทำข้อสอบได้เสร็จ

5.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปกรณ์ ประจัญบาน (2552, น. 126-127) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการศึกษา เป็นการวางโครงสร้างล่วงหน้าว่าจะศึกษาอะไร กับใคร เพื่อใคร

2. กำหนดลักษณะของแบบทดสอบที่จะใช้ เป็นการกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย โดยกำหนดว่าจะใช้แบบทดสอบประเภทใด จึงจะสอดคล้องกับคุณลักษณะที่ต้องการศึกษา จำนวนข้อมีเท่าใด และเวลาที่ใช้ในการสอบความเป็นเท่าใด

3. พิจารณาว่าคุณลักษณะที่ต้องการศึกษามีองค์ประกอบของพฤติกรรมใดบ้างโดยคำนึงว่าข้อสอบหรือแบบทดสอบนั้นเป็นเพียงตัวแทนพฤติกรรมทั้งหมด จึงต้องใช้วิจารณญาณในการ

พิจารณาเลือกตัวแทนพฤติกรรมแต่ละองค์ประกอบที่นำมาสร้างแบบทดสอบ อาจต้องใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างเนื้อหา โดยอาศัยตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นแนวทางในการสร้าง

4. สร้างข้อคำถาม โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน มีความเป็นปรนัย ถ้าข้อสอบเป็นแบบปรนัย การสร้างตัวเลือกต้องให้เป็นอิสระจากกัน มีความชัดเจน และไม่แนะคำตอบ

5. ประเมินคุณภาพของข้อสอบและแบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบว่า เนื้อหาและพฤติกรรมต่างๆที่นำมาสร้างแบบทดสอบนั้นเป็นตัวแทนที่ดีหรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทั้งหมดหรือไม่ โดยตรวจสอบคุณภาพที่สำคัญๆ ดังนี้

5.1 ความตรง (Validity) เป็นการตรวจสอบว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

5.2 ความเสี่ยง (Reliability) เป็นการตรวจสอบดูว่าผลของการวัดจากแบบทดสอบนั้นมีความคงที่แน่นอนมากน้อยเพียงใด

5.3 ความเป็นปรนัย (Objective) เป็นการตรวจสอบดูคำถามของข้อสอบนั้น มีความชัดเจนดีพอหรือไม่ ระบบการให้คะแนนและการแปลความหายของคะแนนสามารถนำไปใช้ได้ตรงกันหรือไม่

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2553, น. 97-98) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. ตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้ว มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทอสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองสอบหรือวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน กับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบ และนำไปใช้ในครั้งต่อๆไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้นแล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ประวิตร ชูศิลป์ (2554, น. 21 – 31 อ้างอิงใน จำนง ศรีโมรา และคณะ, 2551, น. 47) ได้กล่าวในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละครั้ง จะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้และแบบทดสอบทั้งฉบับ ควรมีข้อสอบที่วัดผลพฤติกรรมต่างๆ ได้สัดส่วนกัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวยการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภท การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 ด้าน คือ ความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมเนื้อหา ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

ณรงค์เดช พลกระจาย (2547) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน ซึ่งได้จากวิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยกลุ่มทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดนใช้วิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และนักเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วริศรา ศิริมงคล (2549) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนเลือดของแก๊ส และการกำจัดของเสียและความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 90 คน พบว่า การเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียน และมีความคิดเชิงเหตุผลมากกว่านักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. มากกว่านักเรียนที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

กนกวลี แสงวิจิตรประชา (2550) ได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องหน่วยของชีวิตสัตว์และชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 นำไปทดลองกับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.67/77.92 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดนใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประพันธ์ อันภักดี (2551) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง น้ำและอากาศ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 81.25 มีคะแนนด้านทักษะการคิดพื้นฐานเฉลี่ยร้อยละ 76.6 และนักเรียนร้อยละ 79.05 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

รุจาภา ประถมวงษ์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีประสิทธิภาพภาพเท่ากับ 75.06/76.66 และ 85.22/79.33 ตามลำดับ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เท่ากับ 0.5970 และ 0.6361 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนรู้ 7 ขั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุพร จันทร์ประทักษ์ (2551) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำและอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 81.96/81.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนักเรียนร้อยละ 85.75 ของนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ฐิติสิทธ นิลโสม (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสังคมวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองคาย เขต 1 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 38 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ

เรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องพันธะเคมี มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภาพร พลพุทธา (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุทธภา บุญแซม (2553) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบัวใหญ่ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 43 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการสอนแบบเสาะหาความรู้ 7E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธัญชนก โหน่งกดหลด (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลป้อมแผลงไฟฟ้า สังกัดเทศบาลเมืองพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน 72 คน กลุ่มทดลองดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบการใช้สมองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้แบบการใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

รีพ (Reap, 2000, p. 484-A) ได้ศึกษาเพื่อความเข้าใจและนำวัฏจักรการเรียนรู้ไปใช้กับครูที่มีประสบการณ์ในการสอนและครูที่เริ่มสอนใหม่ในกลุ่มละ 1 คน การเก็บข้อมูลใช้การสำรวจ การสัมภาษณ์ และการสังเกตในห้องเรียน โดยใช้แบบวัดพฤติกรรมการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้และระบบฝึกปฏิบัติทางวาจา พบว่า ครูที่มีประสบการณ์สอนกับครูใหม่มีความเข้าใจวัฏจักรการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แต่ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และการสังเกต พบว่า ครูทั้งสองคนมีความแตกต่างกันหลายประการ โดยครูที่มีประสบการณ์ในการสอนมีความสร้างปรัชญาการสอนและมีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนมากกว่าครูที่สอนใหม่ ซึ่งจะสร้างปรัชญาการสอนไม่ชัดเจนและมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนน้อยมาก

ดิซิโมนิ (Disimoni, 2002, p. 66-A) ได้ศึกษาผลการใช้การเขียนเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการคิดที่มีต่อการส่งเสริมที่มีต่อการส่งเสริมมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาที่เรียนวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า การเขียนไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุดในการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่การเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บิลลิงส์ (Billings, 2002) ได้ทำการประเมินผลการสอนแบบสืบเสาะกับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ พบว่า การสอนทั้งสองแบบนักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาที่เพิ่มขึ้น นักเรียนมีความรู้ความสามารถสูง ดังนั้น การสอนแบบสืบเสาะและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพที่ส่งเสริมการเรียนรู้และทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับอีบราฮิม (Ebrahim, 2004, Abstract) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนที่เรียนปกติ และเรียนแบบสืบเสาะตามวงจรการเรียนรู้ โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะ กลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

อีเวอร์ส (Ewers, 2002, p. 2387-A) ได้วิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการสอนแบบปกติกับวัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล ความชอบบรรยากาศในการเรียนมีความเชื่อในประสิทธิผลแห่งตนและความคาดหวังในผลการสอนไม่แตกต่างกันแต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น สามารถส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ สูงขึ้นกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ

ตามคู่มือครู สสวท. หรือการสอนแบบปกติ เนื่องมาจากการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการเรียนโดยค้นพบความรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด ดังนั้น ผู้ศึกษาได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นชุดกิจกรรมที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์และกิจกรรมการทดลอง เพื่อให้นักเรียนมีความส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์ มีการสร้างองค์ความรู้ให้เกิดกับตนเองและสมาชิกในกลุ่ม และผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
5. วิธีดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) มีรูปแบบการวิจัยแบบแผนการวัดหลังทดลอง มีกลุ่มเปรียบเทียบ (Posttest-Only Design with Nonequivalent Group) โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติ

กลุ่มทดลอง	X	O_1 , O_3
กลุ่มควบคุม	~X	O_2 , O_4

เมื่อ O_1 หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

O_2 หมายถึง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนแบบปกติ

O_3 หมายถึง คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

O_4 หมายถึง คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการเรียนแบบปกติ

X หมายถึง การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

~X หมายถึง การเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 6 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 241 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียน 75 คน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ในปีการศึกษา 2557 ไม่แตกต่างกัน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แล้วจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2.1 กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

2.2.2 กลุ่มควบคุม คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5/2 จำนวน 45 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเรียนโดยวิธีปกติ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 ชุด เวลา 16 ชั่วโมง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

3.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ที่มีด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุป ด้านการประยุกต์ และด้านการคาดการณ์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้ทดสอบหลังเรียน

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้ทดสอบหลังเรียน

4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ในการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยศึกษาหลักการ จุดหมาย โครงสร้าง มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบรายละเอียดของธรรมชาติวิชา แนวทาง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และเนื้อหาที่จะนำมาจัดทำในชุดกิจกรรมแต่ละชุด จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ

2. คัดเลือกหน่วยการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้คัดเลือกหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ เนื่องจากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปีการศึกษา 2555-2556 ต่ำกว่าเกณฑ์การประเมิน จากร้อยละ 70 ที่ผ่านเกณฑ์ลดลงเหลือร้อยละ 65 ซึ่งต้องทำการพัฒนา และปรับปรุงแก้ไข

3. ศึกษาค้นคว้า นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า เกี่ยวกับนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหน่วยการเรียนรู้นี้ ซึ่งพบว่ามีหลายรูปแบบ ได้แก่ เอกสารประกอบการเรียน บทเรียนสำเร็จรูป ชุดกิจกรรม สื่อ CAI ชุดฝึก แบบฝึก เป็นต้น แต่ผู้รายงาน ได้พิจารณาแล้วเห็นว่านวัตกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหน่วยนี้มากที่สุด คือ ชุดกิจกรรม เนื่องจาก ชุดกิจกรรมเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาชนิดหนึ่ง ที่นำเอาสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหา และกิจกรรมสำหรับการเรียนการสอนอย่างเหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในแต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วย คู่มือการใช้ ชุดกิจกรรมสำหรับครู คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นสื่อประสม (กิดานันท์ มะลิทอง, 2543, น. 95) กิจกรรมการเรียนการสอน แบบวัดผลประเมินผล ชุดกิจกรรมจึงเป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยให้ครูและผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 กำหนดกรอบแนวคิดการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7E ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดกรอบแนวคิดตามขั้นตอนกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 7 ขั้น คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน และขั้นนำความรู้ไปใช้ ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้จะมีการแทรกเนื้อหาที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ซึ่งได้แบ่งความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุป ด้านการประยุกต์ และด้านการคาดการณ์

4.2 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการทดลอง 4 สัปดาห์ รวม 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดเนื้อหาและจำนวนคาบในรายวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์

ลำดับที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	เวลา คาบ
1	การสะท้อนของแสง	3
2	การหักเหของแสง	3
3	เลนส์บาง	3
4	ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง	2
5	ทัศนอุปกรณ์	2
6	ความสว่างและการมองเห็น	3
	รวม	16

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 7E แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์และมีประสบการณ์ในการสอนฟิสิกส์มากกว่า10 ปี ตรวจพิจารณาในความตรงตามผลการเรียนรู้และความตรงตามเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ซึ่งเป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคอร์ท (Likerts Scale) กำหนดการให้คะแนนประเมินผลตามเกณฑ์ ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์กำหนดการแปลผลเพื่อเป็นแนวทางในการแปลความหมายของผลจากการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, น. 162)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ แสงและทัศนอุปกรณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้คะแนนเฉลี่ย 4.63 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

7. ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่สมบูรณ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น หลักการ ทฤษฎี เทคนิค และวิธีการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า จากเอกสารตำราที่เกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สำหรับใช้ในห้องเรียน รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมความพร้อมในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและผู้เรียน

2. วิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ ในรายวิชาฟิสิกส์ 3 หน่วยการเรียนรู้ แสงและทัศนอุปกรณ์ จากสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จะนำมาสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E อย่างเป็นระบบ

3. ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

3.1 กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E รายวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แต่ละชุดมีองค์ประกอบด้วยเอกสาร 2 ส่วน ดังนี้

3.1.1 ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน แต่ละชุดมีส่วนประกอบดังนี้

1) คำชี้แจงสำหรับนักเรียน คือ รายละเอียดสำหรับให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในชุดกิจกรรม ประกอบด้วย เวลาที่ใช้ชุดกิจกรรม รายการเอกสาร จุดประสงค์การเรียนรู้ บทบาทของนักเรียน

2) กิจกรรมการเรียนรู้ 7E คือ กิจกรรมสำหรับให้นักเรียนได้ปฏิบัติในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยความรู้จากการศึกษาใบความรู้ หรือจากการสำรวจ การทดลอง และให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมกับสมาชิกในกลุ่มพร้อมทั้งได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

3) แบบทดสอบ คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของนักเรียนหลังเรียนด้วยเวลาที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด

3.1.2 ชุดกิจกรรมสำหรับครู คือ เอกสารสำหรับให้ครูใช้ประกอบชุดกิจกรรม ประกอบด้วย คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทของครู สิ่งที่ครูต้องเตรียมล่วงหน้า การจัดชั้นเรียน กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 7E แบบทดสอบและเฉลยแบบทดสอบ

3.2 สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 ชุด ใช้เวลาสอน 16 ชั่วโมง กำหนดชื่อชุดกิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การสะท้อนของแสง
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง
ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง เลนส์บาง
ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง
ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ทัศนอุปกรณ์
ชุดกิจกรรมที่ 6 เรื่อง ความสว่างและการมองเห็น

4. นำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อพิจารณาความเหมาะสมกับผู้เรียน ความยากง่าย ความถูกต้องของเนื้อหาวิชา ความเหมาะสมกับกิจกรรมและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชุดกิจกรรม ความสอดคล้องกับหลักการสร้างชุดกิจกรรม และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5. นำชุดกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาฟิสิกส์มากกว่า 10 ปี ตรวจพิจารณาในความเหมาะสมกับผู้เรียน ความยากง่าย ความถูกต้องของเนื้อหาวิชา ความเหมาะสมกับกิจกรรมและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชุดกิจกรรม โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E เป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคอร์ท (Likerts Scale) กำหนดการให้คะแนนประเมินผลตามเกณฑ์ ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก
3 หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์กำหนดการแปลผลเพื่อเป็นแนวทางในการแปลความหมายของผลจากการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, น. 162)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งผลการประเมินเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้คะแนนเฉลี่ย 4.48 มีคุณภาพเหมาะสมในระดับมาก

6. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7. นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่ดำเนินแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ตามขั้นตอน ดังนี้

7.1 ทดลองใช้ชุดกิจกรรมรายบุคคล (One to One Testing) โดยใช้กับผู้เรียนโรงเรียนห้องสอนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2558 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ 3 และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยเป็นผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ ในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตามเกณฑ์ที่คาดหวัง E_1/E_2 = 80/80 พบว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมมีค่า E_1/E_2 = 78.33/76.67 แล้วนำผลที่ได้มาพิจารณาแก้ไขปรับปรุงเรื่องความถูกต้อง ความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมการเรียน และความเหมาะสมของสื่อที่ใช้ในชุดกิจกรรม

7.2 ทดลองใช้ชุดกิจกรรมกับผู้เรียนกลุ่มย่อย (Small Group Testing) โดยใช้กับผู้เรียนโรงเรียนห้องสอนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2558 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 34 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ 3 และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยเป็นผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำ ในอัตราส่วน

3 : 4 : 3 เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตามเกณฑ์ที่คาดหวัง E_1/E_2 = 80/80 พบว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมมีค่า E_1/E_2 = 80.50/79.33 แล้วนำผลที่ได้มาพิจารณาแก้ไขปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

8. นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมให้ได้ตามเกณฑ์ 80/80

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ และครอบคลุมเนื้อหาด้านทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ประกอบไปด้วย 5 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านจำแนก 2. ด้านการจัดหมวดหมู่ 3. ด้านการสรุป 4. ด้านการประยุกต์ 5. ด้านการคาดการณ์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างและการหาคุณภาพตามลำดับดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการและเทคนิคการสร้างแบบทดสอบ จากเอกสาร ตำราต่างๆ ทางด้านการวัดผลและการเขียนข้อสอบ

1.2 ศึกษาลักษณะ ประเภท ชนิดของการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ขั้นสูงต่อไป ช่วยให้ผู้เรียนสามารถลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงถูกต้อง เชื่อถือได้ เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

1.3 วิเคราะห์ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ที่เกิดจากการเรียนรู้ผ่านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ เพื่อวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

1.4 เลือกประเภทของแบบทดสอบที่จะวัด คือแบบทดสอบแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

1.5 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ตามที่วางแผนไว้ ให้ครอบคลุมทักษะการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.6 ตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อดูความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยใช้เกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.7 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ จากการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.50 - 1.00 คัดเลือกเป็นข้อสอบวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ จำนวน 40 ข้อ

1.8 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนห้องสอนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ จำนวน 42 คน

1.9 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ นำผลการทดลองมาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด 0 คะแนน นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาระดับค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952:3-32)

1.10 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ไว้ใช้ จำนวน 30 ข้อ โดยได้ค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.36 - 0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.36 – 0.73 จากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR – 20 กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนห้องสอนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

1.11 ปรับปรุงแก้ ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับเพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

2. การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีคำถามที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้/จุดประสงค์ และครอบคลุมเนื้อหาวิชา โดยมีขั้นตอนในการสร้างและการหาคุณภาพตามลำดับดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการและเทคนิคการสร้างแบบทดสอบ จากเอกสาร ตำราต่าง ๆ ทางด้านการวัดผลและการเขียนข้อสอบ

2.2 วิเคราะห์หลักสูตร สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหน่วยการเรียนรู้ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ เพื่อใช้ในการเขียนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา ผลการเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและโครงสร้างของแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาวิชา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อ (IOC: Item Objective Congruence) ตลอดจนความชัดเจนและความถูกต้องในการใช้ภาษา และแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

+1 ถ้าแน่ใจว่า ข้อสอบข้อนั้นวัดผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

0 ถ้าไม่แน่ใจว่า ข้อสอบข้อนั้นวัดผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

-1 ถ้าแน่ใจว่า ข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าใช้ได้ จากการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67 - 1.00 คัดเลือกเป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ

2.7 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนห้องสอนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ จำนวน 42 คน

2.8 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยนำผลการทดลองมาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952:3-32) แล้วคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20

ขึ้นไป คัดเลือกไว้ 30 ข้อ พบว่า ค่าความยากง่าย (P) มีค่าระหว่าง 0.32-0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่า 0.36-0.73

2.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนห้องสอนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีดูเดอร์-ริ ชาร์ดสัน (Kuder Richardson) สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.90

2.10 ปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1 ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน ครูวิชาการ ครูหัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนห้องสอนศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อกำหนด วัน เวลาในการทดลอง

5.2 ครูชี้แจงและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนเพื่อเป็นการปรับพื้นฐานเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการที่จะรับความรู้ใหม่จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจและความคุ้นเคยในการสอน

5.3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 3 ที่เรียนแบบปกติกับกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลาเรียนทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที รวมทั้งหมด 16 คาบ ทั้งสองกลุ่ม โดยเริ่มสอนสัปดาห์แรก วันที่ 1 มิถุนายน 2558 สิ้นสุดวันที่ 26 มิถุนายน 2558

5.4 เมื่อเสร็จสิ้นการสอนทุกแผนการจัดการจัดการเรียนรู้และทุกชุดกิจกรรมแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ใช้ในการวิเคราะห์ผลต่อไป

6. การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D$) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนความสามารถด้านการวิเคราะห์หลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ทดสอบหลังการสอนเสร็จสิ้นทุกชุดกิจกรรม และจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการวิเคราะห์โดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการวิเคราะห์มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t-test for Independent Samples

6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1.1 สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สัญลักษณ์ ($\bar{X}$) (ล้วน สายยศ, 2551, น. 269) เป็นค่ากลางของข้อมูล ใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) (ล้วน สายยศ, 2551, น. 273)

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

6.1.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1) การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของข้อสอบ

แผนการจัดการเรียนรู้และชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, น. 249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) ค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วคำนวณหาค่า p และค่า r โดยใช้สูตร ดังนี้ (จันตรี คุปตะวาทิน และคณะ, 2549, น. 52-53)

$$p = \frac{H + L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

อำนาจจำแนกของตัวเลือกที่เป็นตัวถูก

$$r = \frac{H - L}{N_H} \quad \text{หรือ} \quad r = \frac{H - L}{N_L}$$

อำนาจจำแนกของตัวเลือกที่เป็นตัวลวง

$$r = \frac{L - H}{N_H} \quad \text{หรือ} \quad r = \frac{L - H}{N_L}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

3) การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR–20 ของ Kuder– Richardson ดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2553)

$$r_{KR-20} = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

ซึ่งเมื่อ r_{KR-20} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S^2 แทน คะแนนของความแปรปรวนของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำคะแนนได้ในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในแต่ละข้อ

6.1.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

1) หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละชุด และแบบทดสอบหลังเรียน มาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของชุดกิจกรรมตามเกณฑ์ 80/80 ใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ, และ สุดา สินสกุล, 2521, น. 136-137)

สูตร
$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A}\times 100$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum Y}{N}\right)}{B}\times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรม

$\sum Y$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรม

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E และกลุ่มควบคุมที่ใช่วิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้ค่าทางสถิติ t - test for Independent Sample (อ้างถึงใน ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, 2546, น. 179) และโดยใช้โปรแกรมโปรแกรมสำเร็จรูป

(1) กรณีที่ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันใช้สูตร t – test (Independent Samples) (อ้างถึงใน ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, 2546, น. 179)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \qquad df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_p^2 = \frac{\left[(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2\right]}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

เมื่อ t แทน ค่าการแจกแจงของที (t - Distribution)

$\bar{x}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\bar{x}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

(2) กรณีที่ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันใช้สูตรใช้ t – test (Independent Samples) (อ้างถึงใน ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, 2546, น. 180)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 - n_2^{-2}}\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}} \qquad df = \frac{\left[\left(S_1^2 / n_1\right) + \left(S_2^2 / n_2\right)\right]^2}{\left[\left(S_1^2 / n_1\right)^2 / (n_1 - 1)\right] + \left[\left(S_2^2 / n_2\right)^2 / (n_2 - 1)\right]}$$

เมื่อ t แทน ค่าการแจกแจงของที (t - Distribution)

$\bar{x}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\bar{x}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

3) การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E และกลุ่มควบคุมที่ใช่วิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้ค่าทางสถิติ t - test for Independent Sample (อ้างถึงใน ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, 2546, น. 179) และโดยใช้โปรแกรมโปรแกรมสำเร็จรูป

(1) กรณีที่ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากันใช้สูตร t – test (Independent Samples) (อ้างถึงใน ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, 2546, น. 179)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \qquad df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_p^2 = \frac{\left[(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2\right]}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

เมื่อ t แทน ค่าการแจกแจงของที (t - Distribution)

$\bar{x}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\bar{x}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

(2) กรณีที่ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันใช้สูตรใช้ t – test (Independent Samples) (อ้างถึงใน ผ่องศรี วาณิชย์ศุภวงศ์, 2546, น. 180)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 - n_2^{-2}}\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}} \qquad df = \frac{\left[\left(S_1^2 / n_1\right) + \left(S_2^2 / n_2\right)\right]^2}{\left[\left(S_1^2 / n_1\right)^2 / (n_1 - 1)\right] + \left[\left(S_2^2 / n_2\right)^2 / (n_2 - 1)\right]}$$

เมื่อ t แทน ค่าการแจกแจงของที (t - Distribution)

$\bar{x}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\bar{x}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนรายบุคคล วิชา โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ สำหรับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคนิคระยอง จังหวัดระยอง ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีจำนวน 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนรายบุคคล

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล

ผู้วิจัยได้ทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล วิชา โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นจำนวน 3 ครั้ง ครอบคลุม (1) ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (2) ทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม และ(3) ทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.1 – 4.3 ปรากฏดังนี้

ตารางที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวกับนักศึกษาที่เรียนด้วย ชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ (n = 3)

หน่วยที่	คะแนนระหว่างเรียน (E_1) ร้อยละ	คะแนนระหว่างเรียน (E_2) ร้อยละ	E_1/E_2
2	68.33	70.00	68.33/70.00

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ในการทดสอบแบบเดี่ยว มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 68.33/70.00

หลังจากทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของชุดการสอนรายบุคคลแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (แบบสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก ซ) ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คนและนำไปปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

หัวข้อการสัมภาษณ์	สรุปผลการสอบสัมภาษณ์
1. ประมวลสาระ	1. ปริมาณเนื้อหามีมากอ่านไม่ทัน มีภาษาอังกฤษมากและภาพประกอบมีขนาดเล็กมากโดยเฉพาะชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เห็นไม่ชัด
2. แบบฝึกปฏิบัติ	2. แบบฝึกปฏิบัติ มีพื้นที่ว่างน้อยสำหรับทำกิจกรรม
3. สไลด์คอมพิวเตอร์	3. เสียงไม่ชัดเจน

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนรายบุคคล มาปรับปรุงดังนี้

1. ปรับปรุงประมวลสาระ โดยตัดเนื้อหาที่ไม่จำเป็นที่เป็นส่วนขยายออกและลดคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ไม่จำเป็นให้ใช้น้อยลง

2. ปรับปรุงแบบฝึกปฏิบัติ ในส่วนของเนื้อที่ว่างสำหรับการทำกิจกรรมให้มากขึ้นกว่าเดิม

3. ปรับปรุงสไลด์คอมพิวเตอร์ โดยปรับปรุงคุณภาพสียงให้ชัดเจน

ตารางที่ 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มกับนักศึกษา ที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ (n = 6)

หน่วยที่	คะแนนระหว่างเรียน (E_1) ร้อยละ	คะแนนระหว่างเรียน (E_2) ร้อยละ	E_1/E_2
2	72.50	73.33	72.50/73.33

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ในการทดสอบแบบกลุ่ม มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 72.50/73.33

หลังจากทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของชุดการสอนรายบุคคลแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักศึกษาโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (แบบสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก ซ) ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน และนำไปปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

หัวข้อการสัมภาษณ์	สรุปผลการสอบสัมภาษณ์
1. ประมวลสาระ	1. ภาพประกอบในประมวลสาระ เป็นคำศัพท์ภาษาอังกฤษอ่านยากมาก
2. แบบฝึกปฏิบัติ	2. กิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติมีแต่การเขียนตอบ ควรมีการทำกิจกรรมในรูปแบบอื่น ๆ
3. สไลด์คอมพิวเตอร์	3. จำนวนสไลด์คอมพิวเตอร์มีมาก และควรลดจำนวน เพราะศึกษาไม่ทันเวลา

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนรายบุคคลมาปรับปรุงดังนี้

1. ปรับปรุงประมวลสาระ โดยแก้ไขภาพประกอบในประมวลสาระ ปรับเป็นภาษาไทย
2. ปรับปรุงแบบฝึกปฏิบัติ โดยปรับปรุงกิจกรรมจากการเขียนตอบเป็นกิจกรรมที่หลากหลายมากขึ้น
3. ปรับปรุงสไลด์คอมพิวเตอร์ โดยการลดจำนวนสไลด์คอมพิวเตอร์ให้น้อยลง

ตารางที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามกับนักศึกษา ที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ (n = 36)

หน่วยที่	คะแนนระหว่างเรียน (E_1) ร้อยละ	คะแนนระหว่างเรียน (E_2) ร้อยละ	E_1/E_2
2	80.14	80.28	80.14 / 80.28

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพ ชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ในการทดสอบแบบกลุ่ม มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.14 / 80.28 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาแบบภาคสนาม ที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (n=36)

หน่วยที่	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน		คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน		t-test
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	
2	5.64	0.96	7.94	0.79	12.99*

P < .05 df 35 t = 1.697

จากตารางที่ 4.4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ จากการทดสอบนักศึกษามีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล วิชาโครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ในการทดสอบประสิทธิภาพ แบบภาคสนาม แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (n=36)

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. แผนการสอน			
1.1 แผนการสอนช่วยให้นักศึกษาทราบแนวทางในการเรียน เรื่องโครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์	4.42	0.50	มาก
1.2 แผนการสอนประจำตอนช่วยให้นักศึกษาทราบแนวทางในการเรียนในแต่ละตอน	4.58	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
2. ประมวลสาระ			
2.1 ประมวลสาระ มีเนื้อหาที่เรียงลำดับจากง่ายไป ยาก เข้าใจง่ายช่วยให้นักศึกษาศึกษาได้ด้วยตนเอง	4.38	0.49	มาก
2.2 ประมวลสาระช่วยให้นักศึกษาได้รับความรู้ตรงตามวัตถุประสงค์	4.42	0.50	มาก
2.3 บันทึกสาระสำคัญช่วยให้นักศึกษาบันทึกเนื้อหาสาระที่ได้ศึกษามาในแต่ละหัวเรื่อง	4.44	0.50	มาก
2.4 คำสั่งในกิจกรรมเข้าใจง่ายและสามารถปฏิบัติได้	4.31	0.51	มาก
3. แบบฝึกปฏิบัติ			
3.1 แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักศึกษาได้ทราบความรู้	4.28	0.58	มาก
3.2 แนวตอบกิจกรรหรือแบบเฉลยเข้าใจง่ายช่วยให้นักศึกษาสามารถตรวจสอบความถูกต้องจากการทำกิจกรรม	4.22	0.77	มาก
3.3 แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักศึกษารู้ความก้าวหน้าทางการเรียน	4.42	0.78	มาก
4. สไลด์คอมพิวเตอร์			
4.1 ตัวอักษรในสไลด์คอมพิวเตอร์มีความชัดเจน	4.80	0.41	มากที่สุด
4.2 ภาพในสไลด์คอมพิวเตอร์มีความชัดเจน	4.02	0.78	มาก
4.3 เสียงบรรยายในสไลด์คอมพิวเตอร์มีความชัดเจน	4.09	0.70	มาก
4.4 สไลด์คอมพิวเตอร์ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น	4.40	0.50	มาก
5. ผลที่ได้รับจากชุดการสอนรายบุคคล			
5.1 นักศึกษาสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.42	0.54	มาก
5.2 นักศึกษาสามารถศึกษาหาความรู้ตามความสามารถของตนเอง	4.39	0.54	มาก
5.3 นักศึกษามีความซื่อสัตย์ต่อตนเองในการเรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล	4.24	0.71	มาก
5.4 นักศึกษามีความรับผิดชอบในการเรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล	4.33	0.60	มาก
5.5 นักศึกษาชอบเรียนด้วยตนเองโดยใช้ชุดการสอนรายบุคคล	4.71	0.46	มากที่สุด
5.6 นักศึกษาต้องการให้มีชุดการสอนรายบุคคลในการเรียนรายวิชาอื่น ๆ	4.42	0.54	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.40**	**0.57**	**มาก**

จากตารางที่ 4.5 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจที่เรียนด้วยชุดการสอนรายบุคคล เรื่อง โครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ โดยเฉลี่ยในภาพรวมมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.40) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$= 4.80) ว่าตัวอักษรที่นำเสนอในสไลด์คอมพิวเตอร์มีความชัดเจน ที่เหลืออีก 16 ข้อ นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เป็นไปในแนวเดียวกัน ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\overline{X}$= 4.02) คือ ภาพในสไลด์คอมพิวเตอร์มีความชัดเจน

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ด้วยกัน 3 ข้อ คือ

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้7E กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 2 ห้องเรียน มีผู้เรียน 75 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มใช้แบบแผนการวิจัยแบบวัดผลหลังการทดลอง แบบมีกลุ่มทดลองเปรียบเทียบ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E หน่วยการเรียนรู้เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 ชุด เวลา 16 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบของคำถามทักษะ 5 ด้าน จำนวน 30 ข้อ ใช้ทดสอบหลังเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้ทดสอบหลังเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยสถิติที่ใช้ในการศึกษาการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับวิธีเรียนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for Independent Samples ได้ผลสรุปดังนี้

1. สรุปการวิจัย

จากการวิจัยผลการชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลการวิจัยมีดังนี้

1.1 ผลจากการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 80.61/79.39 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

1.2 ผลจากการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 ผลจากการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

การวิจัยผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีประสิทธิภาพ 80.61/79.39 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเป็นรายบุคคลได้ถูกต้อง มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.61 และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.39 ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ

พงษ์พิศ พงษ์อินทร์ธรรม (2554, น. 122) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ที่มีประสิทธิภาพ 80/80 เช่นเดียวกัน และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2547, น. 54) กล่าวเพิ่มเติมว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิ์ภาพของชุดการเรียนการสอนโดยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ที่ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะมักต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 ดังนั้น ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 ก็ถือว่าเป็นเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในเชิงวิชาการเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เป็นเพราะว่า การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนการสร้างที่ชัดเจน โดยการศึกษาทฤษฎี หลักการ และแนวคิด รวมทั้งยังได้ผ่านกระบวนการตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่อง ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, น. 123) ที่กล่าวว่า การผลิตชุดกิจกรรมที่ดีต้องวิเคราะห์เนื้อหา วางแผนการสอน กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้สอดคล้องกับเนื้อหา จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตรวจสอบด้านภาษาให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

และขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ตามแนวทางของไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation Phase) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ขั้นตอนที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) ขั้นตอนที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase / Elaboration Phase) ขั้นตอนที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) และขั้นตอนที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) แล้วนำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อหาคุณภาพ แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำชุดกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ 2 ครั้ง คือแบบ 1:1 และ 1:10 เพื่อนำผลการทดลองไปใช้ปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ก่อนที่จะนำไปใช้ทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ พิจารณาได้จากการทดลองครั้งที่ 2 ที่เป็นการทดลอง 1:10 ในการทดลองครั้งนี้ใช้กับนักเรียนจำนวน 10 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีประสิทธิภาพ 80.50/79.33 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน คือ 80.61/79.39 พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่า ค่าประสิทธิภาพที่ได้เชื่อถือได้ ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ มงคล ทะนันไธสง (2556, น. 115) พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช โดยใช้การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.13/84.33

2.2 ผลจากการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีผลทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าวิธีที่เรียนแบบปกติ เรียกได้ว่ามีความก้าวหน้า ทั้งนี้เนื่องมาจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นชุดกิจกรรมส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano, 2001) ได้แก่ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุป ด้านการประยุกต์ และด้านการคาดการณ์ ซึ่งจะประกอบอยู่ในกิจกรรมหรือสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ มีการตั้งคำถามกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการตอบปัญหา การคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดที่ละเอียดรอบคอบและคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการสืบเสาะหาความรู้และใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของประถมพร โคตา (2554, น. 91) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 เช่นเดียวกัน และลาวรรณ โฮมแพน (2550, น. 71) พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ผลจากการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการเรียนแบบปกติเรียกได้ว่ามีความก้าวหน้า ทั้งนี้เนื่องมาจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้7E จะเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7 ขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแต่ละขั้นจะช่วยการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นใฝ่เรียนใฝ่รู้ มีสื่อที่หลากหลาย มีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจน ทำให้นักเรียนเรียนแล้วไม่น่าเบื่อ มีความสุขในการเรียนมากขึ้น และนักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูจะให้คำแนะนำหรือปรึกษา ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีประสิทธิภาพ ดังที่ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 60) ได้เขียนถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้คือ เป็นการพัฒนาศักยภาพทางด้านสติปัญญาคือให้ฉลาดขึ้นเป็นนักคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นนักจัดระเบียบ เกิดการค้นพบด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยให้จดจำความรู้ได้นาน และสามารถถ่ายโยงความรู้ได้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มี

ความหมาย และเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา ซึ่งจากผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลงานการวิจัยของสุภาพร พลพุทธา (2552, น. 94) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกนกวลี แสงวิจิตรประชา (2550, น. 91) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

3.1.1 การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ครูควรศึกษาคู่มือการใช้อย่างละเอียด และเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ เช่น ความพร้อมของครู ผู้เรียน สื่อ และวัสดุอุปกรณ์ ให้เพียงพอกับจำนวนผู้เรียน และควรจัดห้องเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.1.2 จากผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยเฉพาะผู้เรียนที่อ่อน และปานกลาง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม ร่วมกันแก้ปัญหา ผู้เรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ผู้เรียนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือผู้เรียนที่อ่อนกว่าทำให้กลุ่มมีคะแนนที่ดี และยังส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอีกด้วย

3.1.3 การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ได้ตามความถนัด และตามศักยภาพของตนเอง

3.1.4 ครูผู้สอนสามารถนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ไปปรับใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ทำการวิจัย ครูควรปรับเวลาการทำกิจกรรม การวัดผลและประเมินผล ให้เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน จะทำให้การเรียนการสอนมีประสอทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระอื่นๆ เพราะจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่ง

3.2.2 ควรมีการเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E กับวิธีการสอนแบบอื่นๆ

3.2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ในการช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรม

3.2.4 ควรพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้เป็นนวัตกรรมที่แปลกใหม่ ทันสมัย และใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กนกวลี แสงวิจิตรประชา. (2550). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง หน่วยของชีวิตและชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (รายงานการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2551ก). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2551ข). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนห้องสอนศึกษา. (2557). *หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนห้องสอนศึกษา.* ม.ป.ท.: โรงเรียนห้องสอนศึกษา.

กษมา ตราชู. (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา: การเจริญเติบโตของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

กิดานันท์ มลิทอง. (2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

เกศกนก อินแปง. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้พหุปัญญาและการเรียบแบบสืบเสาะแบบสสวท. ที่มีผลต่อการคิดวิพากษ์และแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

เกษม สาหร่ายทิพย์. (2540). *สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครสวรรค์: นิวเสรีนคร.

ไกรนุวัฒน์ เจริญสุขรุ่งเรือง และคณะ. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง ผลผลิตทางการเกษตรและการจัดการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *แนวทางการนำมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จิราภรณ์ น้อยน้ำใส. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยาและทักษะกระบวนกำระบวนการทางวิทยาศาตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน. *วารสารราชพฤกษ์,* 6 (1), 60-70.

ชนาธิป พรกุล. (2544). *รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนิตา คำปิน และคณะ. (2552). ผลการจัดกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (รายงานการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, บุญเลิศ ส่องสว่าง, และวาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2551). ชุดการเรียนการสอน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

_____. (2537). *เอกสารชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

_____. (2523). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาการสอน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

_____. (2539). *เอกสารชุดการสอนวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา หน่วยที่1-8*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2543). *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการศึกษา หน่วยที่ 1-4*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

_____. (2553). *การจัดการเรียนรู้แนวใหม่.* นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้ง แอนด์พับลิสชิ่ง.

ฐิติสิทธิ นิลโสม. (2552). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (การศึกษาค้นคว้าอิสระ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ณรงค์เดช พลกระจาย. (2547). การเปรียบเทียบผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ตวงแสง ณ นคร. (2549). *การใช้สื่อการสอน.* นนทบุรี: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ทิศนา แขมมณี. (2550). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* (พิมพ์ครั้งที่5). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญชนก โหน่งกดหลด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เอสพีปริ้นติ้ง.

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

_____. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

_____. (2546). *การพัฒนาหลักสูตร.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปกรณ์ ประจัญบาน. (2552). *สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัยและประเมิน (Advanced Statistics for Research and Evauation)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ประถมพร โคตา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมติ. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ประพันธ์ อันภักดี. (2551). การพัฒนาทักษะการคิดขั้นพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง น้ำและอากาศ โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด.* กรุงเทพฯ: ประพันธ์ศิริ.

_____. (2553). *การพัฒนาการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เทคนิคปริ้นติ้ง.

ประวิตร ชูศิลป์. (2554). *หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่.* กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ กรมการฝึกหัดครู.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2550. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น. *วารสารวิชาการ*, 10(4), 25-30.

ประหยัด แสงวิชัย. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แวดล้อมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางแบบมีครูเป็นประเมินผลกับแบบนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลตนเอง. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ปิยวรรณ ประเสริฐไทย. (2551). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบูรณาการแบบคู่ขนานด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง ลำห้วยบอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พงษ์พิศ พงษ์อินทร์ธรรม. (2554). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืชโดยใช้การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.

พฤกษ์ โปร่งสำโรง. (2549). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในวิชาฟิสิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒประสานมิตร.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟ แมนเนจเม้นท์.

เพ็ญศรี สร้อยเพชร. (2542). *บทเรียนสำเร็จรูป*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

มงคล ทะนันไธสง. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง น้ำและอากาศ โดยการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์.

เยาวดี วิบูลศรี. (2539). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รวิวรรณ พงษ์พวงเพชร. (2552). การพัฒนาชุดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารและสารอาหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลนครพนม ส านักงานเขตพื้นที่การศึกษานครพนม เขต 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2549). *การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้.* อุตรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

รัชนีพร มีสี. (2554). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (รายงานการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

รุจาภา ประถมวงษ์. (2551). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลาวรรณ โฮมแพน. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

วนิช สุธารัตน์. (2544). *ความคิดและสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). พระนครศรีอยุธยา: สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

วรวิทย์ นิเทศศิลป์. (2551). *สื่อและนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้*. ปทุมธานี: สกายบุ๊กส์.

วริศรา ศิริมงคล. (2549). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือด และแก๊ส และการกำจัดของเสีย และความคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). *การวิจัยในชั้นเรียน.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วีรพร ลาทอง. (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *บัณฑิตวิทยาลัย พิชญทรรศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*, 7(3), 111-120.

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวัจนัง. (2544). *สอนเด็กให้คิดเป็น.* กรุงเทพฯ: ทิปส์พับบลิเคชัน.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *การวัดและประเมินความสามารถในการคิดในวิทยาการด้านการคิด.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2551). *36 ปี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2549). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10.* กรุงเทพฯ: รับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ.

สมเกียรติ ปดิฐพร. (2525). *การสร้างแบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สัณหวัช สอนท่าโก. (2550). การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สิทธิพล ใจเย็น. (2550). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สุโขทัยธรรมาธิราช. (2523). *เอกสารการสอนชุดระบบการเรียนการสอน*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

_____. (2538). *เอกสารการสอนชุดระบบการเรียนการสอน*. นนทบุรี:์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุทธิภา บุญแซม. (2553). การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏ-นครราชสีมา, นครราชสีมา.

สุนันท์ สังข์อ่อง. (2526). *สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2547). *การผลิตนวัตกรรมการเรียนการสอน การผลิตชุดการสอน*. ราชบุรี: ธรรมรักษ์การพิมพ์.

สุพจน์ วงค์คำจันทร์. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้เทคนิคการรู้คิดและการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติฟิสิกส์ งาน พลังงาน และโมเมนตัม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สุพร จันทร์ประทักษ์. (2551). การสร้างชุดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำและอากาศบนโลก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุภาพร พลพุทธา. (2552). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธการสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณ.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

อนามิกา อุตรนคร. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น(7E) โดยใช้เทคนิคการรู้และการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่มีต่อแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : การหายใจ, การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์ด้วยแสงและ การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 2 (1), 103-110.

อภิชาต ชมพูทัศน์. (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมการเขียนบทร้อยกรองโดยเน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.

อรพิน ควรสุวรรณ. (2555). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประชาราชวิทยา จังหวัดลำปาง (รายงานการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี

Anderson. L.W. and Krathwohl. (eds). (2001). *A Taxonomy of Learning, Teaching and Assessment: A Revision of Bloom's Educational of Objectives*. New York: Addision Wesley Longman.

Billings, Russell Lauren. (2002). *Assessment of the Learning Cycle and Inquiry-based Learning in High school Physics Education*. Education Teacher training.

Di Simoni, Katherine Cecilia. (2002). Using Writing as a Vehicle to Promote and Develop Scientific Concept and Process Skills in Fourth-grade Student. *Dissertation Abstracts International*.

Ebrahim. (2004). *Method of the learning* cycle :A Better Warranty for Sudents Understanding. *Science Education Kuwait*.

Eisenkraft, Arthur. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*.

Ewers, Timothy Gorman. (2002). Teacher-directed Versus Learning Cycles Methods: Effects on Science Process Skills Mastery and Teacher Efficacy Among Elementary Education Students. *Dissertation Abstracts International*.

Good, Carter. V. (1973). *Dictionary of Education. (3rd* ed). New York: Mc Graw Hill.

Hergenhahn, B.R. & Olson, M.H. (1993). *Introduction to Theories of Learning*. (4th ed.). n.p.: Prentice-Hall.

Krathwohl, David R. (2002). *A Revision of Bloom's Taxonomy : An Overview,* Retrieved from http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0NQM/is_4_41/ai_94872707.

Marzano, Robert J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Educational Obkectives*. California: Corwin Press.

Reap, Melanie Ann. (2000). Master and Novice Secondary Science Teachers'Understandings and Use of the Learning Cycle. *Dissertation Abstracts International.*

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. นายนรชัย ปัญโญ
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
   วุฒิการศึกษา วท.บ.ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
   วท.ม. การสอนฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ ตำแหน่งครูชำนาญการ ประสบการณ์การสอน 21 ปี

2. นายดุษฎี ศรีทรงราช
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
   วุฒิการศึกษา วท.บ.ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
   วท.ม. วัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ ตำแหน่งครูชำนาญการ ประสบการณ์การสอน 8 ปี

3. นางสายรุ้ง แสนละมูล
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนธนรัตน์วิทยา อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน
   วุฒิการศึกษา กศ.บ.วิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
   กศ.ม. หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
   ประกาศนียบัตรบัณฑิต บริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ ตำแหน่งครูชำนาญการ ประสบการณ์การสอน 13 ปี
   ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนธนรัตน์วิทยา

ภาคผนวก ข

ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และระดับพฤติกกรมด้านพุทธิพิสัย

ตารางผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยสำหรับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบตามระดับพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสังเคราะห์	
1. ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายการสะท้อนของแสงและกฎการสะท้อนของแสง	1	-	1	-	-	-	2
2. หาตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาโค้งทรงกลมทั้งโดยการเขียนภาพและการคำนวณ	-	2	1	2	-	-	5
3. ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายการหักเหของแสงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อของตัวกลางต่างชนิดกัน	-	1	1	-	-	-	2
4. อธิบายดัชนีหักเห กฎของสเนลล์ และใช้กฎของสเนลล์อธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสง	-	1	1	1	-	-	3
5. หาตำแหน่งภาพของวัตถุที่เกิดจากการหักเหของแสง	-	1	-	1	-	-	2
6. ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายการหักเหของแสงผ่านเลนส์	1	1	-	-	-	-	2
7. หาตำแหน่งการเกิดภาพจากเลนส์นูน เลนส์เว้า โดยการเขียนภาพและการคำนวณ	-	-	1	1	-	-	2

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบตามระดับการเรียนรู้เชิงพฤติกรรม						รวม (ข้อ)
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสังเคราะห์	
8. ทดลองและอธิบายปรากฏการณ์การกระจายแสง รุ้ง การทรงกลด และมิราจ	1	2	-	1	-	-	4
9. อธิบายหลักการทำงานของทัศนอุปกรณ์ ได้แก่ แว่นขยาย เครื่องฉายกล้องถ่ายรูป กล้องจุลทรรศน์ และกล้องโทรทรรศน์	2	-	1	-	-	-	3
10. อธิบายความสว่างและการถนอมสายตาในชีวิตประจำวัน	1	-	2	-	-	-	3
11. อธิบายหลักการมองเห็นสีต่างๆ ของตา	-	2	-	-	-	-	2
รวม	6	10	8	6	-	-	30

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้ชุดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

คำชี้แจง

ขอความกรุณาท่านพิจารณาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่างๆ ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก
3 หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง
2 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย
1 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. สาระสำคัญ						
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2. ผลการเรียนรู้						
2.1 ชัดเจนครอบคลุมสาระการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.2 พัฒนาผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.3 ระบุพฤติกรรมชัดเจน ปฏิบัติได้	.....	.....	.....	.....	.....	.....

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
4.1 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.2 กิจกรรมสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.3 กิจกรรมครอบคลุมสาระการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.5 กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ปฏิบัติและแสดงออก	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.6 กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และปฏิบัติอย่างมีขั้นตอนหรือกระบวนการ.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.7 กิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5. ผลการเรียนรู้						
5.1 ประเมินผลครอบคลุมความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณธรรมจริยธรรม.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.2 ประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.3 มีการประเมินไปพร้อมๆ กันกับการจัดกิจกรรม	.....	.....	.....	.....	.....	.....

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

ประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

คำชี้แจง

ขอความกรุณาท่านพิจารณาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่างๆ ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก
3 หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง
2 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย
1 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านคำแนะนำประกอบการใช้ชุดกิจกรรม					
1.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย					
1.2 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
1.3 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้					
1.4 ขั้นตอนในการใช้ชุดกิจกรรมสามารถปฏิบัติตามกิจกรรมได้					
1.5 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้					
1.6 ช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้ชุดกิจกรรม					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 กิจกรรมตอบสนองจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.2 กิจกรรมตอบสนองสาระการเรียนรู้					
2.3 กิจกรรมมีความหลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหา					
2.4 กิจกรรมเร้าความสนใจให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ และสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง					
2.5 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมต่อการเรียนในเนื้อหาแต่ละชุด					
3. ด้านสื่อการเรียนรู้					
3.1 คำแนะนำในการใช้สื่อมีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา					
3.3 เนื้อหาและภาษาที่ใช้เหมาะสมกับนักเรียน					
3.4 กิจกรรมกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์ในด้านต่างๆ					
3.5 ช่วยให้นักเรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวมยอดรวดเร็ว และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง					
3.6 ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาด้านความรู้ ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์					
3.7 ช่วยให้นักเรียนรู้วิธีการใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพื่อการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม					
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.2 มีความยาก-ง่ายเหมาะสม					
4.3 คำถามมีความชัดเจน					
4.4 วัดได้ครอบคลุม					
4.5 เหมาะสมกับเนื้อหา และเหมาะสมกับนักเรียน					
5. แบบวัดการคิดวิเคราะห์					
5.1 ข้อคำถามสามารถวัดการคิดวิเคราะห์ได้					
5.2 การใช้ภาษามีความชัดเจน					
5.3 ภาษามีความเหมาะสมกับนักเรียน					
5.4 มีความยากง่ายเหมาะสม					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้กับข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

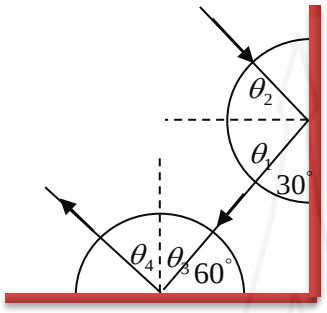
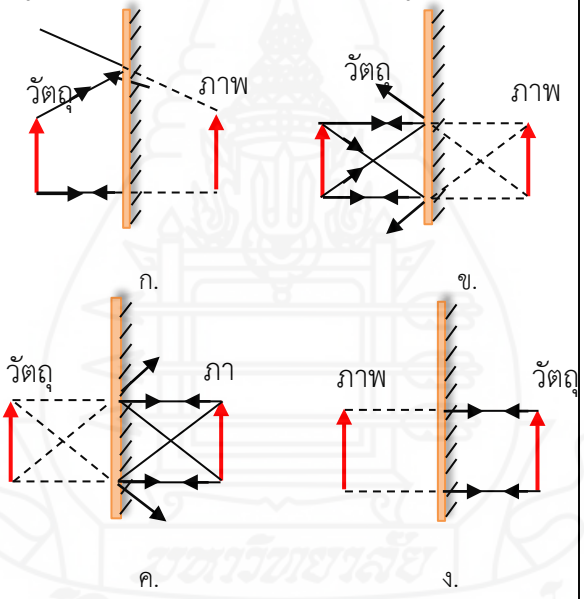
คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้วัดตรงตามผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่านโดยทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

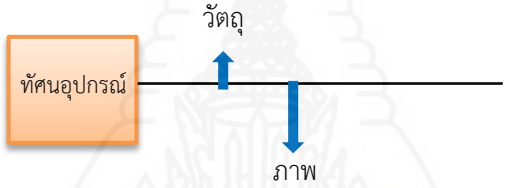
+1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

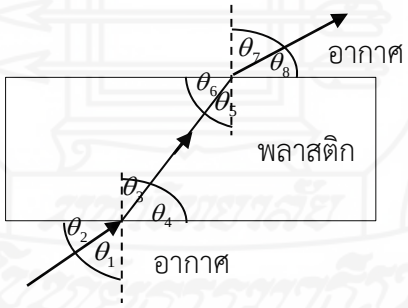
0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

-1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

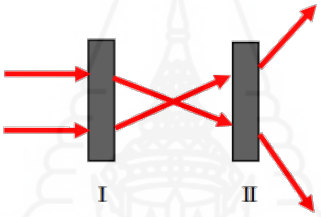
ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
1. ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายการสะท้อนของแสงและกฎการสะท้อนของแสง	1. ข้อความใดต่อไปนี้ กล่าวถูกต้อง ก. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนสำหรับผิวสะท้อนราบเท่านั้น ข. เมื่อให้แสงตกกระทบผิวสะท้อนโค้งนูนมุมตกกระทบมากกว่ามุมสะท้อน ค. เมื่อให้แสงตกกระทบผิว สะท้อนโค้งเว้ามุมตกกระทบน้อยกว่ามุมสะท้อน ง. ไม่ว่าผิวสะท้อนราบ ผิวสะท้อนโค้งนูน และผิวสะท้อนโค้งเว้า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน (เฉลยข้อ ง)	ความรู้ความจำ			

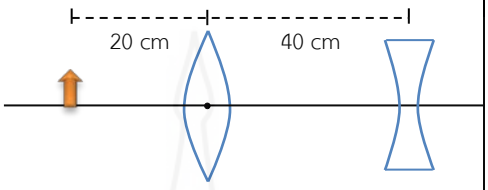
ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
	2. จากรูปกระจกเงาราบ 2 บาน วางตั้งฉากกันมุม θ_1 และ θ_4 มีค่ากี่องศา  ก. 20° และ 40° ข. 60° และ 30° ค. 70° และ 70° ง. 70° และ 50° (เฉลยข้อ ข)	การนำไปใช้			
2. หาตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาโค้งทรงกลมทั้งโดยการเขียนภาพและการคำนวณ	3. รูปในข้อใดแสดงเส้นรังสีการเกิดภาพได้ถูกต้อง  (เฉลยข้อ ข)	ความเข้าใจ			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
2. หาตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบ และกระจกเงาโค้งทรงกลมทั้งโดยการเขียนภาพและการคำนวณ (ต่อ)	4. ถ้าชายคนหนึ่งสูง 170 เซนติเมตร และตาของเขาอยู่ต่ำจากส่วนที่สูงที่สุดในร่างกายเป็นระยะ 10 เซนติเมตร มีกระจกราบตั้งอยู่บนพื้นในแนวดิ่ง ขอบล่างของกระจกต้องอยู่ สูงจากพื้นเท่าใด จึงจะทำให้เขามองเห็นเอวซึ่งอยู่ สูงจากพื้น 100 เซนติเมตร ก. 130 เซนติเมตร ข. 150 เซนติเมตร ค. 160 เซนติเมตร ง. 170 เซนติเมตร (เฉลยข้อ ก)	การวิเคราะห์			
	5. ถ้าวางวัตถุไว้หน้าทัศนอุปกรณ์อย่างง่ายชนิดหนึ่งจะได้ภาพจริงหัวกลับขนาดขยายใหญ่กว่าวัตถุดังรูป  ทัศนอุปกรณ์อย่างง่ายนี้คือ ก. กระจกนูน ข. เลนส์นูน ค. กระจกเว้า ง. เลนส์เว้า (เฉลยข้อ ค)	ความเข้าใจ			
	6. รูปปั้นตุ๊กตามีความสูงเท่ากับ 6 เซนติเมตร ถ้านำกระจกเว้าที่มีรัศมีความโค้งเท่ากับ 4 เซนติเมตร วางห่างจากรูปปั้นดังกล่าวเป็นระยะทาง 8 เซนติเมตร ภาพรูปปั้นจะสูงกี่เซนติเมตร ก. 1.5 เซนติเมตร ข. 2.0 เซนติเมตร ค. 2.5 เซนติเมตร ง. 3.0 เซนติเมตร (เฉลยข้อ ข)	การนำไปใช้			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
	7.วางวัตถุสูง 5 เซนติเมตร ไว้หน้ากระจกโค้งเป็นระยะ 5 เซนติเมตร ได้ภาพเสมือนขนาดสูง 3 เซนติเมตร จงหาความยาวโฟกัสและชนิดของกระจก ก. – 7.5 เซนติเมตร , กระจกนูน ข. – 8.5 เซนติเมตร , กระจกนูน ค. +7.5 เซนติเมตร , กระจกเว้า ง. + 8.5 เซนติเมตร , กระจกเว้า (เฉลยข้อ ก)	การวิเคราะห์			
3. ทดลองวิเคราะห์และอธิบายการหักเหของแสงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อของตัวกลางต่างชนิดกัน	8. เมื่อลำแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางหนึ่งเข้าสู่อีกตัวกลางหนึ่ง ปริมาณใดที่ไม่เปลี่ยนแปลง ก. ความเข้ม ข. ความยาวคลื่น ค. ความเร็ว ง. ความถี่ (เฉลยข้อ ง)	ความเข้าใจ			
	9. จากรูป เมื่อแสงเคลื่อนที่จากพลาสติกเข้าสู่อากาศ มุมตกกระทบและมุมหักเห คือมุมอะไร ตามลำดับ  ก. θ_5 และ θ_8 ข. θ_6 และ θ_8 ค. θ_5 และ θ_7 ง. θ_6 และ θ_7 (เฉลยข้อ ค)	การนำไปใช้			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
4. อธิบายดัชนีหักเห กฎของสเนลล์ และใช้กฎของสเนลล์อธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสง	10. แสงความถี่ 5×10^{14} เฮิรตซ์ ในเส้นใยนำแสงมีความยาวคลื่นในเนื้อเส้นใยเท่ากับ 4.50×10^{-7} เมตร จงหาค่าดรรชนีหักเหของเนื้อเส้นใยนำแสงนี้ ก. 1.22 ข. 1.33 ค. 1.52 ง. 1.89 (เฉลยข้อ ข)	การนำไปใช้			
	11. จากการทดลองเรื่องการหักเหของแสงพบว่า ถ้าใช้มุมตกกระทบในอากาศเท่ากับ 60 องศา จะเกิดมุมหักเหในของเหลวชนิดหนึ่ง 30 องศา ถ้าเปลี่ยนของเหลวเป็นชนิดที่สอง และใช้มุมตกกระทบในอากาศเท่าเดิม พบว่ามุมหักเหใหม่มีค่า 45 องศา ค่าดัชนีหักเหของของเหลวชนิดที่หนึ่งเป็นกี่เท่าของดัชนีหักเหของของเหลวชนิดที่สอง ก. 0.7 ข. 1.4 ค. 1.5 ง. 1.7 (เฉลยข้อ ข)	การวิเคราะห์			
	12. มุมวิกฤติสำหรับสารโปร่งใสชนิดหนึ่งในอากาศมีค่าเท่ากับ 45 องศา ความเร็วแสงในสารโปร่งใสนี้มีค่าเท่าใด (ให้ความเร็วแสงในอากาศ =3.0×10^8 เมตร/วินาที) ก. 2.1×10^8 เมตร/วินาที ข. 2.4×10^8 เมตร/วินาที ค. 2.7×10^8 เมตร/วินาที ง. 3.0×10^8 เมตร/วินาที (เฉลยข้อ ก)	ความเข้าใจ			
5. หาตำแหน่งภาพของวัตถุที่เกิดจากการหักเหของแสง	13. วัตถุอยู่ในน้ำมีความลึกจริงเป็น 4 เมตร เราจะมองเห็นภาพวัตถุนั้นอยู่ลึกกี่เมตร (กำหนดดัชนีหักเหของน้ำ= 4/3) ก. 5 ข. 4 ค. 3 ง. 2 (เฉลยข้อ ค)	ความเข้าใจ			
	14. เลนส์นูนมีความยาวโฟกัส 60 เซนติเมตร ถ้านำเลนส์นี้ไปวางบนแท่งพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยม เมื่อแสงจากดวงไฟส่องลงในแนวดิ่ง แสงจะรวมกันเป็นจุดซึ่งต่ำกว่าผิวบนของแท่งพลาสติกเท่าใด ถ้าดรรชนีหักเหของพลาสติกเป็น 1.5 ก. 36 เซนติเมตร ข. 125 เซนติเมตร ค. 120 เซนติเมตร ง. 90 เซนติเมตร (เฉลยข้อ ง)	การวิเคราะห์			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
6. ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายการหักเหของแสงผ่านเลนส์	15. จุดโฟกัสของเลนส์เว้าเกิดจากข้อใดต่อไปนี้ ก. รังสีสะท้อนของแสงขนานไปตัดกัน ข. เส้นสมมุติที่ลากย้อนหลังของรังสีสะท้อนขนานไปตัดกัน ค. รังสีหักเหของแสงขนานไปตัดกัน ง. เส้นสมมุติที่ลากย้อนหลังของรังสีหักเหขนานไปตัดกัน (เฉลยข้อ ง)	ความรู้ความจำ			
	16. ลำแสงสีเดียวส่องผ่านเลนส์ 2 อัน และรังสีเดินทาง ดังรูป เลนส์ I และเลนส์ II เป็นเลนส์อะไร  ก. เป็นเลนส์นูนทั้งคู่ ข. I เป็นเลนส์นูน II เป็นเลนส์เว้า ค. I เป็นเลนส์เว้า II เป็นเลนส์นูน ง. เป็นเลนส์เว้าทั้งคู่ (เฉลยข้อ ข)	ความเข้าใจ			
7. หาตำแหน่งการเกิดภาพจากเลนส์นูน เลนส์เว้า โดยการเขียนภาพและการคำนวณ	17. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัส 4 เซนติเมตร โดยวางที่ตำแหน่ง 20 เซนติเมตรหน้าเลนส์ วัตถุกับภาพอยู่ห่างกันกี่เซนติเมตร ก. 15 เซนติเมตร ข. 20 เซนติเมตร ค. 25 เซนติเมตร ง. 30 เซนติเมตร (เฉลยข้อ ค)	การนำไปใช้			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
7. หาตำแหน่งการเกิดภาพจากเลนส์นูน เลนส์เว้า โดยการเขียนภาพและการคำนวณ (ต่อ)	18. จากรูป จงหาตำแหน่งภาพ ถ้าความยาวโฟกัสเลนส์นูนเท่ากับ 5 เซนติเมตร ของเลนส์เว้า 10 เซนติเมตร  ก. 23 เซนติเมตร ทางขวาเลนส์เว้า ข. 10 เซนติเมตร ทางขวาเลนส์เว้า ค. 23 เซนติเมตร ทางขวาเลนส์นูน ง. 10 เซนติเมตร ทางขวาเลนส์นูน (เฉลยข้อ ข)	การวิเคราะห์			
8. ทดลอง และอธิบายปรากฏการณ์การกระจายแสง รุ้ง การทรงกลด และมิราจ	19. เลนส์นูนความยาวโฟกัส 30 เซนติเมตร อยู่ห่างจากกระจกเว้ารัศมีความโค้ง 20 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 80 เซนติเมตร ถ้าวางวัตถุหน้าเลนส์นูนเป็นระยะทาง 60 เซนติเมตร จะเกิดภาพจริงหรือภาพเสมือน ณ ตำแหน่งที่ห่างจากกระจกเว้าเท่าใด ก. ภาพจริง 10 เซนติเมตร ข. ภาพเสมือน 10 เซนติเมตร ค. ภาพจริง 20 เซนติเมตร ง. ภาพเสมือน 20 เซนติเมตร (เฉลยข้อ ง)	การวิเคราะห์			
	20. เมื่อฉายแสงขาวผ่านเกรตติงและปริซึม ผลที่เกิดขึ้นในคำกล่าวต่อไปนี้ ข้อใด**ไม่ถูกต้อง** ก. อุปกรณ์ทั้งสองสามารถกระจายแสงขาวออกเป็นสีต่าง ๆ เหมือนกัน โดยสีแดงจะมีการเบี่ยงเบนมากที่สุด ข. การเบี่ยงเบนของแสงสีต่างๆในปริซึมเกิดจากความเร็วแสงสีต่าง ๆ มีค่าต่างกัน ค. การเบี่ยงเบนของแสงสีต่างๆ ในเกรตติงเกิดจากการเลี้ยวเบนและแทรกสอด ง. การเบี่ยงเบนของแสงสีต่าง ๆ ในปริซึมจะมีค่ามากขึ้นถ้าดัชนีหักเหของวัตถุที่นำมาทำปริซึมมีค่าสูง (เฉลยข้อ ก)	ความเข้าใจ			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
8. ทดลอง และอธิบายปรากฏการณ์การกระจายแสง รุ้ง การทรงกลด และมิราจ (ต่อ)	21. เมื่อแสงเดินทางผ่านบริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันจะเกิดปรากฏการณ์ใด ก. เกิดการกระจายของแสงเป็นแถบสีต่าง ๆ ข. เกิดการสะท้อนกลับหมดที่เรียกว่า มิราจ ค. เกิดการหักเหของแสงกลายเป็นรุ้งกินน้ำ ง. เกิดการหักเหและสะท้อนกลับหมดภายในผลึกน้ำแข็งกลายเป็นพระอาทิตย์ทรงกลด (เฉลยข้อ ข)				
	22. ข้อใดแสดงลำดับขั้นตอนการเกิดรุ้งปฐมภูมิได้ถูกต้อง ก. สะท้อน → สะท้อน → หักเห ข. สะท้อน → หักเห → สะท้อน ค. หักเห → สะท้อน → สะท้อน ง. หักเห → สะท้อน → หักเห (เฉลยข้อ ง)				
9. อธิบายหลักการทำงานของทัศนอุปกรณ์ ได้แก่ แว่นขยาย เครื่องฉายกล้องถ่ายรูป กล้องจุลทรรศน์ และกล้องโทรทรรศน์	23. แว่นขยายทำด้วยเลนส์นูนความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ถ้าต้องการใช้ส่องดูวัตถุเพื่อให้เห็นวัตถุใหญ่ขึ้น ควรวางวัตถุให้ห่างจากเลนส์เท่าใด ก. 7 เซนติเมตร ข. 14 เซนติเมตร ค. 21 เซนติเมตร ง. 28 เซนติเมตร (เฉลยข้อ ก)	การนำไปใช้			
	24. ภาพที่เกิดในกล้องจุลทรรศน์จะเป็นภาพอะไร ก. ภาพเสมือนหัวกลับ ข. ภาพเสมือนหัวตั้ง ค. ภาพจริงหัวกลับ ง. ภาพจริงหัวตั้ง (เฉลยข้อ ค)	ความรู้ความจำ			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
9. อธิบายหลักการทำงานขอทัศนอุปกรณ์ได้แก่ แว่นขยาย เครื่องฉายกล้องถ่ายรูป กล้องจุลทรรศน์ และกล้องโทรทรรศน์ (ต่อ)	25. ข้อใดต่อไปนี้เป็นหน้าที่ของเลนส์ใกล้วัตถุของกล้องโทรทรรศน์ ก. สร้างภาพจริงหัวกลับของวัตถุขึ้นข้างในกล้อง ข. สร้างภาพจริงหัวตั้งของวัตถุขึ้นข้างในกล้อง ค. สร้างภาพเสมือนหัวกลับของวัตถุขึ้นข้างในกล้อง ง. สร้างภาพเสมือนหัวตั้งของวัตถุขึ้นข้างในกล้อง (เฉลยข้อ ก)	ความรู้ความจำ			
10. อธิบายความสว่างและการถนอมสายตาในชีวิตประจำวัน	26. หลอดฉายภาพชนิดหนึ่งมีอัตราการให้พลังงานแสงเท่ากับ 1,000 ลูเมน เมื่อใช้ไประยะหนึ่งประสิทธิภาพของหลอดในการให้พลังงานแสงเหลือเพียง 80% ถ้าต้องการฉายภาพให้มีความสว่างเฉลี่ยบนจอ 250 ลักซ์ ภาพที่ฉายจะมีขนาดใหญ่มากที่สุดได้กี่ตารางเมตร ก. 2.8 ตารางเมตร ข. 3.2 ตารางเมตร ค. 3.6 ตารางเมตร ง. 4.0 ตารางเมตร (เฉลยข้อ ข)	การนำไปใช้			
	27. เครื่องฉายภาพยนตร์เครื่องหนึ่งให้ความสว่างเฉลี่ยบนจอ 500 ลักซ์ เมื่อฉายที่ระยะห่างจากจอ 10 เมตร ถ้าเลื่อนเครื่องฉายไปเป็น 1.5 เท่าของระยะเดิม ความสว่างบนจอจะเป็นเท่าใด ก. 220 ลักซ์ ข. 240 ลักซ์ ค. 260 ลักซ์ ง. 280 ลักซ์ (เฉลยข้อ ก)	การนำไปใช้			
	28. ห้องอ่านหนังสือในบ้านต้องมีความสว่างอยู่ที่ระดับใดจึงจะเหมาะสม ก. 150-300 ลักซ์ ข. 300-750 ลักซ์ ค. 500-1,000 ลักซ์ ง. 5,000-10,000 ลักซ์ (เฉลยข้อ ค)	ความรู้ความจำ			

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
11. อธิบายหลักการมองเห็นสีต่างๆ ของตา	29. ดอกไม้ดอกหนึ่งส่องด้วยแสงสีขาว เมื่อมองผ่านแผ่นกรองแสงสีแดงจะเห็นดอกไม้เป็นสีแดง ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีเขียวจะเห็นเป็นสีเขียว ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีเหลืองจะเห็นเป็นสีเหลืองดอกไม้ดอกนี้มีสีอะไร ก. น้ำเงิน ข. แดง ค. เขียว ง. เหลือง (เฉลยข้อ ง)	ความเข้าใจ			
	30. นายสมชายชวนเพื่อนไปเที่ยวดิสโก้เธค เพื่อนของเขาสวมหมวกสีเขียว เสื้อสีขาวมีลายมังกรสีแดง ในดิสโก้เธคใช้แสงสว่างจากหลอดไฟสีเขียว นายสมชายจะเห็นเพื่อนของเขาแต่งตัวอย่างไร ก. หมวกสีเขียว เสื้อสีเขียว ลายมังกรสีดำ ข. หมวกสีเขียว เสื้อสีเขียว ลายมังกรสีเขียว ค. หมวกสีขาว เสื้อสีเขียว ลายมังกรสีเหลือง ง. หมวกสีขาว เสื้อสีเขียว ลายมังกรสีเขียว (เฉลยข้อ ก)	ความเข้าใจ			

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ 3
เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที

3. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง ข้อ 0 ตัวกลางชนิดใดที่ แสงเดินทางผ่านไม่ได้

ก. กระจกฝ้า
ข. กระจกเงา
ค. สุญญากาศ
ง. น้ำประปา

ตัวอย่างการตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้เขียนเครื่องหมาย I ทับเครื่องหมาย X ให้ชัดเจน ในกระดาษคำตอบก่อน แล้วค่อยเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าข้อความที่เลือกใหม่ลงใน กระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X	X		

5. ห้ามขีดเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ ถ้าต้องการทดหรือบันทึกข้อความใด ๆ ให้เขียนหรือทดลงที่ด้านหลังกระดาษคำตอบ

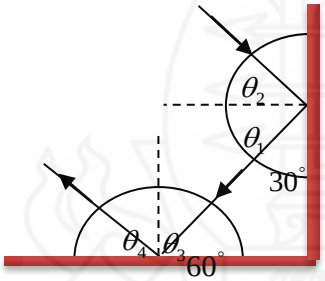
แบบทดสอบวัดผลสมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว32103
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ เวลา 1.00 ชั่วโมง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

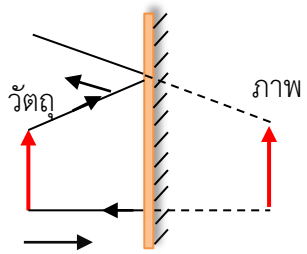
1. ข้อความใดต่อไปนี้ กล่าวถูกต้อง
   ก. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนสำหรับผิวสะท้อนราบเท่านั้น
   ข. เมื่อให้แสงตกกระทบผิวสะท้อนโค้งนูนมุมตกกระทบมากกว่ามุมสะท้อน
   ค. เมื่อให้แสงตกกระทบผิว สะท้อนโค้งเว้ามุมตกกระทบน้อยกว่ามุมสะท้อน
   ง. ไม่ว่าผิวสะท้อนราบ ผิวสะท้อนโค้งนูน และผิวสะท้อนโค้งเว้า มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

2. จากรูปกระจกเงาราบ 2 บาน วางตั้งฉากกันมุม θ_1 และ θ_4 มีค่ากี่องศา

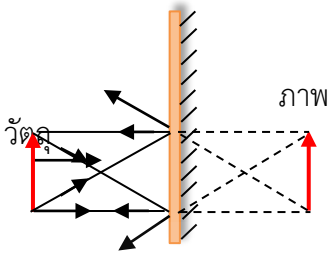


ก. 20° และ 40°
ข. 60° และ 30°
ค. 70° และ 70°
ง. 70° และ 50°

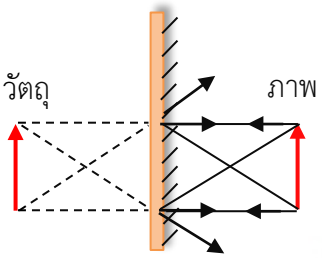
3. รูปในข้อใดแสดงเส้นรังสีการเกิดภาพได้ถูกต้อง



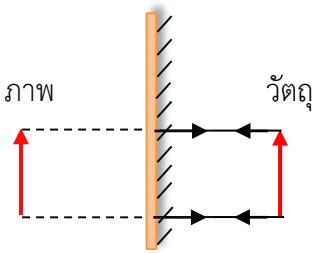
ก.



ข.



ค.



ง.

4. ถ้าชายคนหนึ่งสูง 170 เซนติเมตร และตาของเขาอยู่ต่ำจากส่วนที่สูงที่สุดในร่างกายเป็นระยะ 10 เซนติเมตร มีกระจกราบตั้งอยู่บนพื้นในแนวดิ่ง ขอบล่างของกระจกต้องอยู่ สูงจากพื้นเท่าใด จึงจะทำให้เขามองเห็นเอวซึ่งอยู่ สูงจากพื้น 100 เซนติเมตร

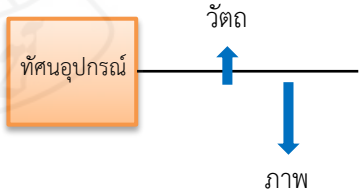
ก. 130 เซนติเมตร ข. 150 เซนติเมตร

ค. 160 เซนติเมตร ง. 170 เซนติเมตร

5. ถ้าวางวัตถุไว้หน้าทัศนอุปกรณ์อย่างง่ายชนิดหนึ่งจะได้ภาพจริงหัวกลับขนาดขยายใหญ่กว่าวัตถุ ดังรูป ทัศนอุปกรณ์อย่างง่ายนี้คือ

ก. กระจกนูน ข. เลนส์นูน

ค. กระจกเว้า ง. เลนส์เว้า



6. รูปปั้นตุ๊กตามีความสูงเท่ากับ 6 เซนติเมตร ถ้านำกระจกเว้าที่มีรัศมีความโค้งเท่ากับ 4 เซนติเมตร วางห่างจากรูปปั้นดังกล่าวเป็นระยะทาง 8 เซนติเมตร ภาพรูปปั้นจะสูงกี่เซนติเมตร

ก. 1.5 เซนติเมตร ข. 2.0 เซนติเมตร

ค. 2.5 เซนติเมตร ง. 3.0 เซนติเมตร

7. วางวัตถุสูง 5 เซนติเมตร ไว้หน้ากระจกโค้งเป็นระยะ 5 เซนติเมตร ได้ภาพเสมือนขนาดสูง 3 เซนติเมตร จงหาความยาวโฟกัสและชนิดของกระจก

ก. – 7.5 เซนติเมตร, กระจกนูน

ข. – 8.5 เซนติเมตร, กระจกนูน

ค. +7.5 เซนติเมตร, กระจกเว้า

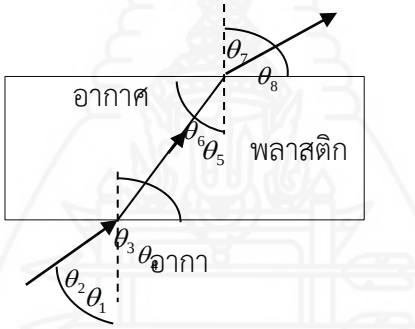
ง. + 8.5 เซนติเมตร, กระจกเว้า

8. เมื่อลำแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางหนึ่งเข้าสู่อีกตัวกลางหนึ่ง ปริมาณใดที่ไม่เปลี่ยนแปลง

ก. ความเข้ม ข. ความยาวคลื่น

ค. ความเร็ว ง. ความถี่

9. จากรูป เมื่อแสงเคลื่อนที่จากพลาสติกเข้าสู่อากาศ มุมตกกระทบและมุมหักเห คือมุมอะไรตามลำดับ



ก. θ_5 และ θ_8 ข. θ_6 และ θ_8

ค. θ_5 และ θ_7 ง. θ_6 และ θ_7

10. แสงความถี่ 5×10^{14} เฮิรตซ์ ในเส้นใยนำแสงมีความยาวคลื่นในเนื้อเส้นใยเท่ากับ 4.50×10^{-7} เมตร จงหาค่าดรรชนีหักเหของเนื้อเส้นใยนำแสงนี้

ก. 1.22 ข. 1.33 ค. 1.52 ง. 1.89

11. จากการทดลองเรื่องการหักเหของแสงพบว่า ถ้าใช้มุมตกกระทบในอากาศเท่ากับ 60 องศา จะเกิดมุมหักเหในของเหลวชนิดหนึ่ง 30 องศา ถ้าเปลี่ยนของเหลวเป็นชนิดที่สอง และใช้มุมตกกระทบในอากาศเท่าเดิม พบว่ามุมหักเหใหม่มีค่า 45 องศา ค่าดัชนีหักเหของของเหลวชนิดที่หนึ่งเป็นกี่เท่าของดัชนีหักเหของของเหลวชนิดที่สอง

ก. 0.7 ข. 1.4 ค. 1.5 ง. 1.7

12. มุมวิกฤติสำหรับสารโปร่งใสชนิดหนึ่งในอากาศมีค่าเท่ากับ 45 องศา ความเร็วแสงในสารโปร่งใสนี้มีค่าเท่าใด (ให้ความเร็วแสงในอากาศ =3.0 x 10^8 เมตร/วินาที)

ก. 2.1 x 10^8 เมตร/วินาที ข. 2.4 x 10^8เมตร/วินาที

ค. 2.7 x 10^8 เมตร/วินาที ง. 3.0 x 10^8 เมตร/วินาที

13. วัตถุอยู่ในน้ำมีความลึกจริงเป็น 4 เมตร เราจะมองเห็นภาพวัตถุนั้นอยู่ลึกกี่เมตร (กำหนดดัชนีหักเหของน้ำ= 4/3)

ก. 5 ข. 4 ค. 3 ง. 2

14. เลนส์นูนมีความยาวโฟกัส 60 เซนติเมตร ถ้านำเลนส์นี้ไปวางบนแท่งพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยม เมื่อแสงจากดวงไฟส่องลงในแนวดิ่ง แสงจะรวมกันเป็นจุดซึ่งต่ำกว่าผิวบนของแท่งพลาสติกเท่าใด ถ้าดรรชนีหักเหของพลาสติกเป็น 1.5

ก. 36 เซนติเมตร ข. 125 เซนติเมตร

ค. 120 เซนติเมตร ง. 90 เซนติเมตร

15. จุดโฟกัสของเลนส์เว้าเกิดจากข้อใดต่อไปนี้

ก. รังสีสะท้อนของแสงขนานไปตัดกัน

ข. เส้นสมมุติที่ลากย้อนหลังของรังสีสะท้อนขนานไปตัดกัน

ค. รังสีหักเหของแสงขนานไปตัดกัน

ง. เส้นสมมุติที่ลากย้อนหลังของรังสีหักเหขนานไปตัดกัน

16. ลำแสงสีเดียวส่องผ่านเลนส์ 2 อัน และรังสีเดินทาง ดังรูป เลนส์ I และเลนส์ II เป็นเลนส์อะไร

ก. เป็นเลนส์นูนทั้งคู่ ข. I เป็นเลนส์นูน II เป็นเลนส์เว้า

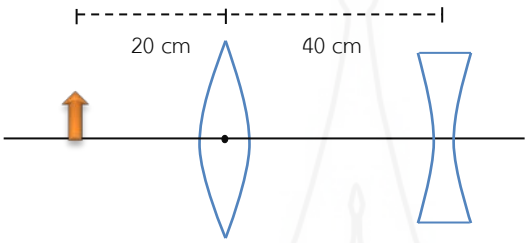
ค. I เป็นเลนส์เว้า II เป็นเลนส์นูน ง. เป็นเลนส์เว้าทั้งคู่

17. วางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัส 4 เซนติเมตร โดยวางที่ตำแหน่ง 20 เซนติเมตรหน้าเลนส์ วัตถุกับภาพอยู่ห่างกันกี่เซนติเมตร

ก. 15 เซนติเมตร ข. 20 เซนติเมตร

ค. 25 เซนติเมตร ง. 30 เซนติเมตร

18. จากรูป จงหาตำแหน่งภาพ ถ้าความยาวโฟกัสเลนส์นูนเท่ากับ 5 เซนติเมตร ของเลนส์เว้า 10 เซนติเมตร



ก. 23 เซนติเมตร ทางขวาเลนส์เว้า ข. 10 เซนติเมตร ทางขวาเลนส์เว้า

ค. 23 เซนติเมตร ทางขวาเลนส์นูน ง. 10 เซนติเมตร ทางขวาเลนส์นูน

19. เลนส์นูนความยาวโฟกัส 30 เซนติเมตร อยู่ห่างจากกระจกเว้ารัศมีความโค้ง 20 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 80 เซนติเมตร ถ้าวางวัตถุหน้าเลนส์นูนเป็นระยะทาง 60 เซนติเมตร จะเกิดภาพจริงหรือภาพเสมือน ณ ตำแหน่งที่ห่างจากกระจกเว้าเท่าใด

ก. ภาพจริง 10 เซนติเมตร ข. ภาพเสมือน 10 เซนติเมตร

ค. ภาพจริง 20 เซนติเมตร ง. ภาพเสมือน 20 เซนติเมตร

20. เมื่อฉายแสงขาวผ่านเกรตติงและปริซึม ผลที่เกิดขึ้นในคำกล่าวต่อไปนี้ ข้อใด**ไม่ถูกต้อง**

ก. อุปกรณ์ทั้งสองสามารถกระจายแสงขาวออกเป็นสีต่าง ๆ เหมือนกัน โดยสีแดงจะมีการเบี่ยงเบนมากที่สุด

ข. การเบี่ยงเบนของแสงสีต่างๆ ในปริซึม เกิดจากความเร็วแสงสีต่าง ๆ มีค่าต่างกัน

ค. การเบี่ยงเบนของแสงสีต่างๆ ในเกรตติงเกิดจากการเลี้ยวเบนและแทรกสอด

ง. การเบี่ยงเบนของแสงสีต่างๆ ในปริซึมจะมีค่ามากขึ้น ถ้าดัชนีหักเหของวัตถุที่นำมาทำปริซึมมีค่าสูง

21. เมื่อแสงเดินทางผ่านบริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันจะเกิดปรากฏการณ์ใด

ก. เกิดการกระจายของแสงเป็นแถบสีต่าง ๆ

ข. เกิดการสะท้อนกลับหมดที่เรียกว่า มิราจ

ค. เกิดการหักเหของแสงกลายเป็นรุ้งกินน้ำ

ง. เกิดการหักเหและสะท้อนกลับหมดภายในผลึกน้ำแข็งกลายเป็นพระอาทิตย์ทรงกลด

22. ข้อใดแสดงลำดับขั้นตอนการเกิดรุ้งปฐมภูมิได้ถูกต้อง

ก. สะท้อน → สะท้อน → หักเห ข. สะท้อน → หักเห → สะท้อน

ค. หักเห → สะท้อน → สะท้อน ง. หักเห → สะท้อน → หักเห

23. แว่นขยายทำด้วยเลนส์นูนความยาวโฟกัส 10 เซนติเมตร ถ้าต้องการใช้ส่องดูวัตถุเพื่อให้เห็นวัตถุใหญ่ขึ้น ควรวางวัตถุให้ห่างจากเลนส์เท่าใด

ก. 7 เซนติเมตร ข. 14 เซนติเมตร

ค. 21 เซนติเมตร ง. 28 เซนติเมตร

24. ภาพที่เกิดในกล้องจุลทรรศน์จะเป็นภาพอะไร

ก. ภาพเสมือนหัวกลับ ข. ภาพเสมือนหัวตั้ง

ค. ภาพจริงหัวกลับ ง. ภาพจริงหัวตั้ง

25. ข้อใดต่อไปนี้เป็นหน้าที่ของเลนส์ใกล้วัตถุของกล้องโทรทรรศน์

ก. สร้างภาพจริงหัวกลับของวัตถุขึ้นข้างในกล้อง

ข. สร้างภาพจริงหัวตั้งของวัตถุขึ้นข้างในกล้อง

ค. สร้างภาพเสมือนหัวกลับของวัตถุขึ้นข้างในกล้อง

ง. สร้างภาพเสมือนหัวตั้งของวัตถุขึ้นข้างในกล้อง

26. หลอดฉายภาพชนิดหนึ่งมีอัตราการให้พลังงานแสงเท่ากับ 1,000 ลูเมน เมื่อใช้ไประยะหนึ่งประสิทธิภาพของหลอดในการให้พลังงานแสงเหลือเพียง 80% ถ้าต้องการฉายภาพให้มีความสว่างเฉลี่ยบนจอ 250 ลักซ์ ภาพที่ฉายจะมีขนาดใหญ่มากที่สุดได้กี่ตารางเมตร

ก. 2.8 ตารางเมตร ข. 3.2 ตารางเมตร

ค. 3.6 ตารางเมตร ง. 4.0 ตารางเมตร

27. เครื่องฉายภาพยนตร์เครื่องหนึ่งให้ความสว่างเฉลี่ยบนจอ 500 ลักซ์ เมื่อฉายที่ระยะห่างจากจอ 10 เมตร ถ้าเลื่อนเครื่องฉายไปเป็น 1.5 เท่าของระยะเดิม ความสว่างบนจอจะเป็นเท่าใด

ก. 220 ลักซ์ ข. 240 ลักซ์

ค. 260 ลักซ์ ง. 280 ลักซ์

28. ห้องอ่านหนังสือในบ้านต้องมีความสว่างอยู่ที่ระดับใดจึงจะเหมาะสม

ก. 150-300 ลักซ์ ข. 300-750 ลักซ์

ค. 500-1,000 ลักซ์ ง. 5,000-10,000 ลักซ์

29. ดอกไม้ดอกหนึ่งส่องด้วยแสงสีขาว เมื่อมองผ่านแผ่นกรองแสงสีแดงจะเห็นดอกไม้เป็นสีแดง ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีเขียวจะเห็นเป็นสีเขียว ถ้ามองผ่านแผ่นกรองแสงสีเหลืองจะเห็นเป็นสีเหลือง ดอกไม้ดอกนี้มีสีอะไร

ก. น้ำเงิน ข. แดง

ค. เขียว ง. เหลือง

30. นายสมชายชวนเพื่อนไปเที่ยวดิสโก้เธค เพื่อนของเขาสวมหมวกสีเขียว เสื้อสีขาวมีลายมังกรสีแดง ในดิสโก้เธคใช้แสงสว่างจากหลอดไฟสีเขียว นายสมชายจะเห็นเพื่อนของเขาแต่งตัวอย่างไร

ก. หมวกสีเขียว เสื้อสีเขียว ลายมังกรสีดำ ข. หมวกสีเขียว เสื้อสีเขียว ลายมังกรสีเขียว

ค. หมวกสีขาว เสื้อสีเขียว ลายมังกรสีเหลือง ง. หมวกสีขาว เสื้อสีเขียว ลายมังกรสีเขียว

ตารางผนวกที่ 2 ตารางเฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์

ข้อที่	เฉลยข้อที่ถูก	ข้อที่	เฉลยข้อที่ถูก
1	ง	16	ข
2	ข	17	ค
3	ข	18	ข
4	ก	19	ง
5	ค	20	ก
6	ข	21	ข
7	ก	22	ง
8	ง	23	ก
9	ค	24	ค
10	ข	25	ก
11	ข	26	ข
12	ก	27	ก
13	ค	28	ค
14	ง	29	ง
15	ง	30	ก

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาจำแนก แยกแยะ แจกแจงองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนๆ โดยมีเหตุผลประกอบเพื่อยืนยันความถูกต้อง

จากการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน ซึ่งได้แบ่งความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านจำแนก เป็นความสามารถในการจำแนกแยกแยะส่วนต่างๆ และเหตุการณ์ที่มีความเหมือนกันและแตกต่างกัน ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์
2. ด้านการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดลำดับ ประเภท และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงเข้าด้วยกัน
3. ด้านการสรุป เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลเก่าและข้อมูลใหม่สู่การสรุปอย่างมีเหตุผลเป็นประเด็นต่างๆ โดยด้านการสรุปอย่างมีเหตุผล
4. ด้านการประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ ทฤษฎี มาใช้ในสถานการณ์ใหม่
5. ด้านการคาดการณ์ เป็นความสามารถในการคาดเดาสิ่งที่เกิดในอนาคต โดยใช้ความรู้และประสบการณ์จากสถานการณ์เดิม

นางสาวอาริสา สุปน

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้ วัดตรงตามความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่านโดยทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

ทำเครื่องหมาย ☐ ในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนการคิดวิเคราะห์

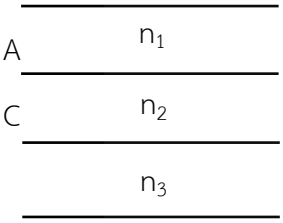
ทำเครื่องหมาย ☐ ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนการคิดวิเคราะห์

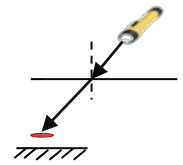
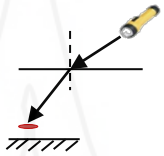
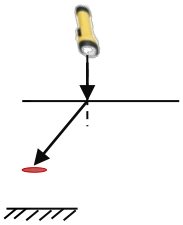
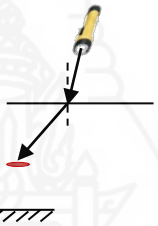
ทำเครื่องหมาย ☐ ในช่อง -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนการคิดวิเคราะห์

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. เนื่องจากแสงสว่างมีแหล่งกำเนิดแสงต่างกัน เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ และเทียนไข ดังนั้นอัตราเร็วของแสงในอากาศจากแหล่งกำเนิดดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบกันเป็นอย่างไร (ด้านการจำแนก) ก. เท่ากัน ข. ไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วแสงจากดวงอาทิตย์มากที่สุด รองลงมาหลอดไฟ และเทียนไขตามลำดับ ค. ไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วแสงจากดวงอาทิตย์เท่ากับหลอดไฟ แต่มากกว่าอัตราเร็วแสงของเทียนไข ง. ไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วแสงจากหลอดไฟเท่ากับเทียนไข แต่น้อยกว่าอัตราเร็วแสงของดวงอาทิตย์ (เฉลยข้อ ก)				
2. ข้อใดเป็นลักษณะการสะท้อนของแสง (ด้านการจำแนก) ก. เห็นเงาตัวเองในน้ำ ข. เห็นหลอดคดงอในน้ำ ค. เห็นขาคนผิดรูปร่างในน้ำ ง. เห็นพื้นสระน้ำตื้นกว่าความเป็นจริง (เฉลยข้อ ก)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
3. ภาพที่เกิดจากกระจกเว้าอาจเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน นักเรียนคิดว่าภาพจริงกับภาพเสมือน**แตกต่าง**กันอย่างไร (ด้านการสรุป) ก. ภาพจริงหัวตั้งใช้ฉากรับได้ แต่ภาพเสมือนหัวกลับใช้ฉากรับไม่ได้ ข. ภาพจริงหัวตั้งใช้ฉากรับไม่ได้ แต่ภาพเสมือนหัวกลับใช้ฉากรับได้ ค. ภาพจริงหัวกลับใช้ฉากรับได้ แต่ภาพเสมือนหัวตั้งใช้ฉากรับไม่ได้ ง. ภาพจริงหัวกลับใช้ฉากรับไม่ได้ แต่ภาพเสมือนหัวตั้งใช้ฉากรับได้ (เฉลยข้อ ค)				
4. ถ้านักเรียนต้องการมองเห็นภาพตนเองจากกระจกเงาราบแบบเต็มตัวโดยใช้กระจกอย่างประหยัดที่สุดจะต้องทำอย่างไร (ด้านการประยุกต์) ก. ยืนอยู่ห่างจากกระจกเท่ากับความสูงของคน ข. ยืนอยู่ห่างจากกระจกให้มากที่สุด ค. ใช้กระจกสูงครึ่งหนึ่งของคน ง. ใช้กระจกสูงเท่าคน (เฉลยข้อ ค)				
5. ปูนปั้นทรงกลมลูกหนึ่งมีแผ่นสแตนเลสหุ้มอยู่ แผ่นสเตนเลสมีผิวเรียบมากและสะท้อนแสงได้ดีเหมือนกระจกนูน ถ้านักเรียนยืนห่างจากปูนปั้นลูกนี้มากกว่าระยะสองเท่าของความยาวโฟกัสของกระจกนูนนี้นักเรียนจะเห็นภาพของตนเองในกระจกเป็นอย่างไร (ด้านคาดการณ์) ก. ผอมลงและยืนหัวตั้ง ข. อ้วนขึ้นและยืนหัวตั้ง ค. ผอมลงและยืนหัวกลับ ง. อ้วนขึ้นและยืนกลับหัว (เฉลยข้อ ก)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
6. อุปกรณ์ประเภทใดที่เราสามารถนำมาช่วยในระบบรวมแสงได้ถูกต้องที่สุด (ด้านการจัดหมวดหมู่) ก. กระจกเว้า , เลนส์เว้า ข. กระจกเว้า , เลนส์นูน ค. กระจกนูน , เลนส์เว้า ง. กระจกนูน , เลนส์นูน (เฉลยข้อ ข)				
7. ถ้านักเรียนต้องการภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นภาพเสมือนกำลังขยายมากๆ ควรใช้กระจกชนิดใดอย่างไร โดยวางวัตถุห่างจากโฟกัสเป็นระยะคงที่ค่าหนึ่ง (ด้านการประยุกต์) ก. กระจกนูน วางวัตถุระหว่างจุดโฟกัสกับกระจก ข. กระจกนูน วางวัตถุระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้งกับจุดโฟกัส ค. กระจกเว้า วางวัตถุระหว่างจุดโฟกัสกับกระจก ค. กระจกเว้า วางวัตถุระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้งกับจุดโฟกัส (เฉลยข้อ ค)				
8. จากภาพเหตุการณ์ “นักเรียนมองเห็นปลาในน้ำที่ตำแหน่งที่ 2 นักเรียนจะเลือกแทงฉมวกที่ตำแหน่งใด จึงจะมีโอกาสจับปลาได้ ” (ด้านการสรุป) ก. ตำแหน่งที่ 1 ข. ตำแหน่งที่ 2 ค. ตำแหน่งที่ 3 ง. ตำแหน่งที่ 4 (เฉลยข้อ ค)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
9. ข้อใดอธิบายการเปลี่ยนทางเดินแสงจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นไม่เท่ากันอย่างไร (ด้านการสรุป) ก. แสงเปลี่ยนความเร็วและความถี่ ข. ความเร็ว ความยาวคลื่นและความถี่ของแสงเปลี่ยนแปลง ค. เปลี่ยนเฉพาะความถี่อย่างเดียว ง. เปลี่ยนความเร็วและความยาวคลื่น (เฉลยข้อ ง)				
10. แผ่นตัวกลางโปรงใสสามชนิด มีดัชนีหักเห n_1, n_2 และ n_3 วางซ้อนกัน ดังรูป  ให้แสงตกกระทบในแผ่นแก้วแรกที่มีดัชนีหักเห n_1แล้วผ่านต่อไปยังแผ่นที่สองและสามได้ ถ้าต้องการให้การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นได้เฉพาะที่ผิว CD เท่านั้น ดัชนีหักเหทั้งสามค่าจะมีความสัมพันธ์ดังข้อใด(ด้านการประยุกต์) ก. $n_1 > n_2 > n_3$ ข. $n_1 < n_2 < n_3$ ค. $n_1 > n_2 < n_3$ ง. $n_1 < n_2 > n_3$ (เฉลยข้อ ง)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
11. สถานการณ์ “ในเวลากลางคืนขณะที่นักเรียนว่ายน้ำในสระว่ายน้ำที่บ้าน นักเรียนทำสร้อยทองหล่นในสระน้ำ และน้ำในสระว่ายน้ำก็มีปริมาณมาก”จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการใช้ไฟฉายส่องหาสร้อยทองที่ก้นสระว่ายน้ำอย่างไร ที่จะทำให้รังสีตกกระทบสร้อยทองมากที่สุด (ด้านการประยุกต์)  ก.  ข.  ค.  ง. (เฉลยข้อ ข)				
12. ถ้าให้แสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านแท่งปริซึม แสงจะหักเหจากปริซึมและจะแยกออกเป็นแถบสีต่างกัน นักเรียนคิดว่าแสงช่วงความยาวคลื่นต่างกันมีอัตราเร็วของแสงเปรียบเทียบกันอย่างไร (ด้านการสรุป) ก. อัตราเร็วเท่ากันทุกช่วงความยาวคลื่น ข. อัตราเร็วไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วของแสงที่มีความยาวคลื่นน้อยจะมีอัตราเร็วมากกว่าแสงที่มีความยาวคลื่นมาก ค. อัตราเร็วไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วของแสงที่มีความยาวคลื่นมากจะมีอัตราเร็วมากกว่าแสงที่มีความยาวคลื่นน้อย ง. อัตราเร็วไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่หักเหผ่านปริซึม (เฉลยข้อ ค)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
13. นายสมศักดิ์หาปลาอยู่ริมน้ำ เป็นปลาตัวหนึ่งในน้ำนิ่งลึกลงไป 20 เซนติเมตร น้ำมีค่าดัชนีหักเห 1.3 ถ้านายสมศักดิ์มีมุมมองเห็นปลาทำมุม 30 องศากับแนวราบ และในขณะเดียวกันปลาจะเห็นนายสมศักดิ์ด้วยเช่นกัน ข้อความใดต่อไปนี้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด (ด้านการประยุกต์) ก. ปลามองเห็นนายสมศักดิ์โตกว่าตัวจริง และนายสมศักดิ์มองเห็นปลาเล็กกว่าตัวจริง ข. ปลามองเห็นนายสมศักดิ์เล็กกว่าตัวจริง และนายสมศักดิ์มองเห็นปลาโตกว่าตัวจริง ค. ปลามองเห็นนายสมศักดิ์โตกว่าตัวจริง และนายสมศักดิ์มองเห็นปลาโตกว่าตัวจริง ง. ปลามองเห็นนายสมศักดิ์เล็กกว่าตัวจริง และนายสมศักดิ์มองเห็นปลาเล็กกว่าตัว (เฉลยข้อ ก)				
14. ถ้านักเรียนนำกระดาษทึบแสงมาปิดช่วงครึ่งซ้ายของเลนส์ที่ทำให้เกิดภาพของวัตถุบนฉาก นักเรียนคิดว่าภาพที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร (ด้านการคาดการณ์) ก. ภาพของวัตถุจะหายไป ข. ภาพซีกซ้ายของวัตถุจะหายไป ค. ภาพซีกขวาของวัตถุจะหายไป ง. ภาพของวัตถุจะครบทุกส่วน (เฉลยข้อ ง)				
15. เมื่อนักเรียนเลื่อนเทียนไขซึ่งอยู่หน้าเลนส์นูนจากจุดซึ่งไกลมากเข้ามาสู่จุดโฟกัสของเลนส์นูน ภาพที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะดังข้อใด (ด้านการคาดการณ์) ก. เป็นภาพจริงหัวกลับขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ แล้วหายไป ข. เป็นภาพจริงหัวกลับขนาดเล็กลงเรื่อยๆ แล้วหายไป ค. เป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ง. เป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ (เฉลยข้อ ก)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
16. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของเลนส์ (ด้านการจำแนก) ก. เลนส์นูน ภาพจริงหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ข. เลนส์นูน ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ ค. เลนส์เว้า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ ง. เลนส์เว้า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ (เฉลยข้อ ค)				
17. มองยอดหน้าผาที่อยู่ไกลออกไป 100 เมตร ผ่านเลนส์นูนความยาวโฟกัส 0.15 เมตร และให้เลนส์อยู่ ห่างจากตา 0.60 เมตร ถ้าภาพยอดหน้าผาเมื่อมองด้วยตาเปล่าเป็นดังนี้ ภาพยอดหน้าผาที่เห็นผ่านเลนส์จะเป็นดังข้อใด (ด้านการประยุกต์) ก ข ค ง (เฉลยข้อ ข)				
18. ถ้านักเรียนต้องการภาพเสมือนขนาดโตกว่าวัตถุ นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ในข้อใด (ด้านการจัดหมวดหมู่) ก. กระจกเว้า เลนส์เว้า ข. กระจกเว้า เลนส์นูน ค. กระจกนูน เลนส์เว้า ง. กระจกนูน เลนส์นูน (เฉลยข้อ ข)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
19. หลังจากฝนตกเมื่อนักเรียนหันหลังให้กับดวงอาทิตย์จะเห็นแถบสีเป็นรูปโค้งที่เรียกว่า รุ้งกินน้ำ นักเรียนคิดว่ารุ้งกินน้ำเกิดจากปรากฏการณ์หรือสมบัติใดของแสง (ด้านการสรุป) ก. การสะท้อนของแสง ข. การหักเหของแสง ค. การสะท้อนและการหักเหของแสง ง. การเลี้ยวเบนของแสง (เฉลยข้อ ค)				
20. ข้อใดเป็นการจัดกลุ่มสมบัติของแสงได้ถูกต้อง (ด้านการจัดหมวดหมู่) ก. รุ้งกินน้ำ การกระจายแสง ข. มิราจ การทรงกรด ค. การทรงกรด รุ้งกินน้ำ ง. รุ้งกินน้ำ มิราจ (เฉลยข้อ ค)				
21. จากสถานการณ์ " เมื่อหนูนิดเป่าฟองสบู่ให้ลอยในอากาศบริเวณที่มีแสงแดด แล้วเห็นสีในฟองสบู่" การทดลองนี้แสดงข้อเท็จจริงในข้อใด ก. ฟองสบู่ประกอบด้วยแสงสีต่างๆ ข. แสงอาทิตย์ประกอบด้วยแสงสีต่างๆ ค. แสงไฟประกอบแสงสีต่างๆ ง. ในอากาศประด้วยแสงสีต่างๆ (เฉลยข้อ ข)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
22. เมื่อต้องการดูของที่มีขนาดเล็กเรามักจะใช้ “แว่นขยาย” ซึ่งทำด้วยเลนส์นูน เพราะภาพที่เกิดจากการวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนมีความชัดขึ้นเพราะอะไร (ด้านการสรุป) ก. มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ ข. เป็นภาพเสมือนเสมอ ค. เป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน และมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ ง. เป็นภาพเสมือนขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่ระยะวัตถุช่วงหนึ่ง (เฉลยข้อ ง)				
23. กล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง ประกอบด้วยเลนส์นูนสองตัว ทั้งเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตากำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์จะมีค่ามากหรือน้อย เลนส์ทั้งสองตัวควรจะมีลักษณะอย่างไร ก. เลนส์ใกล้วัตถุมีทางยาวโฟกัสสั้น เลนส์ใกล้ตามีทางยาวโฟกัสสั้น ข. เลนส์ใกล้วัตถุมีทางยาวโฟกัสสั้น เลนส์ใกล้ตามีทางยาวโฟกัสยาว ค. เลนส์ใกล้วัตถุมีทางยาวโฟกัสยาว เลนส์ใกล้ตามีทางยาวโฟกัสสั้น ง. เลนส์ใกล้วัตถุมีทางยาวโฟกัสยาว เลนส์ใกล้ตามีทางยาวโฟกัสยาว (เฉลยข้อ ค)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
24. ข้อใดอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดภาพกับทัศนอุปกรณ์ได้ถูกต้องที่สุด (ด้านการสรุป) ก. ภาพที่มองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์เป็นภาพจริงหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ข. ภาพที่เกิดในระนาบฟิล์มของกล้องถ่ายรูปเป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ ค. ภาพที่เห็นจากแว่นขยายเมื่อระยะวัตถุสั้นกว่าความยาวโฟกัสเป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ ง. ภาพที่มองเห็นจากกล้องโทรทรรศน์เป็นภาพจริงหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ (เฉลยข้อ ข)				
25. กล้องจุลทรรศน์และกล้องโทรทรรศน์เป็นทัศนอุปกรณ์ที่ช่วยในการมองเห็น นักเรียนคิดว่ากล้องจุลทรรศน์กับกล้องโทรทรรศน์ มีการใช้ต่างกันอย่างไร (ด้านการจำแนก) ก. กล้องจุลทรรศน์ใช้ดูวัตถุที่มีขนาดเล็ก กล้องโทรทรรศน์ใช้ดูวัตถุระยะไกล ข. กล้องจุลทรรศน์ใช้ดูวัตถุระยะไกล กล้องโทรทรรศน์ใช้ดูวัตถุที่มีขนาดเล็ก ค. กล้องจุลทรรศน์ใช้ดูวัตถุระยะใกล้ กล้องโทรทรรศน์ใช้ดูวัตถุที่มีขนาดเล็ก ง. กล้องจุลทรรศน์ใช้ดูวัตถุที่มีขนาดเล็ก กล้องโทรทรรศน์ใช้ดูวัตถุระยะใกล้ (เฉลยข้อ ก)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
26. สถานการณ์ “ในการออกใบอนุญาตใบขับขี่รถยนต์และรถจักรยานยนต์ จะต้องผ่านการตรวจสายตา และตาบอดสี” จากสถานการณ์ข้างต้นนี้ นักเรียนคิดว่าตาบอดสีอะไรจึงจะสอบผ่านได้ใบขับขี่รถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ได้ (ด้านการสรุป) ก. ตาบอดสีน้ำเงิน ข. ตาบอดสีเขียว ค. ตาบอดสีแดง ง. ตาบอดสีเหลือง (เฉลยข้อ ก)				
27. ถ้าสมศรีตาอักเสบ ทำให้ต้องปิดตาข้างหนึ่ง พบว่าสมศรีขับรถไปชนท้ายรถคันหน้า ทั้งที่ก่อนหน้านี้สมศรีเป็นนักขับรถมือหนึ่งมีประสบการณ์มาตั้ง 5 ปี น่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร ก. ตาบอดสี ข. เห็นภาพไม่ชัด ค. กะระยะผิด ง. มองไม่เห็น (เฉลยข้อ ก)				
28. ฉายแสงสีขาวกระทบวัตถุ A และวัตถุ B ซึ่งวางอยู่ด้วยกัน มองเห็นวัตถุ A สีเหลือง ส่วนวัตถุ B เห็นเป็นสีขาว หากฉายแสงสีเขียวแทนแสงสีขาว จะมองเห็นเป็นเช่นไร (ด้านการสรุป) ก. เห็นวัตถุ A และ B สีเขียว ข. เห็นวัตถุ A สีเหลือง วัตถุ B สีขาว ค. เห็นวัตถุ A สีดำ และวัตถุ B สีเขียว ง. เห็นวัตถุทั้ง A และ B สีดำ (เฉลยข้อ ค)				

ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
29. เลนส์แว่นตาสำหรับคนตายาวทำหน้าที่ต่อผู้ใส่แว่นนั้นอย่างไร (ด้านการสรุป) ก. ย้ายวัตถุที่ระยะ 25 เซนติเมตร จากตาไปไว้ที่ระยะใกล้สุดที่ตาเปล่ามองเห็นชัด ข. ย้ายวัตถุที่ระยะ 25 เซนติเมตร จากตาไปไว้ที่อนันต์ ค. ย้ายวัตถุที่ระยะอนันต์มาไว้ที่ระยะใกล้สุดที่ตาเปล่ามองเห็นชัด ง. ย้ายวัตถุที่ระยะอนันต์มาไว้ที่ระยะไกลสุดที่ตาเปล่ามองเห็นชัด (เฉลยข้อ ก)				
30. ถ้าเรามองวัตถุในที่ที่มีแสงสว่างน้อยเกินไป สิ่งที่ไม่เกิดคืออะไร ก. กล้ามเนื้อตาทำงานหนักมาก ข. อาจทำให้สายตาเกิดความผิดปกติได้ เช่น สายตาสั้น ค. เรามองเห็นสีของวัตถุมีความชัดเจนจนแยกสีได้ ง. เราไม่สามารถแยกสีของวัตถุได้และเห็นภาพไม่ชัดเจน (เฉลยข้อ ค)				

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ วิชาฟิสิกส์ 3
เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที

3. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง ข้อ 0 วัตถุที่เกิดการสะท้อนแสงได้ดีควรมีลักษณะอย่างไร

ก. ผิวเรียบ
ข. ผิวมัน
ค. ขรุขระบาง
ง. ขรุขระมัน

ตัวอย่างการตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้เขียนเครื่องหมาย I ทับเครื่องหมาย X ให้ชัดเจนในกระดาษคำตอบก่อน แล้วค่อยเขียนเครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าข้อความที่เลือกใหม่ลงในกระดาษคำตอบดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X	X		

5. ห้ามขีดเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ ถ้าต้องการทดหรือบันทึกข้อความใด ๆ ให้เขียนหรือทดลงที่ด้านหลังกระดาษคำตอบ

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว32103
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

1. เนื่องจากแสงสว่างมีแหล่งกำเนิดแสงต่างกัน เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ และเทียนไข ดังนั้น อัตราเร็วของแสงในอากาศจากแหล่งกำเนิดดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบกันเป็นอย่างไร (ด้านการจำแนก)

ก. เท่ากัน
ข. ไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วแสงจากดวงอาทิตย์มากที่สุด รองลงมาหลอดไฟ และเทียนไข ตามลำดับ
ค. ไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วแสงจากดวงอาทิตย์เท่ากับหลอดไฟ แต่มากกว่าอัตราเร็วแสงของเทียนไข
ง. ไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วแสงจากหลอดไฟเท่ากับเทียนไข แต่น้อยกว่าอัตราเร็วแสงของดวงอาทิตย์

2. ข้อใดเป็นลักษณะการสะท้อนของแสง (ด้านการจำแนก)

ก. เห็นเงาตัวเองในน้ำ ข. เห็นหลอดคดงอในน้ำ
ค. เห็นขาคนผิดรูปร่างในน้ำ ง. เห็นพื้นสระน้ำตื้นกว่าความเป็นจริง

3. ภาพที่เกิดจากกระจกเว้าอาจเป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน นักเรียนคิดว่าภาพจริงกับภาพเสมือนแตกต่างกันอย่างไร (ด้านการสรุป)

ก. ภาพจริงหัวตั้งใช้ฉากรับได้ แต่ภาพเสมือนหัวกลับใช้ฉากรับไม่ได้
ข. ภาพจริงหัวตั้งใช้ฉากรับไม่ได้ แต่ภาพเสมือนหัวกลับใช้ฉากรับได้
ค. ภาพจริงหัวกลับใช้ฉากรับได้ แต่ภาพเสมือนหัวตั้งใช้ฉากรับไม่ได้
ง. ภาพจริงหัวกลับใช้ฉากรับไม่ได้ แต่ภาพเสมือนหัวตั้งใช้ฉากรับได้

4. ถ้านักเรียนต้องการมองเห็นภาพตนเองจากกระจกเงาราบแบบเต็มตัวโดยใช้กระจกอย่างประหยัดที่สุด จะต้องทำอย่างไร (ด้านการประยุกต์)

ก. ยืนอยู่ห่างจากกระจกเท่ากับความสูงของคน

ข. ยืนอยู่ห่างจากกระจกให้มากที่สุด

ค. ใช้กระจกสูงครึ่งหนึ่งของคน

ง. ใช้กระจกสูงเท่าคน

5. ปูนปั้นทรงกลมลูกหนึ่งมีแผ่นสแตนเลสหุ้มอยู่ แผ่นสเตนเลสมีผิวเรียบมากและสะท้อนแสงได้ดีเหมือนกระจกนูน ถ้านักเรียนยืนห่างจากปูนปั้นลูกนี้มากกว่าระยะสองเท่าของความยาวโฟกัสของกระจกนูนนี้ นักเรียนจะเห็นภาพของตนเองในกระจกเป็นอย่างไร (ด้านคาดการณ์)

ก. ผอมลงและยืนหัวตั้ง ข. อ้วนขึ้นและยืนหัวตั้ง

ค. ผอมลงและยืนหัวกลับ ง. อ้วนขึ้นและยืนกลับหัว

6. อุปกรณ์ประเภทใดที่เราสามารถนำมาช่วยในระบบรวมแสงได้ถูกต้องที่สุด (ด้านการจัดหมวดหมู่)

ก. กระจกเว้า , เลนส์เว้า ข. กระจกเว้า , เลนส์นูน

ค. กระจกนูน , เลนส์เว้า ง. กระจกนูน , เลนส์นูน

7. ถ้านักเรียนต้องการภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้งเป็นภาพเสมือนกำลังขยายมากๆ ควรใช้กระจกชนิดใดอย่างไร โดยวางวัตถุห่างจากโฟกัสเป็นระยะคงที่ค่าหนึ่ง (ด้านการประยุกต์)

ก. กระจกนูน วางวัตถุระหว่างจุดโฟกัสกับกระจก

ข. กระจกนูน วางวัตถุระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้งกับจุดโฟกัส

ค. กระจกเว้า วางวัตถุระหว่างจุดโฟกัสกับกระจก

ง. กระจกเว้า วางวัตถุระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้งกับจุดโฟกัส

8. จากภาพเหตุการณ์ “นักเรียนมองเห็นปลาในน้ำที่ตำแหน่งที่ 2 นักเรียนจะเลือกแทงฉมวกที่ตำแหน่งใด จึงจะมีโอกาสจับปลาได้ ” (ด้านการสรุป)

ก. ตำแหน่งที่ 1

ข. ตำแหน่งที่ 2

ค. ตำแหน่งที่ 3

ง. ตำแหน่งที่ 4

9. ข้อใดอธิบายการเปลี่ยนทางเดินแสงจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นไม่เท่ากันอย่างไร (ด้านการสรุป)

ก. แสงเปลี่ยนความเร็วและความถี่

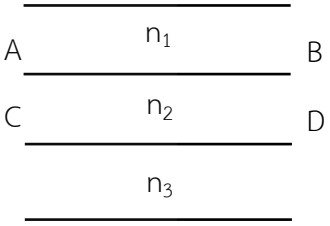
ข. ความเร็ว ความยาวคลื่นและความถี่ของแสงเปลี่ยนแปลง

ค. เปลี่ยนเฉพาะความถี่อย่างเดียว

ง. เปลี่ยนความเร็วและความยาวคลื่น

10. แผ่นตัวกลางโปรงใสสามชนิด มีดัชนีหักเห n1, n2 และ n3 วางซ้อนกัน ดังรูป

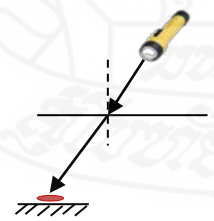
ให้แสงตกกระทบในแผ่นแก้วแรกที่มีดัชนีหักเห n_1แล้วผ่านต่อไปยังแผ่นที่สองและสามได้ ถ้าต้องการให้การสะท้อนกลับหมดเกิดขึ้นได้เฉพาะที่ผิว CD เท่านั้น ดัชนีหักเหทั้งสามค่าจะมีความสัมพันธ์ดังข้อใด(ด้านการประยุกต์)



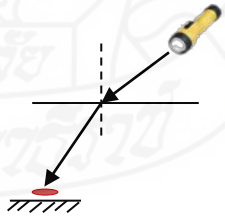
ก. n1 > n2 > n3 ข. n1 < n2 < n3

ค. n1 > n2 < n3 ง. n1 < n2 > n3

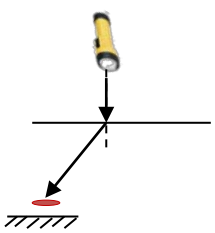
11. สถานการณ์ “ในเวลากลางคืนขณะที่นักเรียนว่ายน้ำในสระว่ายน้ำที่บ้าน นักเรียนทำสร้อยทองหล่นในสระน้ำ และน้ำในสระว่ายน้ำก็มีปริมาณมาก”จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการใช้ไฟฉายส่องหาสร้อยทองที่ก้นสระว่ายน้ำอย่างไร ที่จะทำให้รังสีตกกระทบสร้อยทองมากที่สุด (ด้านการประยุกต์)



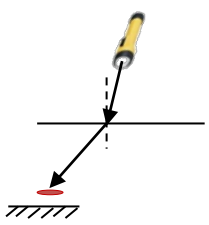
ก



ข



ค



ง

12. ถ้าให้แสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านแท่งปริซึม แสงจะหักเหจากปริซึมและจะแยกออกเป็นแถบสีต่างกัน นักเรียนคิดว่าแสงช่วงความยาวคลื่นต่างกันมีอัตราเร็วของแสงเปรียบเทียบกันอย่างไร (ด้านการสรุป)

ก. อัตราเร็วเท่ากันทุกช่วงความยาวคลื่น

ข. อัตราเร็วไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วของแสงที่มีความยาวคลื่นน้อยจะมีอัตราเร็วมากกว่าแสงที่มีความยาวคลื่นมาก

ค. อัตราเร็วไม่เท่ากัน โดยอัตราเร็วของแสงที่มีความยาวคลื่นมากจะมีอัตราเร็วมากกว่าแสงที่มีความยาวคลื่นน้อย

ง. อัตราเร็วไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่หักเหผ่านปริซึม

13. นายสมศักดิ์หาปลาอยู่ริมน้ำ เป็นปลาตัวหนึ่งในน้ำนิ่งลึกลงไป 20 เซนติเมตร น้ำมีค่าดัชนีหักเห 1.3 ถ้านายสมศักดิ์มีมุมมองเห็นปลาทำมุม 30 องศากับแนวราบ และในขณะเดียวกันปลาจะเห็นนายสมศักดิ์ด้วยเช่นกัน ข้อความใดต่อไปนี้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด (ด้านการประยุกต์)

ก. ปลามองเห็นนายสมศักดิ์โตกว่าตัวจริง และนายสมศักดิ์มองเห็นปลาเล็กกว่าตัวจริง

ข. ปลามองเห็นนายสมศักดิ์เล็กกว่าตัวจริง และนายสมศักดิ์มองเห็นปลาโตกว่าตัวจริง

ค. ปลามองเห็นนายสมศักดิ์โตกว่าตัวจริง และนายสมศักดิ์มองเห็นปลาโตกว่าตัวจริง

ง. ปลามองเห็นนายสมศักดิ์เล็กกว่าตัวจริง และนายสมศักดิ์มองเห็นปลาเล็กกว่าตัว

14. ถ้านักเรียนนำกระดาษทึบแสงมาปิดช่วงครึ่งซ้ายของเลนส์ที่ทำให้เกิดภาพของวัตถุบนฉาก นักเรียนคิดว่าภาพที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร (ด้านการคาดการณ์)

ก. ภาพของวัตถุจะหายไป

ข. ภาพซีกซ้ายของวัตถุจะหายไป

ค. ภาพซีกขวาของวัตถุจะหายไป

ง. ภาพของวัตถุจะครบทุกส่วน

15. เมื่อนักเรียนเลื่อนเทียนไขซึ่งอยู่หน้าเลนส์นูนจากจุดซึ่งไกลมากเข้ามาสู่จุดโฟกัสของเลนส์นูน ภาพที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะดังข้อใด (ด้านการคาดการณ์)

ก. เป็นภาพจริงหัวกลับขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ แล้วหายไป

ข. เป็นภาพจริงหัวกลับขนาดเล็กลงเรื่อยๆ แล้วหายไป

ค. เป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ง. เป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ

16. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของเลนส์ (ด้านการจำแนก)

ก. เลนส์นูน ภาพจริงหัวกลับ ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ข. เลนส์นูน ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

ค. เลนส์เว้า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดเล็กกว่าวัตถุ

ง. เลนส์เว้า ภาพเสมือนหัวตั้ง ขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

17. มองยอดหน้าผาที่อยู่ไกลออกไป 100 เมตร ผ่านเลนส์นูน ความยาวโฟกัส 0.15 เมตร และให้เลนส์อยู่ ห่างจากตา 0.60 เมตร ถ้าภาพยอดหน้าผาเมื่อมองด้วยตาเปล่าเป็นดังนี้ ภาพยอดหน้าผาที่เห็นผ่านเลนส์จะเป็นดังข้อใด(ด้านการประยุกต์)

ก

ข

ค

ง

18. ถ้านักเรียนต้องการภาพเสมือนขนาดโตกว่าวัตถุ นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ในข้อใด (ด้านการจัดหมวดหมู่)

ก. กระจกเว้า เลนส์เว้า

ข. กระจกเว้า เลนส์นูน

ค. กระจกนูน เลนส์เว้า

ง. กระจกนูน เลนส์

19. หลังจากฝนตกเมื่อนักเรียนหันหลังให้กับดวงอาทิตย์จะเห็นแถบสีเป็นรูปโค้งที่เรียกว่า รุ้งกินน้ำ นักเรียนคิดว่ารุ้งกินน้ำเกิดจากปรากฏการณ์หรือสมบัติใดของแสง (ด้านการสรุป)

ก. การสะท้อนของแสง

ข. การหักเหของแสง

ค. การสะท้อนและการหักเหของแสง

ง. การเลี้ยวเบนของแสง

20. ข้อใดเป็นการจัดกลุ่มสมบัติของแสงได้ถูกต้อง (ด้านการจัดหมวดหมู่)

ก. รุ้งกินน้ำ การกระจายแสง

ข. มิราจ การทรงกรด

ค. การทรงกรด รุ้งกินน้ำ

ง. รุ้งกินน้ำ มิราจ

21. จากสถานการณ์ " เมื่อหนูนิดเป่าฟองสบู่ให้ลอยในอากาศบริเวณที่มีแสงแดด แล้วเห็นสีในฟองสบู่" การทดลองนี้แสดงข้อเท็จจริงในข้อใด

ก. ฟองสบู่ประกอบด้วยแสงสีต่างๆ

ข. แสงอาทิตย์ประกอบด้วยแสงสีต่างๆ

ค. แสงไฟประกอบแสงสีต่างๆ

ง. ในอากาศประด้วยแสงสีต่างๆ

22. เมื่อต้องการดูของที่มีขนาดเล็กเรามักจะใช้ “แว่นขยาย” ซึ่งทำด้วยเลนส์นูน เพราะภาพที่เกิดจากการวางวัตถุไว้หน้าเลนส์นูนมีความชัดขึ้นเพราะอะไร (ด้านการสรุป)

ก. มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ

ข. เป็นภาพเสมือนเสมอ

ค. เป็นภาพจริงหรือภาพเสมือน และมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุเสมอ

ง. เป็นภาพเสมือนขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่ระยะวัตถุช่วงหนึ่ง

23. กล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง ประกอบด้วยเลนส์นูนสองตัว ทั้งเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตา กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์จะมีค่ามากหรือน้อย เลนส์ทั้งสองตัวควรจะมีลักษณะอย่างไร

ก. เลนส์ใกล้วัตถุมีทางยาวโฟกัสสั้น เลนส์ใกล้ตามีทางยาวโฟกัสสั้น

ข. เลนส์ใกล้วัตถุมีทางยาวโฟกัสสั้น เลนส์ใกล้ตามีทางยาวโฟกัสยาว

ค. เลนส์ใกล้วัตถุมีทางยาวโฟกัสยาว เลนส์ใกล้ตามีทางยาวโฟกัสสั้น

ง. เลนส์ใกล้วัตถุมีทางยาวโฟกัสยาว เลนส์ใกล้ตามีทางยาวโฟกัสยาว

24. ข้อใดอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดภาพกับทัศนอุปกรณ์ได้ถูกต้องที่สุด (ด้านการสรุป)

ก. ภาพที่มองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์เป็นภาพจริงหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ข. ภาพที่เกิดในระนาบฟิล์มของกล้องถ่ายรูปเป็นภาพเสมือนหัวตั้งขนาดเล็กกว่าวัตถุ

ค. ภาพที่เห็นจากแว่นขยายเมื่อระยะวัตถุสั้นกว่าความยาวโฟกัสเป็นภาพเสมือนขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

ง. ภาพที่มองเห็นจากกล้องโทรทรรศน์เป็นภาพจริงหัวตั้งขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

25. กล้องจุลทรรศน์และกล้องโทรทรรศน์เป็นทัศนอุปกรณ์ที่ช่วยในการมองเห็น นักเรียนคิดว่ากล้องจุลทรรศน์กับกล้องโทรทรรศน์ มีการใช้ต่างกันอย่างไร (ด้านการจำแนก)

ก. กล้องจุลทรรศน์ใช้ดูวัตถุที่มีขนาดเล็ก กล้องโทรทรรศน์ใช้ดูวัตถุระยะไกล

ข. กล้องจุลทรรศน์ใช้ดูวัตถุระยะไกล กล้องโทรทรรศน์ใช้ดูวัตถุที่มีขนาดเล็ก

ค. กล้องจุลทรรศน์ใช้ดูวัตถุระยะใกล้ กล้องโทรทรรศน์ใช้ดูวัตถุที่มีขนาดเล็ก

ง. กล้องจุลทรรศน์ใช้ดูวัตถุที่มีขนาดเล็ก กล้องโทรทรรศน์ใช้ดูวัตถุระยะใกล้

26. สถานการณ์ “ในการออกใบอนุญาตใบขับขี่รถยนต์และรถจักรยานยนต์ จะต้องผ่านการตรวจสายตาและตาบอดสี” จากสถานการณ์ข้างต้นนี้ นักเรียนคิดว่าตาบอดสีอะไรจึงจะสอบผ่านได้ใบขับขี่รถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ได้ (ด้านการสรุป)

ก. ตาบอดสีน้ำเงิน ข. ตาบอดสีเขียว

ค. ตาบอดสีแดง ง. ตาบอดสีเหลือง

27. ถ้าสมศรีตาอักเสบ ทำให้ต้องปิดตาข้างหนึ่ง พบว่าสมศรีขับรถไปชนท้ายรถคันหน้าทั้งที่ก่อนหน้านี้ สมศรีเป็นนักขับรถมือหนึ่งมีประสบการณ์มาตั้ง 5 ปี น่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร

ก. ตาบอดสี

ข. เห็นภาพไม่ชัด

ค. กะระยะผิด

ง. มองไม่เห็น

28. ฉายแสงสีขาวกระทบวัตถุ A และวัตถุ B ซึ่งวางอยู่ด้วยกันมองเห็นวัตถุ A สีเหลือง ส่วนวัตถุ B เห็นเป็นสีขาว หากฉายแสงสีเขียวแทนแสงสีขาว จะมองเห็นเป็นเช่นไร (ด้านการสรุป)

ก. เห็นวัตถุ A และ B สีเขียว

ข. เห็นวัตถุ A สีเหลือง วัตถุ B สีขาว

ค. เห็นวัตถุ A สีดำ และวัตถุ B สีเขียว

ง. เห็นวัตถุทั้ง A และ B สีดำ

29. เลนส์แว่นตาสำหรับคนตายาวทำหน้าที่ต่อผู้ใส่แว่นนั้นอย่างไร(ด้านการสรุป)

ก. ย้ายวัตถุที่ระยะ 25 เซนติเมตร จากตาไปไว้ที่ระยะใกล้สุดที่ตาเปล่ามองเห็นชัด

ข. ย้ายวัตถุที่ระยะ 25 เซนติเมตร จากตาไปไว้ที่อนันต์

ค. ย้ายวัตถุที่ระยะอนันต์มาไว้ที่ระยะใกล้สุดที่ตาเปล่ามองเห็นชัด

ง. ย้ายวัตถุที่ระยะอนันต์มาไว้ที่ระยะไกลสุดที่ตาเปล่ามองเห็นชัด

30. ถ้าเรามองวัตถุในที่ที่มีแสงสว่างน้อยเกินไป สิ่งที่ไม่เกิดคืออะไร

ก. กล้ามเนื้อตาทำงานหนักมาก

ข. อาจทำให้สายตาเกิดความผิดปกติได้ เช่น สายตาสั้น

ค. เรามองเห็นสีของวัตถุมีความชัดเจนจนแยกสีได้

ง. เราไม่สามารถแยกสีของวัตถุได้และเห็นภาพไม่ชัดเจน

ตารางผนวกที่ 3 ตารางเฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์

ข้อที่	เฉลยข้อที่ถูก	ข้อที่	เฉลยข้อที่ถูก
1	ก	16	ค
2	ก	17	ข
3	ค	18	ข
4	ค	19	ค
5	ก	20	ค
6	ข	21	ข
7	ค	22	ง
8	ค	23	ค
9	ง	24	ข
10	ง	25	ก
11	ข	26	ก
12	ค	27	ก
13	ก	28	ค
14	ง	29	ก
15	ก	30	ค

ภาคผนวก ง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

ตารางผนวกที่ 4 ตารางผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E จากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	$\bar{X}$	$S.D$	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
1.1	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
สรุปข้อที่ 1					**5.00**	**0.00**	มากที่สุด
2.1	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
2.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
สรุปข้อที่ 2					**4.44**	**0.58**	
3.1	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
3.2	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
สรุปข้อที่ 3					**4.67**	0.38	
4.1	4	4	5	13	4.33	0.38	มาก
4.2	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3	4	5	4	13	4.33	0.38	มาก
4.4	5	4	4	13	4.33	0.38	มาก
4.5	4	4	5	13	4.33	0.38	มาก
4.6	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.7	4	5	4	13	4.33	0.38	มาก
สรุปข้อที่ 4					**4.43**	**0.58**	
5.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
5.3	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
สรุปข้อที่ 5					**4.67**	**0.38**	
6.1	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
6.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.4	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
สรุปข้อที่ 6					**4.58**	**0.72**	
รวมทั้งฉบับ					**4.63**	**0.44**	มากที่สุด

ตารางผนวกที่ 5 ตารางผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	$\bar{X}$	$S.D$	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
1.1	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
1.2	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
1.3	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
1.4	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
1.5	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
1.6	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
สรุปข้อที่ 1					**4.50**	**0.58**	
2.1	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
2.4	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
สรุปข้อที่ 2					**4.53**	**0.58**	
3.1	5	5	4	14	4.67	0.58	มาก
3.2	5	4	4	13	4.33	0.58	มากที่สุด
3.3	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.4	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.5	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.6	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3.7	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
สรุปข้อที่ 3					**4.57**	**0.58**	

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	$\bar{X}$	$S.D$	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
4.1	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
4.3	4	4	4	12	4.00	0.00	มาก
4.4	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
สรุปข้อที่ 4					**4.47**	**0.46**	
5.1	4	4	5	14	4.33	0.58	มากที่สุด
5.2	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
5.3	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
5.4	5	4	4	13	4.33	0.58	มาก
สรุปข้อที่ 5					**4.33**	**0.58**	
เฉลี่ยทั้งฉบับ					**4.48**	**0.55**	มาก

ตารางผนวกที่ 6 ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องกันระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์

ข้อสอบที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
9	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
12	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
16	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
24	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ข้อสอบที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
26	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
29	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
33	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
35	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
37	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง

ตารางผนวกที่ 7 ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อสอบที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
21	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

ข้อสอบที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
26	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
29	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
40	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ตารางผนวกที่ 8 ตารางผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์

ข้อที่	คำตอบ		รวมผู้ตอบถูกทั้งสองกลุ่ม	อำนาจจำแนก	แปลผล	ความยากง่าย	แปลผล
	กลุ่มสูง (H)	กลุ่มต่ำ (L)	H+L	r		P	
1	8	3	11	0.45	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
2	8	4	12	0.36	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้
3	8	2	10	0.55	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
4	6	4	10	0.18	ตัดทิ้ง	0.45	ใช้ได้
5	7	1	8	0.55	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้
6	7	3	10	0.36	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
7	9	2	11	0.64	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
8	6	4	10	0.18	ตัดทิ้ง	0.45	ใช้ได้
9	8	1	9	0.64	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
10	8	3	11	0.45	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
11	8	4	12	0.36	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้
12	5	1	6	0.36	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้
13	8	3	11	0.45	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
14	8	2	10	0.55	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
15	7	5	12	0.18	ตัดทิ้ง	0.55	ใช้ได้
16	9	2	11	0.64	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
17	8	1	9	0.64	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
18	7	2	9	0.45	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
19	7	2	9	0.45	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
20	5	1	6	0.36	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้
21	8	1	9	0.64	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
22	7	3	10	0.36	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
23	7	3	10	0.36	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
24	5	1	6	0.36	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้
25	9	3	12	0.55	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ		รวมผู้ตอบถูกทั้งสองกลุ่ม	อำนาจจำแนก	แปลผล	ความยากง่าย	แปลผล
	กลุ่มสูง (H)	กลุ่มต่ำ (L)	H+L	r		P	
26	8	3	11	0.45	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
27	9	3	12	0.55	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้
28	8	3	11	0.45	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
29	7	4	11	0.27	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
30	8	3	11	0.45	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
31	8	3	11	0.45	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
32	9	4	13	0.45	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้
33	5	1	6	0.36	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้
34	11	5	16	0.55	ใช้ได้	0.73	ใช้ได้
35	8	3	11	0.45	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
36	9	1	10	0.73	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
37	9	6	15	0.27	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้
38	9	2	11	0.64	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
39	9	1	10	0.73	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
40	9	6	15	0.27	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้

ตารางผนวกที่ 9 ตารางผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ทั้งฉบับ

ข้อที่	คำตอบ		รวมผู้ตอบถูกทั้งสองกลุ่ม	อำนาจจำแนก	แปลผล	ความยากง่าย	แปลผล
	กลุ่มสูง (H)	กลุ่มต่ำ (L)	H+L	r		P	
1	8	2	10	0.75	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้
2	6	2	8	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
3	6	3	9	0.38	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
4	7	2	9	0.63	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
5	7	5	12	0.25	ใช้ได้	0.75	ใช้ได้
6	7	2	9	0.63	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
7	5	1	6	0.50	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้
8	8	4	12	0.50	ใช้ได้	0.75	ใช้ได้
9	7	1	8	0.75	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
10	5	2	7	0.38	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
11	6	2	8	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
12	6	1	7	0.63	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
13	6	2	8	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
14	6	3	9	0.38	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
15	5	3	8	0.25	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
16	4	1	5	0.38	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้
17	8	1	9	0.88	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
18	8	2	10	0.75	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้
19	6	2	8	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
20	6	1	7	0.63	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
21	5	0	5	0.63	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้
22	5	0	5	0.63	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้
23	6	3	9	0.38	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
24	8	4	12	0.50	ใช้ได้	0.75	ใช้ได้
25	7	3	10	0.50	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ		รวมผู้ตอบถูกทั้งสองกลุ่ม	อำนาจจำแนก	แปลผล	ความยากง่าย	แปลผล
	กลุ่มสูง (H)	กลุ่มต่ำ (L)	H+L	r		P	
26	7	0	7	0.88	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
27	7	3	10	0.50	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้
28	6	2	8	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
29	6	1	7	0.63	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
30	6	1	7	0.63	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้

ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.31-0.75

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.88

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.93

ตารางผนวกที่ 10 ตารางผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์

ข้อที่	คำตอบ		รวมผู้ตอบถูกทั้งสองกลุ่ม	อำนาจจำแนก	แปลผล	ความยากง่าย	แปลผล
	กลุ่มสูง (H)	กลุ่มต่ำ (L)	H+L	r		P	
1	9	4	13	0.45	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้
2	9	3	12	0.55	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้
3	9	7	16	0.18	ตัดทิ้ง	0.73	ใช้ได้
4	6	1	7	0.45	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้
5	8	2	10	0.55	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
6	8	2	10	0.55	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
7	7	0	7	0.64	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้
8	7	2	9	0.45	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
9	8	2	10	0.55	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
10	9	2	11	0.64	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
11	5	0	5	0.45	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้
12	8	2	10	0.55	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
13	6	1	7	0.45	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้
14	7	1	8	0.55	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้
15	10	8	18	0.18	ตัดทิ้ง	0.82	ตัดทิ้ง
16	7	3	10	0.36	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
17	7	3	10	0.36	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
18	5	1	6	0.36	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้
19	9	2	11	0.64	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
20	9	2	11	0.64	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
21	6	4	10	0.18	ตัดทิ้ง	0.45	ใช้ได้
22	7	2	9	0.45	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
23	6	2	8	0.36	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้
24	6	0	6	0.55	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้
25	7	0	7	0.64	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ		รวมผู้ตอบถูกทั้งสองกลุ่ม	อำนาจจำแนก	แปลผล	ความยากง่าย	แปลผล
	กลุ่มสูง (H)	กลุ่มต่ำ (L)	H+L	r		P	
26	9	5	14	0.36	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้
27	10	5	15	0.45	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้
28	8	4	12	0.36	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้
29	9	7	16	0.18	ตัดทิ้ง	0.73	ใช้ได้
30	7	0	7	0.64	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้
31	9	4	13	0.45	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้
32	9	1	10	0.73	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
33	6	0	6	0.55	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้
34	9	1	10	0.73	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
35	7	3	10	0.36	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
36	9	5	14	0.36	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้
37	10	8	18	0.18	ตัดทิ้ง	0.82	ตัดทิ้ง
38	9	1	10	0.73	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้
39	6	3	9	0.27	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้
40	9	6	15	0.27	ใช้ได้	0.68	ใช้ได้

ตารางผนวกที่ 11 ตารางผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ทั้งฉบับ

ข้อที่	คำตอบ		รวมผู้ตอบถูกทั้งสองกลุ่ม	อำนาจจำแนก	แปลผล	ความยากง่าย	แปลผล
	กลุ่มสูง (H)	กลุ่มต่ำ (L)	H+L	r		P	
1	7	4	11	0.38	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้
2	6	3	9	0.38	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
3	6	2	8	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
4	6	1	7	0.63	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
5	6	3	9	0.38	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
6	5	1	6	0.50	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้
7	5	0	5	0.63	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้
8	7	2	9	0.63	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
9	7	3	10	0.50	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้
10	5	2	7	0.38	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
11	6	3	9	0.38	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
12	5	0	5	0.63	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้
13	6	1	7	0.63	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
14	5	0	5	0.63	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้
15	6	2	8	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
16	6	3	9	0.38	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
17	5	2	7	0.38	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
18	5	0	5	0.63	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้
19	5	1	6	0.50	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้
20	7	3	10	0.50	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้
21	8	4	12	0.50	ใช้ได้	0.75	ใช้ได้
22	6	3	9	0.38	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
23	5	1	6	0.50	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้
24	6	2	8	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้
25	5	2	7	0.38	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ข้อที่	คำตอบ		รวมผู้ตอบถูกทั้งสองกลุ่ม	อำนาจจำแนก	แปลผล	ความยากง่าย	แปลผล
	กลุ่มสูง (H)	กลุ่มต่ำ (L)	H+L	r		p	
26	5	1	6	0.50	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้
27	5	2	7	0.38	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้
28	6	3	9	0.38	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้
29	7	3	10	0.50	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้
30	6	2	8	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้

ความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.31-0.75

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.38-0.63

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.90

ตารางผนวกที่ 12 ตารางผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E แยกตามครั้งที่ทดลอง

กลุ่มการทดลอง	N	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนสอบหลังเรียน		ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม 7E	
		ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	ผลรวม	ค่าเฉลี่ย	E1	E2
1:1	3	141	47.00	138	46.00	78.33	76.67
1:10	10	483	48.30	476	47.60	80.50	79.33
1:30 (กลุ่มตัวอย่าง)	30	1451	48.37	1429	47.63	80.61	79.39

ตารางผนวกที่ 13 ตารางแสดงคะแนนระหว่างเรียน คะแนนหลังเรียนสำหรับการทดลองแบบเดี่ยว (1:1)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน						รวมคะแนนระหว่างเรียน เต็ม 60	คะแนนหลังเรียน เต็ม 60
	ชุดที่ 1 เต็ม 10	ชุดที่ 2 เต็ม 10	ชุดที่ 3 เต็ม 10	ชุดที่ 4 เต็ม 10	ชุดที่ 5 เต็ม 10	ชุดที่ 6 เต็ม 10		
1	8	9	8	8	8	8	49	51
2	8	8	7	8	8	8	47	49
3	7	8	8	7	8	7	45	38
รวม	23	25	23	23	24	23	141	138
เฉลี่ย	7.67	8.33	7.67	7.67	8.00	7.67	47.00	46.00
เฉลี่ยร้อยละ	76.67	83.33	76.67	76.67	80.00	76.67	78.33	76.67
ประสิทธิภาพกระบวนการ = 78.33							ประสิทธิภาพผลลัพธ์ = 76.67	
E_1/E_2 = 78.33/76.67								

ตารางผนวกที่ 14 ตารางแสดงคะแนนระหว่างเรียน คะแนนหลังเรียนสำหรับการทดลองแบบกลุ่ม (1:10)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน						รวมคะแนนระหว่างเรียน เต็ม 60	คะแนนหลังเรียน เต็ม 60
	ชุดที่ 1 เต็ม 10	ชุดที่ 2 เต็ม 10	ชุดที่ 3 เต็ม 10	ชุดที่ 4 เต็ม 10	ชุดที่ 5 เต็ม 10	ชุดที่ 6 เต็ม 10		
1	9	8	9	8	8	8	50	55
2	8	7	8	7	8	8	46	38
3	9	8	8	8	8	8	49	52
4	8	8	8	8	8	8	48	45
5	8	8	8	8	8	8	48	48
6	8	9	9	8	8	8	50	51
7	8	7	8	7	8	8	46	39
8	8	8	9	8	8	8	49	49
9	8	8	8	8	7	8	47	47
10	9	8	9	8	8	8	50	52
รวม	83.00	79.00	84.00	78.00	79.00	80.00	483	476
เฉลี่ย	8.30	7.90	8.40	7.80	7.90	8.00	48.30	47.60
เฉลี่ยร้อยละ	83.00	79.00	84.00	78.00	79.00	80.00	80.50	79.33
ประสิทธิภาพกระบวนการ = 80.50							ประสิทธิภาพผลลัพธ์ = 79.33	
E_1/E_2 = 80.50/79.33								

ตารางผนวกที่ 15 ตารางแสดงคะแนนระหว่างเรียน คะแนนหลังเรียนสำหรับการทดลองแบบ (1:30) กลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน						รวมคะแนนระหว่างเรียน เต็ม 60	คะแนนหลังเรียนเต็ม 60
	ชุดที่ 1 เต็ม 10	ชุดที่ 2 เต็ม 10	ชุดที่ 3 เต็ม 10	ชุดที่ 4 เต็ม 10	ชุดที่ 5 เต็ม 10	ชุดที่ 6 เต็ม 10		
1	8	9	8	8	8	8	49	49
2	8	8	9	8	8	8	49	47
3	8	8	8	8	7	8	47	44
4	8	8	8	8	9	8	49	45
5	8	8	8	8	9	8	49	52
6	8	8	7	8	8	8	47	47
7	8	8	8	7	8	8	47	46
8	8	8	8	8	8	7	47	45
9	8	8	8	9	8	8	49	43
10	9	10	8	9	8	8	52	53
11	8	8	8	8	8	7	47	47
12	8	9	7	8	8	8	48	48
13	8	8	8	8	8	7	47	42
14	8	10	9	9	8	8	52	53
15	9	8	7	8	8	8	48	50
16	8	7	8	8	8	8	47	44
17	9	8	9	8	8	7	49	50
18	9	9	8	8	8	8	50	53
19	8	8	8	8	7	8	47	44
20	8	8	9	8	7	8	48	49
21	8	9	8	8	7	8	48	47
22	9	8	9	8	8	7	49	45
23	8	7	8	8	8	8	47	45
24	8	8	8	7	8	8	47	45
25	8	9	8	8	7	8	48	49

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน						รวมคะแนนระหว่างเรียนเต็ม 60	คะแนนหลังเรียนเต็ม 60
	ชุดที่ 1 เต็ม 10	ชุดที่ 2 เต็ม 10	ชุดที่ 3 เต็ม 10	ชุดที่ 4 เต็ม 10	ชุดที่ 5 เต็ม 10	ชุดที่ 6 เต็ม 10		
26	9	8	9	8	7	8	49	53
27	8	10	8	7	8	8	49	50
28	8	8	7	8	7	8	46	42
29	9	9	8	7	8	8	49	51
30	9	9	8	9	8	8	51	51
รวม	248	251	242	240	235	235	1451	1429
เฉลี่ย	8.27	8.37	8.07	8.00	7.83	7.83	48.37	47.63
เฉลี่ยร้อยละ	82.67	83.67	80.67	80.00	78.33	78.33	80.61	79.39
ประสิทธิภาพกระบวนการ = 80.61							ประสิทธิภาพผลลัพธ์ = 79.39	
E_1/E_2 = 80.61/79.39								

ตารางผนวกที่ 16 ตารางแสดงคะแนนวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E และกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ

คนที่	คะแนนกลุ่มทดลอง(X_1)					คนที่	คะแนนกลุ่มควบคุม (X_2)				
	X_1	X_1^2	คนที่	X_1	X_1^2		X_1	X_1^2	คนที่	X_1	X_1^2
1	24	576	26	26	676	1	15	225	26	19	361
2	24	576	27	25	625	2	11	121	27	16	256
3	23	529	28	22	484	3	18	324	28	19	361
4	24	576	29	26	676	4	15	225	29	13	169
5	26	676	30	25	625	5	22	484	30	21	441
6	23	529	**รวม**	**723**	**17485**	6	18	324	31	14	196
7	22	484				7	13	169	32	16	256
8	23	529				8	17	289	33	21	441
9	22	484				9	11	121	34	15	225
10	26	676				10	18	324	35	20	400
11	25	625				11	17	289	36	19	361
12	24	576				12	14	196	37	12	144
13	22	484				13	13	169	38	16	256
14	27	729				14	12	144	39	21	441
15	25	625				15	17	289	40	13	169
16	23	529				16	14	196	41	15	225
17	25	625				17	19	361	42	13	169
18	26	676				18	15	225	43	18	324
19	23	529				19	9	81	44	12	144
20	25	625				20	21	441	45	14	196
21	24	576				21	17	289	**รวม**	**705**	**11551**
22	22	484				22	15	225			
23	24	576				23	18	324			
24	23	529				24	9	81			
25	24	576				25	10	100			

การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E และกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้ค่าทางสถิติ t - test for Independent Sample

Group Statistics

	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	Group1	30	24.1000	1.44676	.26414
	Group2	45	15.6667	3.39116	.50553

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									99% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
score	Equal variances assumed	20.744	.000	12.842	73	.000	8.43333	.65672	6.69640	10.17027
	Equal variances not assumed			14.786	64.060	.000	8.43333	.57037	6.91912	9.94755

ตารางผนวกที่ 17 ตารางแสดงคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E และกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ

คนที่	คะแนนกลุ่มทดลอง(X_1)					คนที่	คะแนนกลุ่มควบคุม (X_2)				
	X_1	X_1^2	คนที่	X_1	X_1^2		X_1	X_1^2	คนที่	X_1	X_1^2
1	25	625	26	27	729	1	17	289	26	16	256
2	23	529	27	25	625	2	16	256	27	17	289
3	21	441	28	20	400	3	19	361	28	21	441
4	21	441	29	25	625	4	18	324	29	15	225
5	26	676	30	26	676	5	15	225	30	18	324
6	24	576	**รวม**	**703**	**16619**	6	20	400	31	14	196
7	21	441				7	19	361	32	20	400
8	22	484				8	16	256	33	15	225
9	21	441				9	24	576	34	17	289
10	27	729				10	17	289	35	20	400
11	22	484				11	19	361	36	19	361
12	24	576				12	22	484	37	12	144
13	20	400				13	13	169	38	16	256
14	26	676				14	16	256	39	21	441
15	25	625				15	24	576	40	13	169
16	21	441				16	19	361	41	15	225
17	25	625				17	20	400	42	13	169
18	27	729				18	14	196	43	18	324
19	21	441				19	24	576	44	12	144
20	24	576				20	18	324	45	14	196
21	23	529				21	20	400	**รวม**	**800**	**14702**
22	23	529				22	23	529			
23	21	441				23	17	289			
24	22	484				24	23	529			
25	25	625				25	21	441			

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E และกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้ค่าทางสถิติ t - test for Independent Sample

Group Statistics

	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	Group1	30	23.43	2.239	.409
	Group2	45	18.60	3.026	.451

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
score	Equal variances assumed	2.812	.098	7.483	73	.000	4.833	.646	3.546	6.121
	Equal variances not assumed			7.940	72.132	.000	4.833	.609	3.620	6.047

การเปรียบเทียบผลความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E และกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้ค่าทางสถิติ t - test for Independent Sample

Group Statistics

	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	Group1	30	24.1000	1.44676	.26414
	Group2	45	15.6667	3.39116	.50553

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
score	Equal variances assumed	20.744	.000	12.842	73	.000	8.43333	.65672	7.12450	9.74217
	Equal variances not assumed			14.786	64.060	.000	8.43333	.57037	7.29390	9.57276

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 7E

เรื่อง การหักเหของแสง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว 32203
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ แสงและทัศนอุปกรณ์
หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง เวลา 3 ชั่วโมง

---

1. มาตรฐาน/ผลการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายการหักเหของแสงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อของตัวกลางต่างชนิดกัน
2. อธิบายดัชนีหักเห กฎของสเนลล์ และใช้กฎของสเนลล์อธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสง
3. หาตำแหน่งภาพของวัตถุที่เกิดจากการหักเหของแสง

2. สาระสำคัญ

เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางคู่หนึ่งๆ จะเกิดการหักเหของแสง (refraction) โดยเป็นไปตามกฎการหักเหแสง ดังนี้ 1) รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกัน 2) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางที่หนึ่งกับไซน์ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่งมีค่าคงตัวเสมอ ข้อนี้เรียกว่า กฎของสเนลล์ เมื่อแสงจากตัวกลางหนึ่งผ่านเข้าไปในอีกตัวกลางที่ดัชนีหักเหมีค่าน้อยกว่า เช่น จากพลาสติกสู่อากาศ มุมตกกระทบที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง ที่ทำให้มุมหักเหเท่ากับ 90 องศา เรียกว่า มุมวิกฤต ถ้ามุมตกกระทบใหญ่กว่ามุมวิกฤต จะไม่มีรังสีหักเห แต่จะมีรังสีสะท้อน ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การสะท้อนกลับหมด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. สามารถอธิบายกฎการหักเหของแสง และใช้กฎของสเนลล์ในการแก้ปัญหาได้
2. สามารถอธิบายความหมายของมุมวิกฤติและการสะท้อนกลับหมดของแสงได้
3. สามารถอธิบายความหมายและเปรียบเทียบขนาดของความลึกจริงและความลึกปรากฏได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. ทดลองการหักเหของแสง พร้อมทั้งสรุปเป็นกฎการหักเหของแสง
2. คำนวณหาค่ามุมวิกฤติและการสะท้อนกลับหมดของแสง
3. สามารถอธิบาย วิเคราะห์เปรียบเทียบขนาดของความลึกจริงและความลึกปรากฏ

ด้านการคิดวิเคราะห์

1. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของกฎของสเนลล์กับการหักเหของแสงได้
2. เปรียบเทียบตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดจากการหักเหได้
3. ระบุเหตุผลที่ต้องใช้กระจกเงาราบ กระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนในชีวิตประจำวัน

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม
2. มีความรับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด
3. มีเหตุผล และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ให้ความร่วมมือและมีความเพียรพยายามต่อการปฏิบัติงานกลุ่ม

4. สาระการเรียนรู้

กฎของสเนลล์ แสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ไปตัวกลางที่ 2 มุมตกกระทบเท่ากับ θ_1 และรังสีหักเหในรอยต่อระหว่างตัวกลาง 1 กับ 2 เป็นมุมหักเห θ_2 อยู่ในแนวระนาบเดียวกันเสมอ ตามสมบัติของคลื่น

เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากสู่ตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อย แสงจะหักเหออจากเส้นปกติ ถ้ามุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา เราจะเรียกมุมตกกระทบว่า“มุมวิกฤต”และเมื่อมุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตผลที่เกิดขึ้นคือไม่มีการหักเหแต่จะเกิดการสะท้อนเพียงอย่างเดียว เรียกภาวะเช่นนี้ว่า การสะท้อนกลับหมด

ความลึกปรากฏ คือ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการมองเห็นภาพของวัตถุเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม เนื่องจากการหักเหแสง เนื่องจากวัตถุอยู่ในน้ำที่มีความลึก ถ้ามองวัตถุนี้จากอากาศปรากฏว่ามีการหักเหของแสงทำให้เห็นวัตถุตื้นขึ้นมาอยู่ที่ความลึกปรากฏ

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ (การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7Es)

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการสะท้อนของแสง โดยครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย ดังนี้

- สมบัติของแสงมีอะไรบ้าง
- เมื่อแสงเดินทางผ่านวัตถุหรือตัวกลางโปร่งใส เช่น อากาศ แก้ว น้ำ แสงจะสามารถเดินทางผ่านได้หรือไม่ และลักษณะของแสงเป็นอย่างไร
- ถ้าแสงเดินทางผ่านตัวกลางหลายตัวกลางแสงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยใช้เกณฑ์ 1 : 2 : 2 (เก่ง : ปานกลาง : อ่อน)

2. ครูจัดเตรียมถ้วยแก้วใส และดินสอที่มีความยาวกว่าความสูงของถ้วยแก้ว แล้วทำการสาธิตโดยการนำเอาปากกาใส่ในถ้วยแก้วใสแล้วเทน้ำลงในถ้วยแก้วให้สูง $\frac{3}{4}$ ของความสูงของถ้วยแก้ว แล้วให้นักเรียนสังเกตว่าลักษณะของปากกาที่เห็นต่างกับครั้งแรกอย่างไร

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบันทึกความคิดเห็นของกลุ่มลงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

4. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration phase)

1. นักเรียนเข้ากลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 การหักเหของแสง และกิจกรรมที่ 2 การสะท้อนกลับหมด

2. ครูถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ด้วยคำถามในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม และสรุปผลการทำกิจกรรมลงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

1. ครูอธิบายเพิ่มเติม และให้ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่แสงเคลื่อนจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งทำให้ความเร็วแสงหรือความยาวคลื่นแสงเปลี่ยนแปลงไปโดยแสงจะเคลื่อนที่ในตัวกลางโปร่งกว่าได้ เร็วกว่าตัวกลางที่ทึบกว่า เช่น ความเร็วแสงในอากาศมากกว่าความเร็วแสงในน้ำ และความเร็ว แสงในน้ำมากกว่าความเร็วแสงในแก้วหรือพลาสติก

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปผลการทำกิจกรรมว่า เมื่อรังสีตกกระทบเส้นปกติ และรังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกัน และสำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง อัตราส่วนระหว่างค่า sine

ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่งกับค่า sine ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่งมีค่าคงที่เสมอ เรียกว่า กฎของสเนลล์ และกฎของ สเนลล์สามารถช่วยอธิบายเกี่ยวกับการสะท้อนกลับหมดของแสง

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Evaluation Phase)

1. ครูให้นักเรียนอ่านใบความรู้ เรื่องการหักเหของแสงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E พร้อมกับวิธีการหาความลึกจริง ลึกปรากฏของภาพในตำแหน่งต่างๆ

2. นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ และนำมาอธิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 1 การหักเหของแสง และใบงานที่ 2 กฎการหักเหของแสงลงในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

2. นักเรียนเปลี่ยนกันตรวจผลงานในใบงานแต่ละชุด พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง ความเข้าใจของกิจกรรมแต่ละชุด

3. ครูสังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น

- ปัจจุบันเราสามารถประยุกต์นำความรู้เกี่ยวกับการหักเหและการสะท้อนกลับหมดของแสง มาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง

- ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวของเส้นใยนำแสงด้วยวิธีทางแสง โดยเปิดแสงให้เข้าไปในเส้นใยนำแสงเป็นเวลาชั่วครูแล้วปิดแสง วัดระยะตั้งแต่เริ่มเปิดแสงจนกระทั่งรับแสงสะท้อนได้ที่ตำแหน่งต้นทาง นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแก้ปัญหานี้อย่างไร

2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับหลักการวิธีการทำงานของเส้นใยแก้วนำแสงว่าเกี่ยวข้องกับการสะท้อนกลับหมดของแสงอย่างไร

6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E เรื่อง การหักเหของแสง
2. แก้วน้ำ
3. ชุดการทดลอง เรื่องการหักเหของแสง และมุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

7. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ความรู้ความเข้าใจ	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน - ตรวจใบงานที่ 1, 2	- แบบทดสอบหลังเรียน - ใบงานที่ 1, 2	คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
2. ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์	กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมที่ 2	แบบประเมินการคิดวิเคราะห์	9 คะแนน ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	6 คะแนน ขึ้นไป ถือว่าผ่าน

แบบสังเกตพฤติกรรมกลุ่ม

กลุ่มที่ (ชื่อกลุ่ม) .....

สมาชิกในกลุ่ม 1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

5. .....

6. .....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย √ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน		
	3	2	1
1. การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น			
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน			
3. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย			
4. มีขั้นตอนการทำงานอย่างมีระบบ			
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม			
รวม			

สรุป ระดับคะแนน ☐ ดี ☐ ปานกลาง ☐ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน ช่วงคะแนน 13-15 คะแนน ระดับคุณภาพ ดี

ช่วงคะแนน 8-12 คะแนน ระดับคุณภาพ ปานกลาง

ช่วงคะแนน 5-7 คะแนน ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

แบบสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
เรื่อง การหักเหของแสง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

วันที่ ..... เดือน .....พ.ศ. .....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การประเมิน				รวม	สรุปผลการประเมิน	
		1. มีความสนใจใฝ่รู้	2. มีความรับผิดชอบ	3. มีเหตุผล และรับฟังผู้อื่น	4. ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม		ผ่าน	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมิน ระดับ 3 หมายถึง มีผลการปฏิบัติ ดี
ระดับ 2 หมายถึง มีผลการปฏิบัติ พอใช้
ระดับ 1 หมายถึง มีผลการปฏิบัติ ควรปรับปรุงแก้ไข

(หมายเหตุ : การประเมินอย่างน้อยระดับ 6 คะแนน ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล ด้านการคิดวิเคราะห์

ชื่อกิจกรรม .....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

วันที่ ..... เดือน .....พ.ศ. .....

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการตรวจงานของผู้เรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ โดยให้ลงระดับคะแนนลงในตารางความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับดี
ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับปานกลาง
ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน นักเรียนได้คะแนน 12 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

เลขที่	**ชื่อ-สกุล**	**การประเมิน**					**รวม**	**สรุปผลการประเมิน**	
		1. ทักษะการจำแนก	2. ทักษะการจัดหมวดหมู่	3. ทักษะการสรุป	4. ทักษะการประยุกต์	5. ทักษะการคาดการณ์		ผ่าน	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. ทักษะการจำแนก	จำแนก แยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้ครบทุกประเด็นอย่างถูกต้อง	จำแนก แยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็น	จำแนก แยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ ใดเหตุการณ์หนึ่งได้บางประเด็น และถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะการจัดหมวดหมู่	เปรียบเทียบเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้ครบทุกประเด็นอย่างถูกต้อง	เปรียบเทียบเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็น	เปรียบเทียบเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้บางประเด็น และถูกต้องบางส่วน
3. ทักษะการสรุป	บอกความสัมพันธ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้อย่างถูกต้องชัดเจน	บอกความสัมพันธ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	บอกความสัมพันธ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้บางส่วน
4. ทักษะการประยุกต์	การประยุกต์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้อย่างถูกต้องชัดเจน	การประยุกต์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	การประยุกต์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้บางส่วน
5. ทักษะการคาดการณ์	คาดการณ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้อย่างถูกต้องชัดเจน	คาดการณ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	คาดการณ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้บางส่วน

แบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 7E

ชุดกิจกรรมที่ 2 การหักเหของแสง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

วันที่ ..... เดือน .....พ.ศ. .....

เลขที่	**ชื่อ – สกุล**	**คะแนนทดสอบหลังเรียน (10 คะแนน)**

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างคู่มือครูและคู่มือผู้เรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ตัวอย่างคู่มือครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ชุดที่ 2 การหักเหของแสง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E
คู่มือครู
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์
รายวิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว32203
ชุดที่ 3
เรื่อง เลนส์บาง
จัดทำโดย
นางสาวอาริสา สุปน
โรงเรียนห้องสอนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E รายวิชาฟิสิกส์ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้จัดทำขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนสำหรับส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเนื้อหาสาระการนำเสนอเหมาะสมสำหรับนักเรียน รูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้และทำความเข้าใจ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสนุกกับการเรียน พร้อมทั้งสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรม จำนวน 6 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง การสะท้อนของแสง
ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง
ชุดที่ 3 เรื่อง เลนส์บาง
ชุดที่ 4 เรื่อง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง
ชุดที่ 5 เรื่อง ทัศนอุปกรณ์
ชุดที่ 6 เรื่อง ความสว่างและการมองเห็น

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาชี้แนะจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ในครั้งนี้ ผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

อาริสา สุปน

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

คำนำ ..... ก

สารบัญ ..... ข

คำชี้แจ้งในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 7E

ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง 1

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครูผู้สอน .....

ขั้นเตรียมการสอน 2

ขั้นสอน 2

ขั้นหลังสอน 3

การจัดชั้นเรียน 3

การประเมินผลการเรียนรู้ 3

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ 4

สาระสำคัญ/จุดประสงค์การเรียนรู้ 5

สาระการเรียนรู้ 6

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ขั้นทบทวนความรู้เดิม 7

ขั้นกระตุ้นความสนใจ 8

ขั้นสำรวจและค้นคว้า 9

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 16

ขั้นขยายความรู้ 17

ขั้นประเมินผล 24

ขั้นนำความรู้ไปใช้ 31

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ 32

การวัดและประเมินผล 32

บรรณานุกรม 39

คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 7E

ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เป็นชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลาทำกิจกรรม 3 ชั่วโมง

2. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง ชุดนี้ประกอบด้วย

- 2.1 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครูผู้สอน
- 2.2 มาตรฐานการเรียนรู้ /สาระการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.3 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.4 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ 7E
- 2.5 แบบทดสอบหลังเรียน
- 2.6 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครูผู้สอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ บรรลุวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรดำเนินการ ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการสอน

1.1 ศึกษาคำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การหักเหของแสง ให้เข้าใจก่อนอย่างละเอียด รอบคอบ

1.2 ศึกษาสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะสอนและขั้นตอนต่างๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจชัดเจน

1.3 ตรวจดูอุปกรณ์ต่างๆ ในชุดกิจกรรมว่ามีครบตามที่ระบุไว้หรือไม่ อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่

1.4 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ให้เป็นไปตามลำดับการใช้ก่อนหลัง

2. ขั้นสอน

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ดังนี้

ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไหร่ จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง

ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย ความสนใจของนักเรียนเองหรือจากการอภิปรายกลุ่ม

ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ววางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดแนวทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อ เก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล

ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้นจากนั้นจึงนำไปสู่

ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการนำความรู้ที่ได้ในกิจกรรมนี้มาประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือใช้ในชีวิตประจำวัน

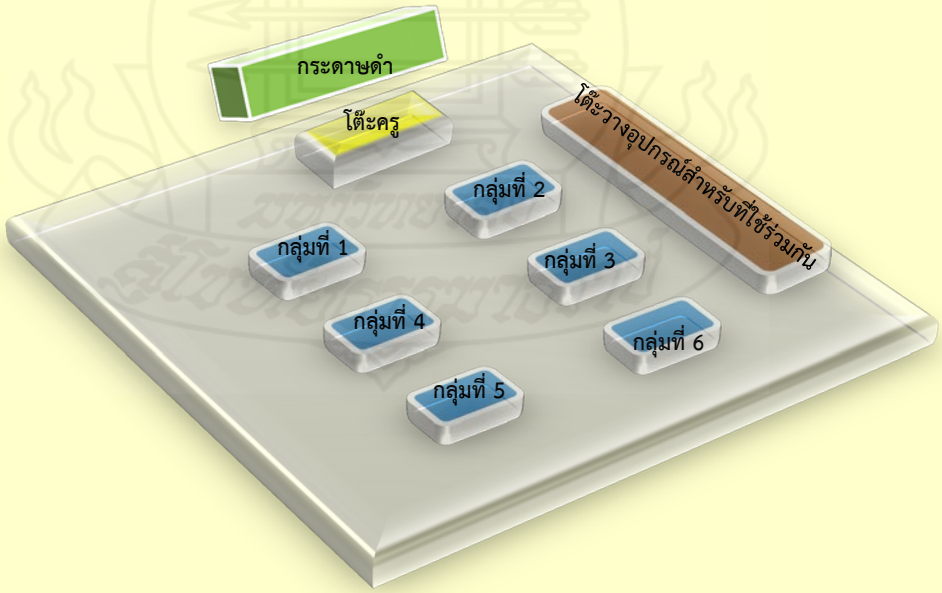
ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูค่อยให้ความช่วยเหลือ แนะนำ กระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้นและตอบข้อสงสัยต่างๆ พร้อมทั้งสังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่นักเรียนแสดงออกด้วย รวมทั้งประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แสงและทัศนอุปกรณ์แต่ละชุด

3. ขั้นหลังสอน เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ครูให้นักเรียนร่วมตรวจสอบและเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยเพื่อสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป

การจัดชั้นเรียน

1. การสอบทุกครั้งให้จัดห้องนั่งสอบเป็นรายบุคคล

2. ในการจัดชั้นเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จำนวน 6 กลุ่ม จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนในชั้น โดยแต่ละกลุ่มคละนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ดังแผนภาพดังนี้



การประเมินผลการเรียนรู้

1. ประเมินผลจากการทำกิจกรรมรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม
2. ประเมินผลจากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
3. ประเมินผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

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

1. ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายการหักเหของแสงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อของตัวกลางต่างชนิดกัน
2. อธิบายดัชนีหักเห กฎของสเนลล์ และใช้กฎของสเนลล์อธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสง
3. หาตำแหน่งภาพของวัตถุที่เกิดจากการหักเหของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางคู่หนึ่งๆ จะเกิดการหักเหของแสง (refraction) โดยเป็นไปตามกฎการหักเหแสง ดังนี้ 1) รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกัน 2) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางที่หนึ่งกับไซน์ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่งมีค่าคงตัวเสมอ ข้อนี้เรียกว่า กฎของสเนลล์

เมื่อแสงจากตัวกลางหนึ่งผ่านเข้าไปในอีกตัวกลางที่ดัชนีหักเหมีค่าน้อยกว่า เช่น จากพลาสติกสู่อากาศ มุมตกกระทบที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง ที่ทำให้มุมหักเหเท่ากับ 90 องศา เรียกว่า มุมวิกฤต ถ้ามุมตกกระทบใหญ่กว่ามุมวิกฤต จะไม่มีรังสีหักเห แต่จะมีรังสีสะท้อน ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การสะท้อนกลับหมด (total refraction)

การมองวัตถุที่อยู่ในน้ำจะเห็นวัตถุอยู่ตื้นกว่าเดิม เนื่องจากการหักเหของแสง ตำแหน่งของวัตถุเรียกว่า ความลึกจริง ส่วนตำแหน่งภาพ เรียกว่า ความลึกปรากฏของวัตถุในน้ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. สามารถอธิบายกฎการหักเหของแสง และใช้กฎของสเนลล์ในการแก้ปัญหาได้
2. สามารถอธิบายความหมายของมุมวิกฤติและการสะท้อนกลับหมดของแสงได้
3. สามารถอธิบายความหมายและเปรียบเทียบขนาดของความลึกจริงและความลึกปรากฏได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. ทดลองการหักเหของแสง พร้อมทั้งสรุปเป็นกฎการหักเหของแสง
2. คำนวณหาค่ามุมวิกฤติและการสะท้อนกลับหมดของแสง
3. สามารถอธิบาย วิเคราะห์เปรียบเทียบขนาดของความลึกจริงและความลึกปรากฏ

ด้านการคิดวิเคราะห์

1. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของกฎของสเนลล์กับการหักเหของแสงได้
2. เปรียบเทียบตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดจากการหักเหได้
3. ระบุเหตุผลที่ต้องใช้กระจกเงาราบ กระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนในชีวิตประจำวัน

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม
2. มีความรับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด
3. มีเหตุผล และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ให้ความร่วมมือและมีความเพียรพยายามต่อการปฏิบัติงานกลุ่ม

สาระการเรียนรู้

การหักเหของแสง หมายถึง การเปลี่ยนทิศทางของแสงเมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน เนื่องจาก อัตราเร็วของแสงในแต่ละตัวกลางไม่เท่ากัน โดยเมื่อแสงเกิดการหักเห องค์ประกอบในตัวกลางทั้งสองที่เปลี่ยนแปลง คือ ความเร็วและความยาวคลื่น ส่วนความถี่มีค่าคงที่

กฎของสเนลล์ แสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ไปตัวกลางที่ 2 มุมตกกระทบเท่ากับ θ_1 และรังสีหักเหในรอยต่อระหว่างตัวกลาง 1 กับ 2 เป็นมุมหักเห θ_2 อยู่ในแนวระนาบเดียวกันเสมอ ตามสมบัติของคลื่นจะได้

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากสู่ตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อย แสงจะหักเหออกจากเส้นปกติ ถ้ามุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา เราจะเรียกมุมตกกระทบว่า “**มุมวิกฤต**” และเมื่อมุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตผลที่เกิดขึ้นคือ ไม่มีการหักเหแต่จะเกิดการสะท้อนเพียงอย่างเดียว เรียกภาวะเช่นนี้ว่า **การสะท้อนกลับหมด**

ความลึกปรากฏ คือ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการมองเห็นภาพของวัตถุเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม เนื่องจากการหักเหแสง เนื่องจากวัตถุอยู่ในน้ำที่มีความลึก ถ้ามองวัตถุนี้จากอากาศปรากฏว่ามีการหักเหของแสงทำให้เห็นวัตถุตื้นขึ้นมาอยู่ที่ความลึกปรากฏ

ดังนั้น จึงอาจเขียนได้ว่า $\frac{\text{ลึกปรากฏ}}{\text{ลึกจริง}} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

ครูทบทวนเรื่องการสะท้อนของแสง โดยครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย เช่น (การวิเคราะห์ความสำคัญ/เนื้อหา)

1. สมบัติของแสงมีอะไรบ้าง

   ตอบ 1. แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

   2. แสงเดินทางเป็นเส้นตรง ด้วยอัตราเร็ว 3×10^{3} เมตรต่อวินาที หรือ 186,000 ไมล์ต่อวินาที

   3. แสงมีการสะท้อน การหักเห และการกระจายแสง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ

2. แสงสามารถเดินทางผ่านตัวกลางต่างๆได้กี่ชนิด อะไรบ้าง

   ตอบ 3 ชนิด คือ 1. ตัวกลางโปร่งใส เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้หมด สามารถมองเห็นวัตถุอีกชนิดได้ชัดเจน เช่น กระจกใส อากาศ น้ำ เป็นต้น

   2. ตัวกลางโปร่งแสง เป็นตัวกลางที่ยอมให้แสงผ่านได้บ้าง ทำให้การมองเห็นวัตถุด้านตรงข้ามไม่ชัดเจน เช่น กระดาษไข แผ่นพลาสติกขุ่น เป็นต้น

   3. ตัวกลางทึบแสง เป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงทะลุผ่าน และแสงสะท้อน เช่น กระจกเงาราบ ไม้ กระเบื้อง เป็นต้น

3. เมื่อแสงเดินทางผ่านวัตถุหรือตัวกลางโปร่งใส เช่น อากาศ แก้ว น้ำ แสงจะสามารถเดินทางผ่านได้หรือไม่ และลักษณะของแสงเป็นอย่างไร

   ตอบ แสงเดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียวกันได้ และแสงจะเดินทางเป็นเส้นตรง

4. ถ้าแสงเดินทางผ่านตัวกลางหลายตัวกลางแสงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

   ตอบ เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน จะทำให้ความสามารถในการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยนไป ทำให้ทิศทางของแสงเบนไปจากแนวเดิม

ขั้นกระตุ้นความสนใจ

ครูจัดเตรียมถ้วยแก้วใส และดินสอที่มีความยาวกว่าความสูงของถ้วยแก้ว แล้วทำการสาธิตโดยการนำเอาปากกาใสในถ้วยแก้วใสแล้วเทน้ำลงในถ้วยแก้วให้สูง $\frac{3}{4}$ของความสูงของถ้วยแก้ว ดังรูปภาพที่ 2 แล้วให้นักเรียนสังเกตว่าลักษณะของปากกาที่เห็นต่างกับครั้งแรกอย่างไร

ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์สาธิตการมองปากกาในถ้วยแก้ว

ที่มา : อาริสา สุปน. 12 ธันวาคม 2557.

ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้ (การวิเคราะห์ความสำคัญ/เนื้อหา)

1. ถ้าเรามองปากกาส่วนที่อยู่ในน้ำด้านข้างแก้ว พบว่าแสงเดินทางผ่านตัวกลางใดบ้าง
   ตอบ อากาศ และน้ำ
2. สังเกตเห็นปากกามีลักษณะอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
   ตอบ มีลักษณะไม่เป็นเส้นตรง เพราะแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกันตรงรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศจึงเห็นปากกาตัดกัน

3. ตำแหน่งที่มองเห็นกับตำแหน่งจริงอยู่ที่เดียวกันหรือไม่
   ตอบ ไม่ ตำแหน่งที่มองเห็นภาพวัตถุจะอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง

4. ขนาดของปากกาที่อยู่เหนือน้ำกับส่วนที่อยู่ในน้ำ เมื่อมองจากด้านข้างของแก้วแตกต่างกันอย่างไร
   ตอบ ขนาดของปากกาที่อยู่เหนือน้ำจะมีขนาดเล็กกว่าส่วนที่อยู่ในน้ำ เพราะแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน

ขั้นสำรวจและค้นคว้า

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน โดยใช้เกณฑ์ 1 : 2 : 1 (เก่ง : ปานกลาง : อ่อน)
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ครูกำหนดมีดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 การหักเหของแสง

จุดประสงค์

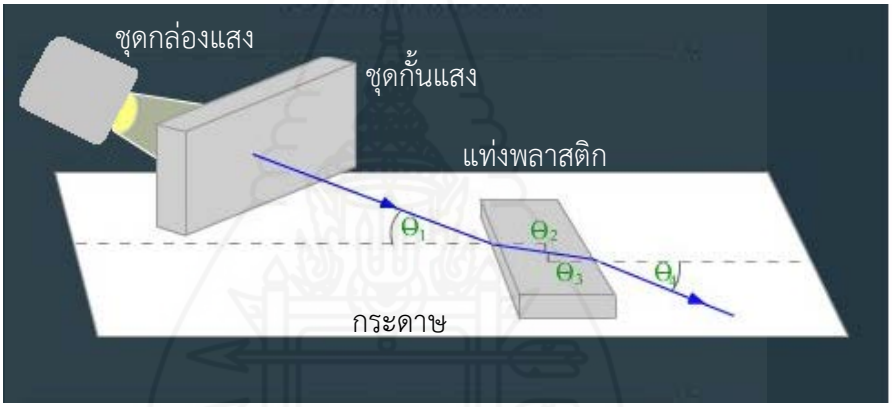
ทดลองและศึกษาแนวรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และรังสีที่ผ่านเข้าและออกจากแท่งพลาสติก หาความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบ และมุมหักเหของแท่งพลาสติกได้

วัสดุอุปกรณ์

1.	ชุดกล่องแสงพร้อมแผ่นกั้นแสง	1 ชุด
2.	หม้อแปลงโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
3.	แท่งพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	1 อัน
4.	กระดาษขาว	1 แผ่น
5.	ปากกา/ดินสอ	1 ด้าม
6.	ไม้บรรทัด	1 อัน
7.	ไม้โพรแทรกเตอร์หรือไม้ครึ่งวงกลม	1 อัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ต่อสายไฟจากชุดกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ 12 โวลต์
2. วางแท่งพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าลงบนกระดาษขาว แล้วนำมาวางในตำแหน่งที่รองรับแสงที่ออกจากกล่องแสง โดยให้ปลายของกล่องแสงวางทับบนขอบของกระดาษขาว จัดให้รังสีของแสงจากกล่องแสงตกกระทบที่ผิวของแท่งพลาสติกใสให้เกิดมุมตกกระทบมีค่าเท่ากับ 30 องศา วางอุปกรณ์ดังภาพ



3. สังเกตรังสีของแสงที่เป็นรังสีสะท้อน รังสีหักเหทั้งหมด ทั้งที่อยู่ข้างนอกและในแท่งพลาสติก ใช้ดินสอจุดลงบนกระดาษขาวบริเวณของแท่งพลาสติกตรงตำแหน่งที่เกิดการสะท้อนและหักเหของแสง และจุดลงบนแนวของรังสีของแสงที่ออกจากแท่งพลาสติกอีก 1 ตำแหน่ง แล้วลากเส้นตามแนวขอบแท่งพลาสติก
4. ปิดสวิตช์หม้อแปลงไฟฟ้า ยกแท่งพลาสติกออกจากกระดาษขาวแล้วลากเส้นเชื่อมต่อจุดเพื่อให้ปรากฏแนวรังสีสะท้อนและรังสีหักเห
5. วัดขนาดมุม θ_1, θ_2 θ_3 และ θ_4 ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง
6. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 จนถึงข้อ 5 แต่เปลี่ยนมุมตกกระทบเป็น 45, 60 และ 0 องศา ตามลำดับ (มุมตกกระทบเป็น 0 องศา เมื่อรังสีตกกระทบอยู่ในแนวเส้นปกติ)

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมที่ 1

จากอากาศไปแท่งพลาสติก			จากแท่งพลาสติกสู่อากาศ		
มุมตกกระทบ (θ_1)	มุมหักเห (θ_2)	$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$	มุมตกกระทบ (θ_3)	มุมหักเห (θ_4)	$\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$
30°	19.5°	1.49°	19.5°	30°	0.67°
45°	28.5°	1.48°	28.5°	45°	0.67°
60°	36°	1.47°	36°	60°	0.68°
0°	0°	0°	0°	0°	0°

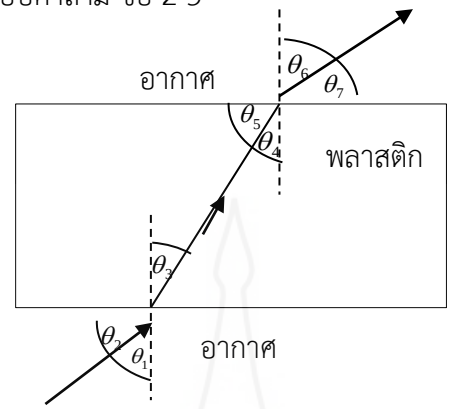
คำถามเพื่อการอภิปรายและสรุปผล (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

รังสีตกกระทบ คือ รังสีของแสงที่พุ่งเข้าหากระจก

รังสีหักเห คือ รังสีของแสงที่เคลื่อนที่เข้าไปในตัวกลางหักเห

เส้นแนวฉาก คือ เส้นตรงที่ลากให้ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางที่แสงตกกระทบกับตัวกลางที่แสงหักเห ณ ตำแหน่งที่รังสีตกกระทบ

จากรูปต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 2-3



1. มุมตกกระทบคือมุม θ_1 และ θ_4
   เพราะ เป็นมุมที่แนวรังสีตกกระทบทำกับเส้นแนวฉาก

2. มุมหักเหคือมุม θ_3 และ θ_6
   เพราะ เป็นมุมที่แนวรังสีหักเหทำกับเส้นแนวฉาก

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. เมื่อรังสีของแสงผ่านจากอากาศเข้าสู่แท่งพลาสติก แนวรังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ ทำให้มุมหักเหมีค่าน้อยกว่ามุมตกกระทบ
2. เมื่อรังสีของแสงผ่านจากแท่งพลาสติกออกสู่อากาศ แนวรังสีหักเหจะเบนออกเส้นปกติ ทำให้มุมหักเหมีค่ามากกว่ามุมตกกระทบ
3. เมื่อลำแสงตกกระทบตั้งได้ฉากกับผิวรอยต่อของตัวกลางคู่หนึ่ง แนวลำแสงทั้งหมดจะเป็นเส้นเดียวกัน

สรุปผลการทำกิจกรรม

เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางคู่หนึ่งๆ จะเกิดการหักเหของแสง (refraction) โดยเป็นไปตามกฎการหักเหแสง ดังนี้

1) รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกัน

2) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางที่หนึ่งกับไซน์ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่งมีค่าคงตัวเสมอ ข้อนี้เรียกว่า กฎของสเนลล์

กิจกรรมที่ 2 มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

จุดประสงค์

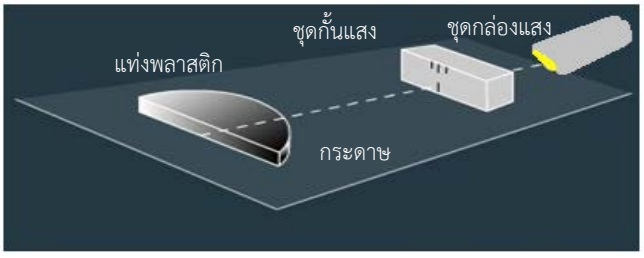
1. ทดลองและศึกษาลักษณะปรากฏการณ์การสะท้อนกลับหมด
2. เขียนแผนภาพแสดงตำแหน่งการเกิดมุมวิกฤตได้

วัสดุอุปกรณ์

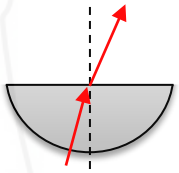
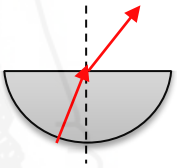
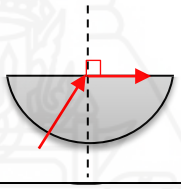
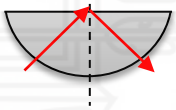
1. ชุดกล่องแสงพร้อมแผ่นกั้นแสง	1 ชุด	5. ปากกา/ดินสอ	1 ด้าม
2. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง	6. ไม้บรรทัด	1 อัน
3. แท่งพลาสติกโค้งรูปครึ่งวงกลม	1 อัน	7. ไม้โพรแทรกเตอร์	1 อัน
4. กระดาษขาว	1 แผ่น	หรือไม้ครึ่งวงกลม	

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. วางแท่งพลาสติก และชุดกั้นแสงบนกระดาษขาว
2. ส่องไฟฉายผ่านชุดกั้นแสงที่มีช่องแสง 1 ช่อง ให้แสงตกกระทบแท่งพลาสติกโดยทิศทางของแสงผ่านจุดศูนย์กลางของครึ่งวงกลม
3. สังเกตทิศทางของรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และรังสีหักเหที่จุดศูนย์กลางของครึ่งวงกลม
4. เพิ่มขนาดของมุมตกกระทบจนกระทั่งแสงหักเหไปตามขอบตรงแท่งพลาสติก ซึ่งจะได้มุมหักเหเป็น 90˚ ใช้ดินสอเขียนไปตามขอบของแท่งพลาสติก พร้อมทั้งลากแนวรังสีตกกระทบ รังสีหักเห และรังสีสะท้อน
5. เลื่อนแท่งพลาสติกและชุดกั้นแสงออก วัดค่ามุมตกกระทบที่ได้จากข้อ 4
6. ทำการทดลองตามข้อ 1- 4 โดยใช้มุมตกกระทบที่โตขึ้นสังเกตทิศทางของแนวรังสีต่างๆ บันทึกผล



ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมที่ 2

มุมตกกระทบ (องศา)	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	
	รูปแสดงทางเดินแสง	มุมหักเห (องศา)
20		31
30		48
42		90
50		50

คำถามท้ายกิจกรรม (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

1. มุมวิกฤต หมายถึง มุมตกกระทบที่พอดีทำให้มุมหักเหในตัวกลางที่สองมีค่า 90 องศา

2. ถ้าทำให้มุมตกกระทบมีขนาดโตขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีขนาดเท่ากับมุมวิกฤต และมีขนาดโตกว่ามุมวิกฤตแล้ว จะปรากฏแนวรังสีหักเหในลักษณะใด

เมื่อมุมตกกระทบมีขนาดโตขึ้น มุมหักเหจะมีขนาดโตขึ้น เมื่อมุมตกกระทบมีขนาดเท่ากับมุมวิกฤติมุมหักเหจะเท่ากับ 90 องศา แล้วจะไม่ปรากฏรังสีหักเหอีกจะปรากฏรังสีสะท้อนแทน

3. การสะท้อนกลับหมดจะเกิดขึ้นเมื่อใด เมื่อมุมตกกระทบมีขนาดโตกว่ามุมวิกฤต

4. จงเรียงลำดับขนาดของมุมตกกระทบที่ทำให้เกิด การหักเห มุมวิกฤติ และ การสะท้อนกลับหมด จากมากไปหาน้อย

มุมตกกระทบที่เกิดการหักเหแสง < มุมวิกฤติ < มุมตกกระทบที่เกิดการสะท้อนกลับหมด

5. การสะท้อนกลับหมดจะเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปหามากใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

ไม่ใช่ แต่เกิดจากแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปหาตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อย ด้วยมุมตกกระทบที่โตกว่ามุมวิกฤติกลับหมด

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1) เมื่อลำแสงตกกระทบในแท่งพลาสติก จะมีแสงหักเหออกจากแท่งพลาสติก และมีลำแสงสะท้อนออกจากแท่งพลาสติกด้วย แสดงว่าส่วนหนึ่งของลำแสงตกกระทบเกิดการหักเห และอีกส่วนหนึ่งเกิดการสะท้อน

2) เมื่อทำให้มุมตกกระทบกางโตขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงค่าหนึ่ง จะปรากฏแนวรังสีหักเหขนานไปกับขอบแนวตรงของแท่งพลาสติกรูปครึ่งวงกลม มุมตกกระทบนี้เรียกว่า มุมวิกฤต

3) เมื่อมุมตกกระทบเป็นมุมวิกฤต จะทำให้มุมหักเหกาง 90 องศาพอดี

4) เมื่อทำให้มุมตกกระทบมีขนาดโตกว่ามุมวิกฤต จะไม่ปรากฏรังสีหักเห แต่จะปรากฏรังสีสะท้อนแทนเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า การสะท้อนกลับหมด

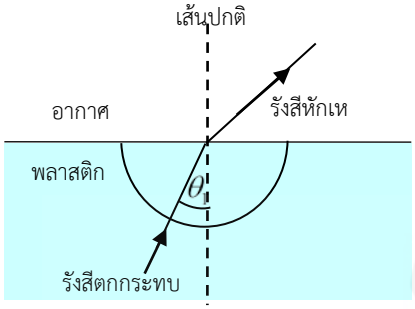
สรุปผลการทำกิจกรรม

ถ้ามุมตกกระทบในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย รังสีจะทำมุม 90 องศา และเรียกมุมตกกระทบว่า “มุมวิกฤต” และถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตจะไม่มีรังสีหักเหออกสู่ตัวกลางที่มีดรรชนีหักเหน้อย จะมีแต่รังสีสะท้อนในตัวกลางเดิม เรียกปรากฏการณ์เช่นนี้ว่า “การสะท้อนกลับหมด”

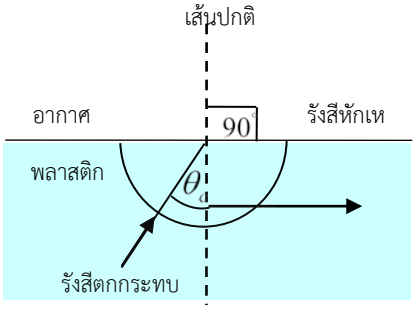
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 และกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลไปสู่การสรุปผลอย่างมีเหตุผล ได้ดังนี้

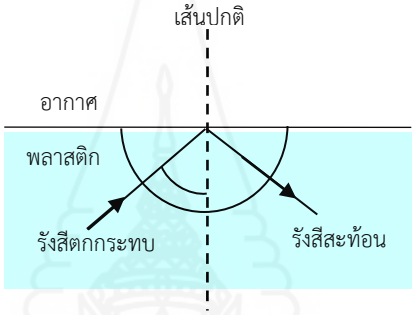
1. การหักของแสง คือ ปรากฏการณ์ที่แสงเคลื่อนจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ทำให้ความเร็วแสง หรือความยาวคลื่นแสงเปลี่ยนแปลงไป โดยแสงจะเคลื่อนที่ในตัวกลางโปร่งกว่าได้ เร็วกว่าตัวกลางที่ทึบกว่า เช่น ความเร็วแสงในอากาศมากกว่าความเร็วแสงในน้ำ และความเร็ว แสงในน้ำมากกว่าความเร็วแสงในแก้วหรือพลาสติก
2. กฎการหักเหของแสง (Law of (Refraction of Light) หรือกฎของสเนลล์
   (1) รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกัน
   (2) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง อัตราส่วนระหว่างค่า sine ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่งกับค่า sine ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่งมีค่าคงที่เสมอ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{v_1}{v_2}$
3. มุมวิกฤต (θ_c) เป็นมุมตกกระทบค่าหนึ่งทำให้เกิดมุมหักเหมีค่าเป็น 90 องศา มุมวิกฤตจะเกิดขึ้นได้เมื่อรังสีตกกระทบผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า และถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตจะไม่ปรากฏรังสีหักเห แต่จะปรากฏรังสีสะท้อนแทนเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า การสะท้อนกลับหมด ดังภาพ



รูป(ก) แสดงการหักของแสง $\theta_1 < \theta_c$



รูป(ข) แสดงการเกิดมุมวิกฤติ $\theta_1 = \theta_c$



รูป(ค) แสดงการการสะท้อนกลับหมด $\theta_1 > \theta_c$

ขั้นขยายความรู้

1. ค่าดรรชนีหักเหของตัวกลางใดๆ เราสามารถหาค่าดัชนีหักเหได้จากอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้นๆ ดังนี้

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

เมื่อ n เป็นดัชนีหักเหของตัวกลางใดๆ
c เป็นอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ (3×10^8 m/s)
v เป็นอัตราเร็วของแสงตัวกลางใดๆ (m/s)

ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับตัวกลางที่ 1 จะเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{c/v_2}{c/v_1}$$

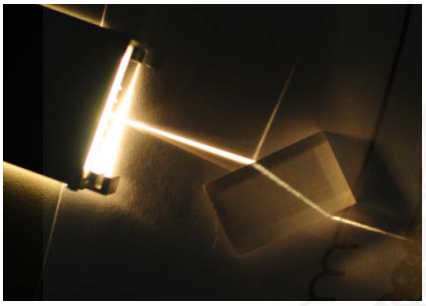
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad \text{..... (1)}$$

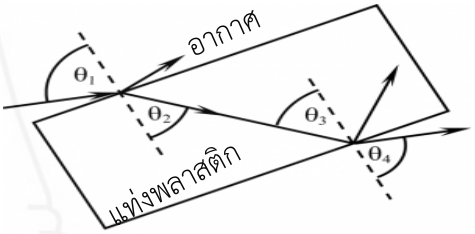
อัตราส่วน $\frac{n_2}{n_1}$ เรียกว่า ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1

ตัวกลาง	ดัชนีหักเห	อัตราเร็วแสง (m/s)
อากาศ	1.00	3.00×10^8
น้ำ	1.33	2.23×10^8
แอลกอฮอล์	1.36	2.21×10^8
แก้ว	1.50	2.00×10^8
เพชร	2.42	1.24×10^8

2. กฎของสเนลล์กับการหักเหของแสง

นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่าเมื่อให้ลำแสงตกกระทบผิวแท่งพลาสติก จะมีลำแสงส่วนหนึ่งสะท้อนออกจากผิวแท่งพลาสติก และอีกส่วนหนึ่งเข้าไปในแท่งพลาสติกโดยมีแนวของลำแสงเปลี่ยนไปจากแนวของลำแสงตกกระทบ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การหักเหของแสง (refraction of light) ดังรูปที่ 1





รูปที่ 1 แสดงการสะท้อนและการหักเหของแสงที่ผิวแท่งพลาสติก

ที่มา: www.physics.ipst.ac.th

จากรูปที่ 1 จะได้ว่า θ_1 เป็นมุมตกกระทบ

θ_2 เป็นมุมหักเห

$\sin\theta_1$ เป็นค่าไซน์มุมตกกระทบ

$\sin\theta_2$ เป็นค่าไซน์มุมหักเห

อัตราส่วน $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ มีค่าคงตัว ค่าคงตัวนี้เรียกว่า ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 และเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_1 \quad \text{..... (2)}$$

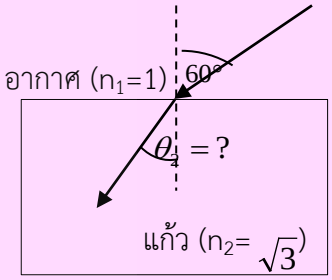
ความสัมพันธ์ตามสามการที่ (2) นี้เรียกว่า กฎของสเนลล์ ซึ่งกล่าวว่า อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางที่ 1 กับค่าไซน์ของมุมหักเหในตัวกลางที่ 2 มีค่าคงตัว อัตราส่วนนี้เรียกว่า ดัชนี หักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1

ตัวอย่าง เมื่อแสงทำมุมตกกระทบ 60 องศา กับแท่งแก้วซึ่งมีดัชนีหักเหเป็น $\sqrt{3}$ รังสีหักเหจะทำมุมกับผิวแก้วกี่องศา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์ 1. โจทย์ให้ $\theta_1 = 60°$, $n_1 = 1$, $n_2 = \sqrt{3}$

2. โจทย์ต้องการหา $\theta_2 = ?$

3. วาดรูปตามโจทย์



4. ใช้กฎของสเนลล์

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$(1)\sin 60° = (\sqrt{3})\sin\theta_2$$

$$\sin\theta_2 = \frac{(\sqrt{3}/2)}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = 30°$$

ดังนั้น รังสีหักเหจะทำมุมกับผิวแก้วเท่ากับ $90° - 30° = 60$ องศา

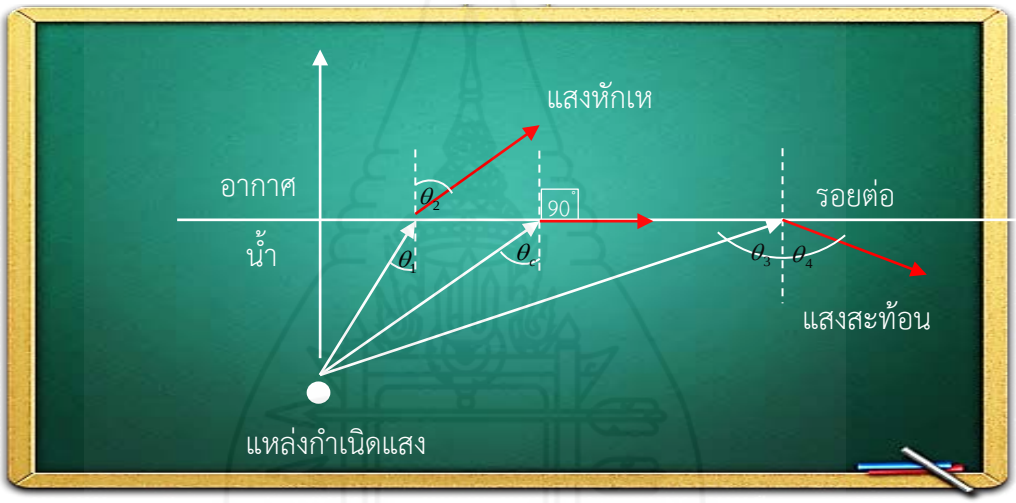
ตอบ 60 องศา

ข้อสังเกต : ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มี $n_{น้อย}$ ไปยัง $n_{มาก}$ แล้วรังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก แต่ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มี $n_{มาก}$ ไปยัง $n_{น้อย}$ แล้วรังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก

3. มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

มุมวิกฤต (critical angle) คือ มุมตกกระทบในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อย มุมตกกระทบที่พอดีทำให้มุมหักเหในตัวกลางที่ 2 มีค่า 90 องศา

ถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตจะไม่ปรากฏรังสีหักเห แต่จะปรากฏรังสีสะท้อนแทนเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า **การสะท้อนกลับหมด (total reflection)** ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการเกิดมุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

เราสามารถหาค่ามุมวิกฤตในตัวกลางต่างๆ โดยใช้กฎของสเนลล์

จากกฎของสเนลล์ $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_1$

$$n_1 \sin\theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

$$\sin\theta_c = \frac{n_2 \times 1}{n_1}$$

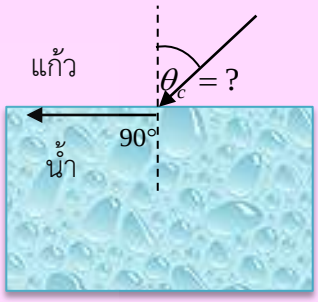
สูตรการหามุมวิกฤต $\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$

ตัวอย่าง ดัชนีหักเหของน้ำมีค่า 1.33 และดัชนีหักเหของแก้ว 1.53 ถ้าแสงเดินทางจากแก้วไปยังน้ำ มุมวิกฤตระหว่างแก้วกับน้ำเป็นเท่าใดเป็น

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์ 1. โจทย์ให้ $n_1 = 1.53$, $n_2 = 1.33$

2. โจทย์ต้องการหา $\theta_c = ?$

3. วาดรูปตามโจทย์



4. ใช้สูตรการหามุมวิกฤต

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin\theta_c = \frac{1.33}{1.53} = 0.87$$

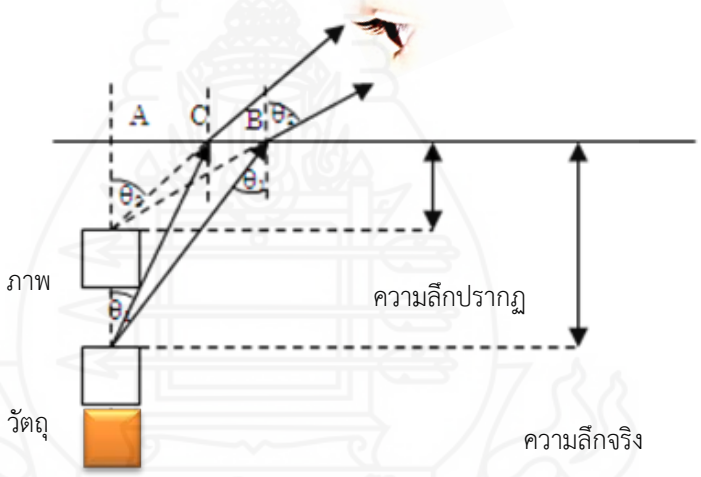
$$\theta_c = \sin^{-1}(0.87) = 60°$$

ตอบ มุมวิกฤตระหว่างแก้วกับน้ำเท่ากับ 60 องศา

ดังนั้นจะทำให้เราทราบว่า *"การสะท้อนกลับหมด"* ในแก้วไปยังน้ำ จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมุมตกกระทบโตกว่า 60 องศา

3. ความลึกจริง ความลึกปรากฏ

ภาพที่เกิดจากการหักเหที่ผิวเรียบ การหักเหของแสงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อของตัวกลาง 2 ชนิด เมื่อผิวรอยต่อเป็นผิวเรียบ ทำให้มองเห็นวัตถุอยู่ใกล้หรือไกล (ตื้นหรือลึก) กว่าความเป็นจริง ขึ้นอยู่กับว่าวัตถุอยู่ในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากกว่าหรือน้องกว่าตัวกลางที่ตามองดูอยู่ ซึ่งพิจารณาได้***จากฎของสเนลล์*** โดยยึดหลักว่า ***"การที่จะมองเห็นวัตถุได้ ต้องมีแสงจากวัตถุเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางแล้วหักเหเข้าสู่ตา"*** ดังรูป



รูปที่ 3 การมองเห็นภาพที่เกิดจากการหักเหที่ผิวเรียบ

จากรูป จะพบว่า $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$

เมื่อ θ_1 แทนมุมตกกระทบ

θ_2 แทนมุมหักเห

n_1 แทนดัชนีหักเหของตัวกลางที่วัตถุอยู่

n_2 แทนดัชนีหักเหของตัวกลางที่ตามองดู

ข้อสังเกต ถ้ามองวัตถุที่อยู่ในน้ำโดยมองตรงๆ มุม θ_1 และมุม θ_2 จะเล็กมาก ซึ่งทำให้ $\sin\theta_1 \approx \tan\theta_1$ และ $\sin\theta_2 \approx \tan\theta_2$

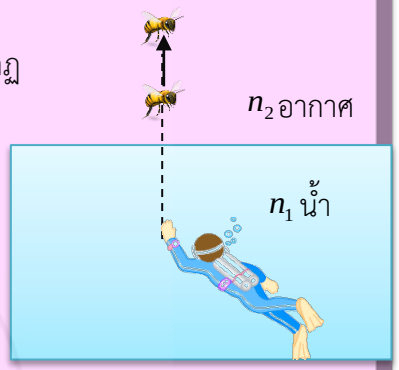
ตัวอย่าง ผึ้งตัวหนึ่งบินอยู่ในอากาศสูงจากผิวน้ำ 3 เมตร คนที่ดำอยู่ใต้ผิวน้ำและมองดูผึ้งตัวนี้ในแนวของเส้นแนวฉาก จะมองเห็นผึ้งไกลออกไปหรือใกล้เข้ามากกว่าความจริงเท่าไร

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์ 1. โจทย์ให้ ความลึกจริง = 3 m

2. โจทย์ต้องการหา ความลึกปรากฏ?

3. วาดรูปตามโจทย์

4. ใช้สูตรการหาความลึกปรากฏ



$$\frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{3}{\text{ความลึกปรากฏ}} = \frac{1}{4/3}$$

$$\text{ความลึกปรากฏ} = 3 \times \frac{4}{3} = 4 \ m$$

ตอบ จะมองเห็นผึ้งไกลออกไปมากกว่าความจริง 4-3 = 1 เมตร

อ่านใบความรู้จบแล้ว นักเรียนทำใบงานที่ 1 ใบงานที่ 2 และแบบทดสอบหลังเรียนต่อเลยนะครับ เพื่อประเมินความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ^__^

ขั้นประเมินผล

1. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในกิจกรรม
2. ให้นักเรียนประเมินตนเองด้วยการทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การหักเหของแสง จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

การหักเหของแสง (การวิเคราะห์หลักการ/ด้านการประยุกต์)

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่กล่าวผิด

X 1) การหักเหแสง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงความถี่เมื่อเปลี่ยนตัวกลาง

✓ 2) ดัชนีหักเหของแสงของวัตถุต่างชนิดกันย่อมมีค่าไม่เท่ากัน

✓ 3) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่งๆ อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่งกับค่าไซน์ของมุมหักเหตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงตัวเสมอ และเรียกค่าคงตัวนี้ว่า ดัชนีหักเหของวัตถุเทียบตัวกลางที่แสงตกกระทบ

✓ 4) จากกฎการหักเหของแสง จะได้ว่า รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหต้องอยู่บนระนาบเดียวกัน

X 5) ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อยไปตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากโดยแนวทางเดินแสงตกไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก

X 6) มุมวิกฤต หมายถึง มุมหักเหที่พอดีทำให้มุมตกกระทบมีค่า 90 องศา

X 7) ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากไปตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อยโดยแนวทางเดินแสงตกไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง แสงจะสะท้อนกลับหมดเสมอ

✓ 8) ถ้ามุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมวิกฤต แสงจะไม่หักเห แต่จะมีการสะท้อนกลับหมด

✓ 9) ถ้ามุมตกกระทบมีค่าน้อยกว่ามุมวิกฤต แสงจะเกิดการหักเหออกจากเส้นแนวฉาก

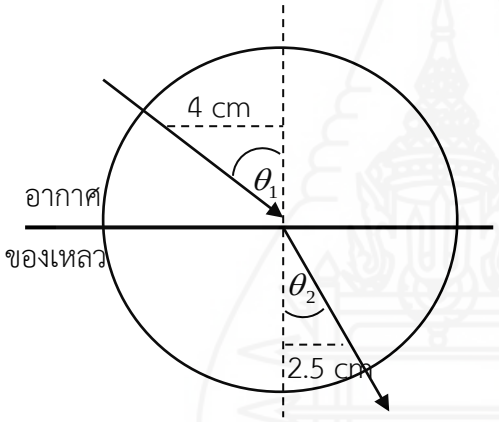
X 10) จะเกิดมุมวิกฤต หรือปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดได้ แสงจะเดินทางจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อยไปยังดัชนีหักเหมาก โดยแนวทางเดินของแสงไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง

กฎการหักเหของแสง

(การวิเคราะห์หลักการ/ด้านการประยุกต์)

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่อง กฎการหักเหของแสง มาแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้ (จำนวน 6 ข้อ)

1. เมื่อแสงเดินทางผ่านจากอากาศเข้าไปในของเหลว จะเกิดการหักเหดังรูป จงหาดัชนีหักเหของของเหลว



วิธีทำ จากสูตร $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$

$$(1)\left(\frac{4}{r}\right) = n_2\left(\frac{2.5}{r}\right)$$

$$n_2 = \frac{4}{2.5} = 1.6$$

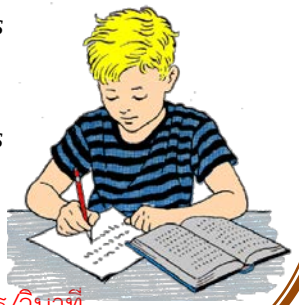
ดังนั้นดัชนีของของเหลวเท่ากับ 1.6

2. แสงสีม่วงความยาวคลื่น 400 นาโมเมตร และแสงสีแดงความยาวคลื่น 700 นาโมเมตร มีค่าดัชนี หักเหในควอตซ์ 1.557 และ 1.54 ตามลำดับ แสงสีใดมีอัตราเร็วมากกว่าและมากกว่าเท่าไร

วิธีทำ จากสูตร $n = \frac{c}{v}$

พิจารณาที่แสงสีม่วง $v_{ม่วง} = \frac{3\times10^8}{1.557} = 1.93\times10^8\ m/s$

พิจารณาที่แสงสีม่วง $v_{แดง} = \frac{3\times10^8}{1.54} = 1.95\times10^8\ m/s$



$v_{แดง} - v_{ม่วง} = (1.95 \times 10^8) - (1.93 \times 10^8) = 2 \times 10^6$ m/s

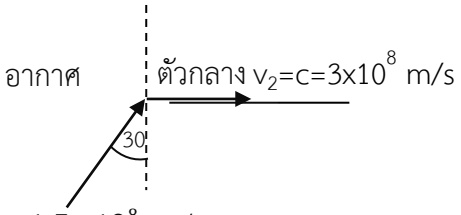
ดังนั้นแสงสีแดงมีอัตราเร็วมากกว่าแสงสีม่วง 2×10^6 เมตร/วินาที

3. ถ้ามุมวิกฤตของตัวกลางหนึ่งเป็น 30 องศา จงหาอัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้น

วิธีทำ จากสูตร $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}$

$\frac{\sin 30}{\sin 90}=\frac{v_1}{3\times10^8}$

$v_1=\frac{1}{2}\left(3\times10^8\right)=1.5\times10^8\ \ m/s$



ดังนั้น อัตราเร็วของในตัวกลางเท่ากับ 1.5 x 10^8 เมตร/วินาที

4. มุมวิกฤตสำหรับสารโปร่งใสชนิดหนึ่งในอากาศ มีค่าเท่ากับ 45 องศา อัตราเร็วแสงในสารโปร่งใสนี้มีค่าเท่าไร

วิธีทำ จากสูตร $\sin\theta_c=\frac{n_2}{n_1}=\frac{n}{n}$

แทนค่าจะได้ $\sin 45=\frac{1}{n}$

$n=\frac{1}{\sin 45}=\frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)}=\sqrt{2}$

จากสูตร $n=\frac{c}{v}$

$v=\frac{c}{n}=\frac{3\times10^8}{\sqrt{2}}=2.1\times10^8\ \ m/s$

ดังนั้น ความเร็วแสงในสารโปร่งใสนี้มีค่าเท่ากับ 2.1 x 10^8 m/s

5. นายอยู่หาปลาอยู่ริมน้ำ เห็นปลาตัวหนึ่งน้ำนิ่งลึกลงไป 30 เซนติเมตร น้ำมีค่าดัชนีหักเห 1.3 ถ้านายอยู่มีมุมมองเห็นปลาทำมุม 30 องศากับแนวราบ และในขณะเดียวกัน ปลาจะเห็นนายอยู่ด้วยเช่นกัน ปลาจะมองเห็นนายอยู่ตัวโต หรือตัวเล็กกว่าความเป็นจริง

วิธีทำ ถ้าปลามองนายอยู่ พบว่าแสงเดินทางจากอากาศ ถ้านายยอยู่มองปลา พบว่าแสงเดินทางจากน้ำ (จากนายอยู่) ไปยังน้ำ (ตาปลา) ทำให้แสงจะหักเห (ตาปลา) ไปยังอากาศ (ตานายอยู่) ทำให้แสงเบนเข้าหาเส้นปกติ ดังรูป จะหักเหเบนออกจากเส้นปกติ ดังรูป

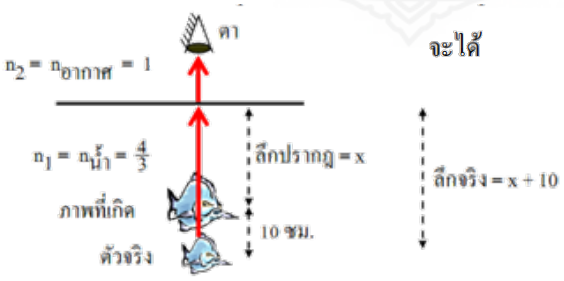
แสดงว่า ปลามองเห็นนายอยู่ไกลออกไป และปลามองเห็นนายอยู่โตกว่าตัวจริง

แสดงว่า นายอยู่มองเห็นปลาใกล้ผิวน้ำมากขึ้น และนายอยู่มองเห็นปลาเล็กกว่าตัวจริง

6. ชายคนหนึ่งมองปลาในน้ำตามแนวดิ่ง เห็นภาพของปลาสูงจากตำแหน่งของปลา 10 เซนติเมตร ตำแหน่งภาพที่เขามองเห็นอยู่ ห่างจากผิวน้ำกี่เซนติเมตร กำหนดให้ดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ 4/3 และดัชนีหักเหของอากาศเท่ากับ 1

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์ ภาพปลาที่เกิดอยู่ที่ระดับความลึกปรากฏ = x ซม.

แสดงว่าความลึกจริง = x + 10 ซม. ดังภาพ



จะได้

$$\frac{\text{ลึกจริง}}{\text{ลึกปรากฏ}} = \frac{n_{น้ำ}}{n_{อากาศ}}$$

$$\frac{x+10}{x} = \frac{4/3}{1}$$

$$\frac{x+10}{x} = \frac{4}{3}$$

$$3(x+10) = 4x$$

$$3x + 30 = 4x$$

$$x = 30$$

ดังนั้น ภาพของปลาที่ปรากฏจะอยู่ ลึกจากผิวน้ำลงไป 30 เซนติเมตร

แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 2 การหักเหของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย O ล้อมรอบตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว (จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 15 นาที)

---

1. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่ง ไปยังอีกตัวกลางหนึ่งทำให้แนวการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยนไปจากเดิม เรียกปรากฏนี้ว่า

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

2. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

(1) อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบกับค่าไซน์ของมุมหักเหมีค่าคงตัว เรียกว่ากฎของสเนลล์

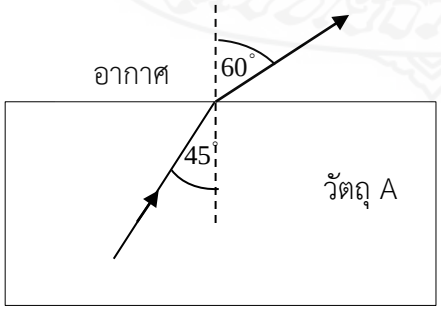
(2) ดรรชนีหักเหของตัวกลางต่างชนิดกันมีค่าเท่ากันเสมอ

(3) ดรรชนีหักเหของตัวกลางจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราของแสงในตัวกลางนั้นๆ

ข้อความใดบ้างที่กล่าวถูกต้อง

ก. (1) และ (2)
ข. (2) และ (3)
ค. (1) และ (3)
ง. (1) , (2) และ (3)

3. จากรูป ดัชนีหักเหของวัตถุ A มีค่าเท่าใด เมื่อดัชนีหักเหของอากาศมีค่าเท่ากับ 1



ก. $\frac{\sqrt{2}}{2}$
ข. $\frac{\sqrt{6}}{2}$
ค $\frac{2}{\sqrt{2}}$
ง. $\frac{2}{\sqrt{6}}$

4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

(1) มุมหักเหที่มีค่าเท่ากับ 90 องศา เรียกว่า มุมวิกฤต

(2) มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา เรียกว่า มุมวิกฤต

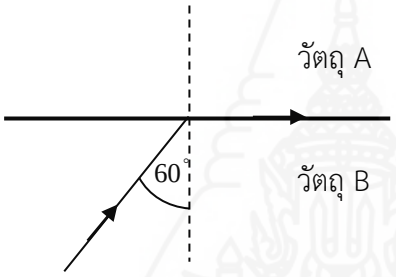
(3) มุมวิกฤตจะเกิดขึ้นได้เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมาก ไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย

ข้อความใดบ้างที่กล่าวถูกต้อง

ก. (1) และ (2)　　ข. (2) และ (3)

ค. (1) และ (3)　　ง. (1) , (2) และ (3)

5. จากรูป ดรรชนีหักเหของวัตถุ A มีค่าเท่าใด เมื่อดรรชนีหักเหของอากาศมีค่าเท่ากับ 1



ก. 1.50

ข. 1.73

ค. 1.90

ง. 2.00

6. จงหาค่ามุมวิกฤตของเพชร เมื่อแสงผ่านเพชรไปยังอากาศ กำหนดให้ค่าดรรชนีหักเหของเพชรเท่ากับ 2.42 และดรรชนีหักเหของอากาศเท่ากับ 1

ก. 24.5 องศา　　ข. 22.5 องศา

ค. 26.5 องศา　　ง. 27.5 องศา

7. เมื่อให้แสงเคลื่อนที่จากวัตถุ A ไปยังวัตถุ B ปรากฏว่าวัดค่ามุมหักเหได้เท่ากับ 90 องศา มุมตกกระทบมีค่าเท่าใด กำหนดให้ดัชนีหักเหของวัตถุ A และ B มีค่าเท่ากับ 2.5

ก. 37 องศา　　ข. 38 องศา

ค. 39 องศา　　ง. 40 องศา

8. คนมองปลาในสระน้ำในแนวทำมุม 30 องศากับแนวราบ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. คนเห็นปลาตราตำแหน่งที่เป็นจริง

ข. คนเห็นปลากลับซ้าย – ขวา

ค. คนเห็นปลาตื้นกว่าที่เป็นจริง

ง. คนเห็นปลาลึกกว่าที่เป็นจริง

9. วัตถุอยู่ที่พื้นสระน้ำซึ่งลึก 5 เมตร ถ้าดัชนีหักเหของน้ำมีค่าเท่ากับ $\frac{4}{3}$ จะมองเห็นวัตถุอยู่ลึกจากผิวน้ำกี่เมตร

ก. $\frac{15}{4}$

ข. $\frac{3}{4}$

ค. $\frac{4}{3}$

ง. 5

10. ปลาเสือตัวหนึ่งอยู่ในน้ำกำลังมองแมลงปอที่บนอยู่ในอากาศในแนวตรงห่างจากผิวน้ำ 30 cm. จะมองเห็นแมลงปอห่างจากผิวน้ำตามข้อใด กำหนดให้ดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ $\frac{4}{3}$

ก. มากกว่าความเป็นจริง 10 cm.

ข. มากกว่าความเป็นจริง 22.5 cm.

ค. น้อยกว่าความเป็นจริง 10 cm.

ง. น้อยกว่าความเป็นจริง 22.5 cm.

ขั้นนำความรู้ไปใช้

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น
   - ปัจจุบันเราสามารถประยุกต์นำความรู้เกี่ยวกับการหักเหและการสะท้อนกลับหมดของแสง มาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง

     1. ใช้กับปริซึมเพื่อเปลี่ยนทางเดินของแสงในทัศนูปกรณ์ชนิดต่างๆ โดยใช้ผลจากการสะท้อนกลับหมดภายในแท่งปริซึม

     2. ใช้ในทางการแพทย์สร้างกล้องดูอวัยวะภายใน โดยทำให้แสงเดินทางในหลอดยาวโค้งซึ่งทำด้วยใยแก้วนำแสง (Optical Fiber) สองเส้น เส้นหนึ่งให้แสงเดินทางไปตกกระทบวัตถุและอีกเส้นหนึ่งรับแสงสะท้อนกลับ

     3. ใช้เส้นใยแก้วนำแสงเพื่อเป็นตัวกลางในการส่งผ่านข้อมูลในรูปของลำแสงในการสื่อสารระบบดิจิตอล

   - ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวของเส้นใยนำแสงด้วยวิธีทางแสง โดยเปิดแสงให้เข้าไปในเส้นใยนำแสงเป็นเวลาชั่วครูแล้วปิดแสง วัดระยะตั้งแต่เริ่มเปิดแสงจนกระทั่งรับแสงสะท้อนได้ที่ตำแหน่งต้นทาง นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแก้ปัญหานี้อย่างไร

     ใช้สูตรการหาค่าดัชนีหักเหจากอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้นๆ $n = c/v$ แล้วเราจะได้อัตราเร็วของแสงภายในเส้นใยนำแสง และเนื่องจากว่าเส้นใยนำแสงเกิดการสะท้อนกลับหมด แสงเดินทางไป – กลับ ดังนั้นการเคลื่อนที่ของแสงต้องคิดเป็นระยะทาง $2l$ จึงจะวัดความยาวของเส้นใยแก้วนำแสงได้

2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับหลักการวิธีการทำงานของเส้นใยแก้วนำแสงว่าเกี่ยวข้องกับการสะท้อนกลับหมดของแสงอย่างไร

   เมื่อแสงผ่านเข้ามาในเส้นใยแก้วนำแสงที่ทำจากแก้ว จะเกิดการสะท้อนกลับหมดที่ผิวแก้ว (บริเวณที่เป็นรอยต่อของแก้วกับอากาศ) แสงที่สะท้อนนี้จะกลับเข้ามาในเส้นใยแก้วนำแสง และเกิดการสะท้อนที่ผิวแก้วอีกด้านหนึ่ง การสะท้อนนี้จะเกิดภายในแก้ว โดยไม่มีการทะลุผ่านผิวแก้วออกไปยังอากาศ ทำให้เส้นใยแก้วนำแสงสามารถนำแสงจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดโดยเส้นทางเป็นเส้นโค้งได้

การวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ความรู้ความเข้าใจ	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน - ตรวจใบงานที่ 1, 2	- แบบทดสอบหลังเรียน - ใบงานที่ 1, 2	คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
2. ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์	กิจกรรมที่ 1, 2	แบบประเมินการคิดวิเคราะห์	9 คะแนน ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	6 คะแนน ขึ้นไป ถือว่าผ่าน

บันทึกหลักการสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง

1. ผลการเรียนรู้

1.1 ผู้เรียนที่ผ่านผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้

จำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

1.2 ผู้เรียนที่ไม่ผ่านผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้

จำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

1) .....

สาเหตุ.....

2) .....

สาเหตุ.....

3) .....

สาเหตุ.....

แนวทางแก้ไข .....

.....

1.3 ผลการเรียนรู้ ด้านความรู้ (K) .....

.....

1.4 ผลการเรียนรู้ ด้านทักษะกระบวนการ (K) .....

.....

ผลการเรียนรู้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม (K) .....

.....

1.5 ผลการเรียนรู้ ด้านสมรรถนะของผู้เรียน (K) .....

.....

2. ปัญหาอุปสรรค

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

....

( ) ( )

ครูผู้สอน หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมกลุ่ม

กลุ่มที่ (ชื่อกลุ่ม) .....

สมาชิกในกลุ่ม 1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

5. .....

6. .....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย √ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน		
	3	2	1
1. การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น			
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน			
3. รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย			
4. มีขั้นตอนการทำงานอย่างมีระบบ			
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม			
รวม			

สรุป ระดับคะแนน ☐ ดี ☐ ปานกลาง ☐ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน ช่วงคะแนน 13-15 คะแนน ระดับคุณภาพ ดี

ช่วงคะแนน 8-12 คะแนน ระดับคุณภาพ ปานกลาง

ช่วงคะแนน 5-7 คะแนน ระดับคุณภาพ ปรับปรุง

แบบสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
เรื่อง การหักเหของแสง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

วันที่ ..... เดือน .....พ.ศ. .....

เลขที่	ชื่อ-สกุล	การประเมิน				รวม	สรุปผลการประเมิน	
		1. มีความสนใจใฝ่รู้	2. มีความรับผิดชอบ	3. มีเหตุผล และรับฟังผู้อื่น	4. ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม		ผ่าน	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมิน ระดับ 3 หมายถึง มีผลการปฏิบัติ ดี
ระดับ 2 หมายถึง มีผลการปฏิบัติ พอใช้
ระดับ 1 หมายถึง มีผลการปฏิบัติ ควรปรับปรุงแก้ไข

(หมายเหตุ : การแปลผลการประเมิน ได้ผลการประเมินอย่างน้อยระดับ 6 คะแนน ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์)

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล ด้านการคิดวิเคราะห์

ชื่อกิจกรรม .....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

วันที่ ..... เดือน .....พ.ศ. .....

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินจากการตรวจงานของผู้เรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ โดยให้ลงระดับคะแนนลงในตารางความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับดี

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับปานกลาง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน นักเรียนได้คะแนน 12 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

เลขที่	**ชื่อ-สกุล**	**การประเมิน**					**รวม**	**สรุปผลการประเมิน**	
		1. ทักษะการจำแนก	2. ทักษะการจัดหมวดหมู่	3. ทักษะการสรุป	4. ทักษะการประยุกต์	5. ทักษะการคาดการณ์		ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เกณฑ์การประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. ทักษะการจำแนก	จำแนก แยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้ครบทุกประเด็นอย่างถูกต้อง	จำแนก แยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็น	จำแนก แยกแยะส่วนย่อยต่างๆ ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ ใดเหตุการณ์หนึ่งได้บางประเด็น และถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะการจัดหมวดหมู่	เปรียบเทียบเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้ครบทุกประเด็นอย่างถูกต้อง	เปรียบเทียบเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบทุกประเด็น	เปรียบเทียบเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้บางประเด็น และถูกต้องบางส่วน
3. ทักษะการสรุป	บอกความสัมพันธ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้อย่างถูกต้องชัดเจน	บอกความสัมพันธ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่งได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	บอกความสัมพันธ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่งได้บางส่วน
4. ทักษะการประยุกต์	การประยุกต์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้อย่างถูกต้องชัดเจน	การประยุกต์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	การประยุกต์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้บางส่วน
5. ทักษะการคาดการณ์	คาดการณ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้อย่างถูกต้องชัดเจน	คาดการณ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน	คาดการณ์เรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งได้บางส่วน

แบบบันทึกคะแนนแบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 7E

ชุดกิจกรรมที่ 2 การหักเหของแสง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

วันที่ ..... เดือน .....พ.ศ. .....

เลขที่	**ชื่อ – สกุล**	**คะแนนทดสอบหลังเรียน (10 คะแนน)**

ลงชื่อ.....

(.....)

จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. (2554). *คู่มือประกอบการเรียนรายวิชาเพิ่มเติม (ฟิสิกส์) เล่ม 3 ม. 4-6*. กรุงเทพฯ: พ.ศ. พัฒนา.

จารึก สุวรรณรัตน์. (2555). *คู่มือวิชาฟิสิกส์ ม. 4-6*. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.

เฉลิมชัย มอญสุขำ. (2554) *หนังสือเสริมการเรียนฟิสิกส์ เล่ม 3 ม. 4-6*. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.

ชำนาญ เชาวกีรติพงษ์. (2555). *การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (แสงและทัศนูปกรณ์)*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

ตัวอย่างคู่มือนักเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ชุดที่ 2 การหักเหของแสง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์
รายวิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว32203

ชุดที่ 3
เรื่อง เลนส์บาง

จัดทำโดย
นางสาวอาริสา สุปน
โรงเรียนห้องสอนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E รายวิชาฟิสิกส์ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้จัดทำขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนสำหรับส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเนื้อหาสาระการนำเสนอเหมาะสมสำหรับนักเรียน รูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้และทำความเข้าใจ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสนุกกับการเรียน พร้อมทั้งสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยชุดกิจกรรม จำนวน 6 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง การสะท้อนของแสง
ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง
ชุดที่ 3 เรื่อง เลนส์บาง
ชุดที่ 4 เรื่อง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง
ชุดที่ 5 เรื่อง ทัศนอุปกรณ์
ชุดที่ 6 เรื่อง ความสว่างและการมองเห็น

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาชี้แนะจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ในครั้งนี้ ผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

อาริสา สุปน

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

คำนำ ..... ก

สารบัญ ..... ข

คำชี้แจ้งในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 7E

ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง 1

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ขั้นก่อนเรียน 2

ขั้นเรียน 2

ขั้นหลังเรียน 3

การจัดชั้นเรียน 3

การประเมินผลการเรียนรู้ 3

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ 4

สาระสำคัญ/จุดประสงค์การเรียนรู้ 5

สาระการเรียนรู้ 6

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E

ขั้นทบทวนความรู้เดิม 7

ขั้นกระตุ้นความสนใจ 8

ขั้นสำรวจและค้นคว้า 9

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 16

ขั้นขยายความรู้ 17

ขั้นประเมินผล 24

ขั้นนำความรู้ไปใช้ 31

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ 32

การวัดและประเมินผล 32

บรรณานุกรม 33

คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้เป็นชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลาทำกิจกรรม 3 ชั่วโมง

2. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสงชุดนี้ประกอบด้วย

   2.1 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

   2.2 มาตรฐานการเรียนรู้ /สาระการเรียนรู้ /ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

   2.3 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

   2.4 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ 7E

   2.5 แบบทดสอบหลังเรียน

   2.6 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครูผู้สอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ บรรลุวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ นักเรียนควรปฏิบัติดังนี้

1. ขั้นก่อนเรียน

1.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จำนวน 6 กลุ่ม และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบภายในกลุ่ม โดยเลือกหัวหน้า และเลขานุการกลุ่ม

1.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ชุดที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง ให้เข้าใจก่อน อย่างละเอียด รอบคอบ

1.3 ศึกษาสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะเรียนและขั้นตอนต่างๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจชัดเจน

2. ขั้นเรียน

ปฏิบัติตามคำชี้แจงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม เป็นการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไหร่ จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย ความสนใจของนักเรียนเองหรือจากการอภิปรายกลุ่ม

ขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว วางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดแนวทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อ เก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล

ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้นจากนั้นจึงนำไปสู่

ขั้นที่ 6 ประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ เป็นการนำความรู้ที่ได้ในกิจกรรมนี้มาประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือใช้ในชีวิตประจำวัน

ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ถ้านักเรียนสงสัย หรือมีปัญหาระหว่างการทำกิจกรรม นักเรียนสามารถปรึกษาครูได้

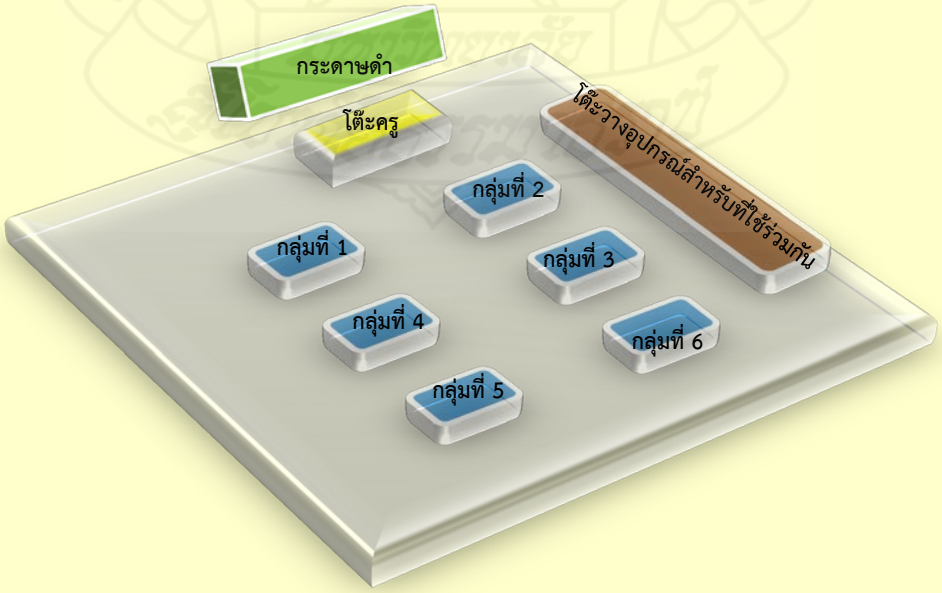
3. ขั้นหลังเรียน

เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน พร้อมทั้งช่วยกันตรวจสอบผลการปฏิบัติกิจกรรมทั้งชุด และต้องเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อยเพื่อสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป

การจัดชั้นเรียน

1. การสอบทุกครั้งให้จัดห้องนั่งสอบเป็นรายบุคคล
2. ในการจัดชั้นเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จำนวน 6 กลุ่ม จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนในชั้น โดยแต่ละกลุ่มคละนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน

ดังแผนภาพดังนี้



การประเมินผลการเรียนรู้

1) ประเมินผลจากการทำกิจกรรมรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม
2) ประเมินผลจากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์
3) ประเมินผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. ทดลอง วิเคราะห์และอธิบายการหักเหของแสงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อของตัวกลางต่างชนิดกัน
2. อธิบายดัชนีหักเห กฎของสเนลล์ และใช้กฎของสเนลล์อธิบายการสะท้อนกลับหมดของแสง
3. หาตำแหน่งภาพของวัตถุที่เกิดจากการหักเหของแสง

เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางคู่หนึ่งๆ จะเกิดการหักเหของแสง (refraction) โดยเป็นไปตามกฎการหักเหแสง ดังนี้ 1) รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกัน 2) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง ๆ อัตราส่วนระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางที่หนึ่งกับไซน์ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่งมีค่าคงตัวเสมอ ข้อนี้เรียกว่า กฎของสเนลล์

เมื่อแสงจากตัวกลางหนึ่งผ่านเข้าไปในอีกตัวกลางที่ดัชนีหักเหมีค่าน้อยกว่า เช่น จากพลาสติกสู่อากาศ มุมตกกระทบที่ผิวรอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสอง ที่ทำให้มุมหักเหเท่ากับ 90 องศา เรียกว่า มุมวิกฤต ถ้ามุมตกกระทบใหญ่กว่ามุมวิกฤต จะไม่มีรังสีหักเห แต่จะมีรังสีสะท้อน ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การสะท้อนกลับหมด (total refraction)

การมองวัตถุที่อยู่ในน้ำจะเห็นวัตถุอยู่ตื้นกว่าเดิม เนื่องจากการหักเหของแสง ตำแหน่งของวัตถุเรียกว่า ความลึกจริง ส่วนตำแหน่งภาพ เรียกว่า ความลึกปรากฏของวัตถุในน้ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. สามารถอธิบายกฎการหักเหของแสง และใช้กฎของสเนลล์ในการแก้ปัญหาได้
2. สามารถอธิบายความหมายของมุมวิกฤติและการสะท้อนกลับหมดของแสงได้
3. สามารถอธิบายความหมายและเปรียบเทียบขนาดของความลึกจริงและความลึกปรากฏได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. ทดลองการหักเหของแสง พร้อมทั้งสรุปเป็นกฎการหักเหของแสง
2. คำนวณหาค่ามุมวิกฤติและการสะท้อนกลับหมดของแสง
3. สามารถอธิบาย วิเคราะห์เปรียบเทียบขนาดของความลึกจริงและความลึกปรากฏ

ด้านการคิดวิเคราะห์

1. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของกฎของสเนลล์กับการหักเหของแสงได้
2. เปรียบเทียบตำแหน่ง ขนาดและชนิดของภาพที่เกิดจากการหักเหได้
3. ระบุเหตุผลที่ต้องใช้กระจกเงาราบ กระจกเงาเว้าและกระจกเงานูนในชีวิตประจำวัน

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม
2. มีความรับผิดชอบและทำงานครบถ้วนตามที่ได้รับมอบหมายและทันเวลาที่กำหนด
3. มีเหตุผล และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ให้ความร่วมมือและมีความเพียรพยายามต่อการปฏิบัติงานกลุ่ม

สาระการเรียนรู้

การหักเหของแสง หมายถึง การเปลี่ยนทิศทางของแสงเมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน เนื่องจาก อัตราเร็วของแสงในแต่ละตัวกลางไม่เท่ากัน โดยเมื่อแสงเกิดการหักเห องค์ประกอบในตัวกลางทั้งสองที่เปลี่ยนแปลง คือ ความเร็วและความยาวคลื่น ส่วนความถี่มีค่าคงที่

กฎของสเนลล์ แสงเดินทางจากตัวกลางที่ 1 ไปตัวกลางที่ 2 มุมตกกระทบเท่ากับ θ_1 และรังสีหักเห ในรอยต่อระหว่างตัวกลาง 1 กับ 2 เป็นมุมหักเห θ_2 อยู่ในแนวระนาบเดียวกันเสมอ ตามสมบัติของคลื่นจะได้

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

เมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากสู่ตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อย แสงจะหักเหออกจากเส้นปกติ ถ้ามุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา เราจะเรียกมุมตกกระทบว่า “**มุมวิกฤต**” และเมื่อมุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตผลที่เกิดขึ้นคือ ไม่มีการหักเหแต่จะเกิดการสะท้อนเพียงอย่างเดียว เรียกภาวะเช่นนี้ว่า **การสะท้อนกลับหมด**

ความลึกปรากฏ คือ เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการมองเห็นภาพของวัตถุเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิม เนื่องจากการหักเหแสง เนื่องจากวัตถุอยู่ในน้ำที่มีความลึก ถ้ามองวัตถุนี้จากอากาศปรากฏว่ามีการหักเหของแสงทำให้เห็นวัตถุตื้นขึ้นมาอยู่ที่ความลึกปรากฏ

ดังนั้น จึงอาจเขียนได้ว่า $\frac{\text{ลึกปรากฏ}}{\text{ลึกจริง}} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$

ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

ครูทบทวนเรื่องการสะท้อนของแสง โดยครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย เช่น (การวิเคราะห์ความสำคัญ/เนื้อหา)

1. สมบัติของแสงมีอะไรบ้าง

   ตอบ .....

   .....

   .....

   .....

2. แสงสามารถเดินทางผ่านตัวกลางต่างๆ ได้กี่ชนิด อะไรบ้าง

   ตอบ .....

   .....

   .....

   .....

3. เมื่อแสงเดินทางผ่านวัตถุหรือตัวกลางโปร่งใส เช่น อากาศ แก้ว น้ำ แสงจะสามารถเดินทางผ่านได้หรือไม่ และลักษณะของแสงเป็นอย่างไร

   ตอบ .....

   .....

4. ถ้าแสงเดินทางผ่านตัวกลางหลายตัวกลางแสงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

   ตอบ .....

   .....

ขั้นกระตุ้นความสนใจ

ครูจัดเตรียมถ้วยแก้วใส และดินสอที่มีความยาวกว่าความสูงของถ้วยแก้ว แล้วทำการสาธิตโดยการนำเอาปากกาใส่ในถ้วยแก้วใสแล้วเทน้ำลงในถ้วยแก้วให้สูง $\frac{3}{4}$ ของความสูงของถ้วยแก้ว ดังรูปภาพที่ 2 แล้วให้นักเรียนสังเกตว่าลักษณะของปากกาที่เห็นต่างกับครั้งแรกอย่างไร

ภาพที่ 1 การจัดอุปกรณ์สาธิตการมองปากกาในถ้วยแก้ว

ที่มา : อาริสา สุปน. 12 ธันวาคม 2557.

ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังต่อไปนี้ (การวิเคราะห์ความสำคัญ/เนื้อหา)

1. ถ้าเรามองปากกาส่วนที่อยู่ในน้ำด้านข้างแก้ว พบว่าแสงเดินทางผ่านตัวกลางใดบ้าง

   ตอบ .....

2. สังเกตเห็นปากกามีลักษณะอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

   ตอบ .....

   .....

3. ตำแหน่งที่มองเห็นกับตำแหน่งจริงอยู่ที่เดียวกันหรือไม่

   ตอบ .....

   .....

4. ขนาดของปากกาที่อยู่เหนือน้ำกับส่วนที่อยู่ในน้ำ เมื่อมองจากด้านข้างของแก้วแตกต่างกันอย่างไร

   ตอบ .....

   .....

ขั้นสำรวจและค้นคว้า

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4-5 คน โดยใช้เกณฑ์ 1 : 2 : 1 (เก่ง : ปานกลาง : อ่อน)
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ครูกำหนดมีดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 การหักเหของแสง

จุดประสงค์

ทดลองและศึกษาแนวรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และรังสีที่ผ่านเข้าและออกจากแท่งพลาสติก หาความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบ และมุมหักเหของแท่งพลาสติกได้

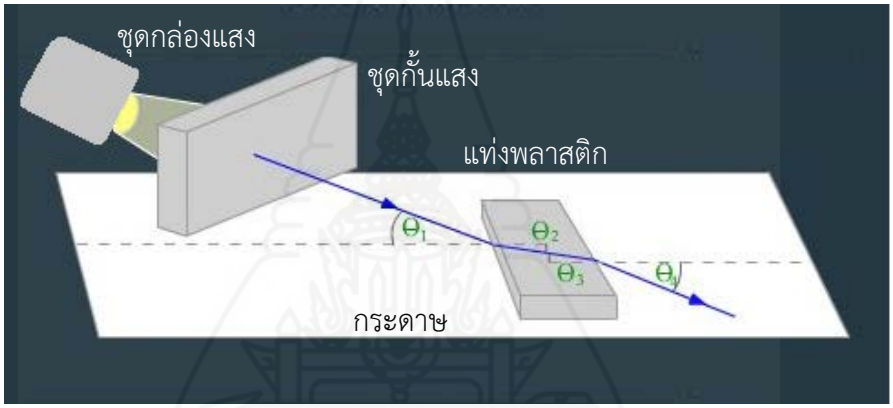
วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดกล่องแสงพร้อมแผ่นกั้นแสง	1 ชุด
2. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
3. แท่งพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	1 อัน
4. กระดาษขาว	1 แผ่น
5. ปากกา/ดินสอ	1 ด้าม
6. ไม้บรรทัด	1 อัน
7. ไม้โพรแทรกเตอร์หรือไม้ครึ่งวงกลม	1 อัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ต่อสายไฟจากชุดกล่องแสงเข้ากับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ 12 โวลต์

2. วางแท่งพลาสติกใสรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าลงบนกระดาษขาว แล้วนำมาวางในตำแหน่งที่รองรับแสงที่ออกจากกล่องแสง โดยให้ปลายของกล่องแสงวางทับบนขอบของกระดาษขาว จัดให้รังสีของแสงจากกล่องแสงตกกระทบที่ผิวของแท่งพลาสติกใสให้เกิดมุมตกกระทบมีค่าเท่ากับ 30 องศา วางอุปกรณ์ดังภาพ



3. สังเกตรังสีของแสงที่เป็นรังสีสะท้อน รังสีหักเหทั้งหมด ทั้งที่อยู่ข้างนอกและในแท่งพลาสติก ใช้ดินสอจุดลงบนกระดาษขาวบริเวณของแท่งพลาสติกตรงตำแหน่งที่เกิดการสะท้อนและหักเหของแสง และจุดลงบนแนวของรังสีของแสงที่ออกจากแท่งพลาสติกอีก 1 ตำแหน่ง แล้วลากเส้นตามแนวขอบแท่งพลาสติก

4. ปิดสวิตช์หม้อแปลงไฟฟ้า ยกแท่งพลาสติกออกจากกระดาษขาวแล้วลากเส้นเชื่อมต่อจุดเพื่อให้ปรากฏแนวรังสีสะท้อนและรังสีหักเห

5. วัดขนาดมุม θ_1, θ_2 , θ_3และ θ_4ลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

6. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 จนถึงข้อ 5 แต่เปลี่ยนมุมตกกระทบเป็น 45, 60 และ 0 องศา ตามลำดับ (มุมตกกระทบเป็น 0 องศา เมื่อรังสีตกกระทบอยู่ในแนวเส้นปกติ)

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมที่ 1

จากอากาศไปแท่งพลาสติก			จากแท่งพลาสติกสู่อากาศ		
มุมตกกระทบ (θ_1)	มุมหักเห (θ_2)	$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$	มุมตกกระทบ (θ_3)	มุมหักเห (θ_4)	$\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_4}$
30°					
45°					
60°					
0°					

คำถามเพื่อการอภิปรายและสรุปผล (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

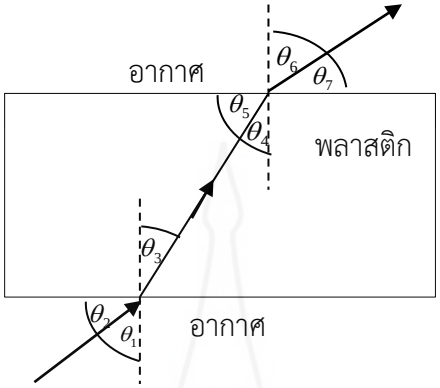
รังสีตกกระทบ คือ .....

รังสีหักเห คือ .....

เส้นแนวฉาก คือ .....

.....

จากรูปต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 2-3



1. มุมตกกระทบคือมุม.....และ.....
   เพราะ.....
2. มุมหักเหคือมุม.....และ.....
   เพราะ.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2 มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

จุดประสงค์

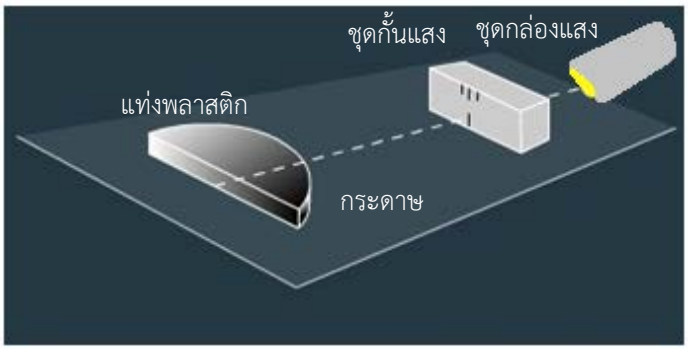
1. ทดลองและศึกษาลักษณะปรากฏการณ์การสะท้อนกลับหมด
2. เขียนแผนภาพแสดงตำแหน่งการเกิดมุมวิกฤตได้

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดกล่องแสงพร้อมแผ่นกั้นแสง	1 ชุด	5. ปากกา/ดินสอ	1 ด้าม
2. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง	6. ไม้บรรทัด	1 อัน
3. แท่งพลาสติกโค้งรูปครึ่งวงกลม	1 อัน	7. ไม้โพรแทรกเตอร์	1 อัน
4. กระดาษขาว	1 แผ่น	หรือไม้ครึ่งวงกลม	

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. วางแท่งพลาสติก และชุดกั้นแสงบนกระดาษขาว
2. ส่องไฟฉายผ่านชุดกั้นแสงที่มีช่องแสง 1 ช่อง ให้แสงตกกระทบแท่งพลาสติกโดยทิศทางของแสงผ่านจุดศูนย์กลางของครึ่งวงกลม
3. สังเกตทิศทางของรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และรังสีหักเหที่จุดศูนย์กลางของครึ่งวงกลม
4. เพิ่มขนาดของมุมตกกระทบจนกระทั่งแสงหักเหไปตามขอบตรงแท่งพลาสติก ซึ่งจะได้มุมหักเหเป็น 90˚ ใช้ดินสอเขียนไปตามขอบของแท่งพลาสติก พร้อมทั้งลากแนวรังสีตกกระทบรังสีหักเห และรังสีสะท้อน
5. เลื่อนแท่งพลาสติกและชุดกั้นแสงออก วัดค่ามุมตกกระทบที่ได้จากข้อ 4
6. ทำการทดลองตามข้อ 1- 4 โดยใช้มุมตกกระทบที่โตขึ้นสังเกตทิศทางของแนวรังสีต่าง ๆ บันทึกผล



ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมที่ 2

มุมตกกระทบ (องศา)	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	
	รูปแสดงทางเดินแสง	มุมหักเห (องศา)
20		
30		
42		
50		

คำถามท้ายกิจกรรม (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

1. มุมวิกฤต หมายถึง .....

2. ถ้าทำให้มุมตกกระทบมีขนาดโตขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีขนาดเท่ากับมุมวิกฤต และมีขนาดโตกว่ามุมวิกฤตแล้ว จะปรากฏแนวรังสีหักเหในลักษณะใด

.....

.....

3. การสะท้อนกลับหมดจะเกิดขึ้นเมื่อใด.....

4. จงเรียงลำดับขนาดของมุมตกกระทบที่ทำให้เกิด การหักเห มุมวิกฤติ และ การสะท้อนกลับหมด จากมากไปหาน้อย .....

5. การสะท้อนกลับหมดจะเกิดขึ้นเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยไปหามากใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด .....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 และกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การหักเหของแสง เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลไปสู่การสรุปผลอย่างมีเหตุผล ได้ดังนี้

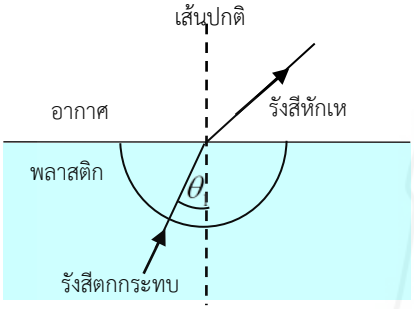
1. การหักของแสง คือ ปรากฏการณ์ที่แสงเคลื่อนจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง ทำให้ความเร็วแสง หรือความยาวคลื่นแสงเปลี่ยนแปลงไป โดยแสงจะเคลื่อนที่ในตัวกลางโปร่งกว่าได้ เร็วกว่าตัวกลางที่ทึบกว่า เช่น ความเร็วแสงในอากาศมากกว่าความเร็วแสงในน้ำ และความเร็ว แสงในน้ำมากกว่าความเร็วแสงในแก้วหรือพลาสติก

2. กฎการหักเหของแสง (Law of (Refraction of Light) หรือกฎของสเนลล์

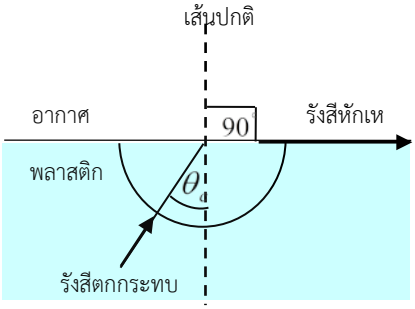
(1) รังสีตกกระทบ เส้นปกติ และรังสีหักเหอยู่ในระนาบเดียวกัน

(2) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่ง อัตราส่วนระหว่างค่า sine ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่งกับค่า sine ของมุมหักเหในอีกตัวกลางหนึ่งมีค่าคงที่เสมอ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{v_1}{v_2}$

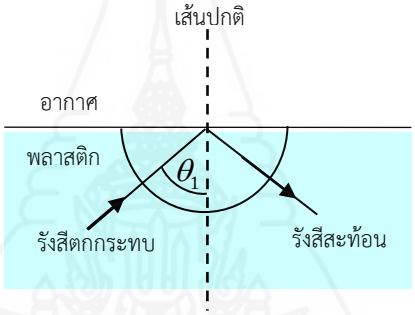
3. มุมวิกฤต (θ_c) เป็นมุมตกกระทบค่าหนึ่งทำให้เกิดมุมหักเหมีค่าเป็น 90 องศา มุมวิกฤตจะเกิดขึ้นได้เมื่อรังสีตกกระทบผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นมากไปยังตัวกลางที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า และถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตจะไม่ปรากฏรังสีหักเห แต่จะปรากฏรังสีสะท้อนแทนเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า การสะท้อนกลับหมด ดังภาพ



รูป (ก) แสดงการหักของแสง $\theta_1 < \theta_c$



รูป (ข) แสดงการเกิดมุมวิกฤติ $\theta_1 = \theta_c$



รูป (ค) แสดงการการสะท้อนกลับหมด $\theta_1 > \theta_c$

ขั้นขยายความรู้

1. **ค่าดรรชนีหักเหของตัวกลางใดๆ** เราสามารถหาค่าดัชนีหักเหได้จากอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศต่ออัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้นๆ ดังนี้

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

เมื่อ n เป็นดัชนีหักเหของตัวกลางใดๆ
c เป็นอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ (3×10^8 m/s)
v เป็นอัตราเร็วของแสงตัวกลางใดๆ (m/s)

ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับตัวกลางที่ 1 จะเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{c/v_2}{c/v_1}$$

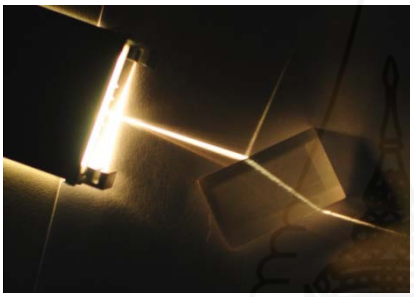
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad \text{..... (1)}$$

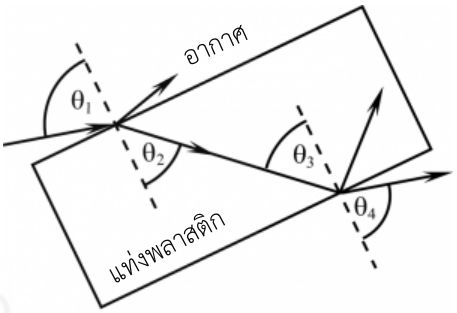
อัตราส่วน $\frac{n_2}{n_1}$ เรียกว่า ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1

ตัวกลาง	ดัชนีหักเห	อัตราเร็วแสง (m/s)
อากาศ	1.00	3.00×10^8
น้ำ	1.33	2.23×10^8
แอลกอฮอล์	1.36	2.21×10^8
แก้ว	1.50	2.00×10^8
เพชร	2.42	1.24×10^8

2. กฎของสเนลล์กับการหักเหของแสง

นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่าเมื่อให้ลำแสงตกกระทบผิวแท่งพลาสติก จะมีลำแสงส่วนหนึ่งสะท้อนออกจากผิวแท่งพลาสติก และอีกส่วนหนึ่งเข้าไปในแท่งพลาสติกโดยมีแนวของลำแสงเปลี่ยนไปจากแนวของลำแสงตกกระทบ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การหักเหของแสง (refraction of light) ดังรูปที่ 1





รูปที่ 1 แสดงการสะท้อนและการหักเหของแสงที่ผิวแท่งพลาสติก
ที่มา: www.physics.ipst.ac.th

จากรูปที่ 1 จะได้ว่า θ_1 เป็นมุมตกกระทบ

θ_2 เป็นมุมหักเห

$\sin\theta_1$ เป็นค่าไซน์มุมตกกระทบ

$\sin\theta_2$ เป็นค่าไซน์มุมหักเห

อัตราส่วน $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ มีค่าคงตัว ค่าคงตัวนี้เรียกว่า ดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1 และเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_1 \quad \text{..... (2)}$$

ความสัมพันธ์ตามสามการที่ (2) นี้เรียกว่า กฎของสเนลล์ ซึ่งกล่าวว่า อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางที่ 1 กับค่าไซน์ของมุมหักเหในตัวกลางที่ 2 มีค่าคงตัว อัตราส่วนนี้เรียกว่า ดัชนี หักเหของตัวกลางที่ 2 เทียบกับดัชนีหักเหของตัวกลางที่ 1

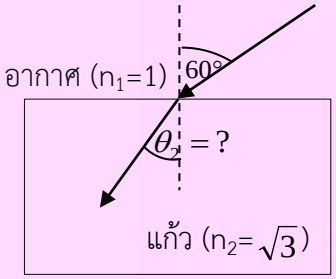
ตัวอย่าง เมื่อแสงทำมุมตกกระทบ 60 องศา กับแท่งแก้วซึ่งมีดัชนีหักเหเป็น $\sqrt{3}$ รังสีหักเหจะทำมุมกับผิวแก้วกี่องศา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์ 1. โจทย์ให้ $\theta_1 = 60°$, $n_1 = 1$, $n_2 = \sqrt{3}$

2. โจทย์ต้องการหา $\theta_2 = ?$

3. วาดรูปตามโจทย์

4. ใช้กฎของสเนลล์



$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$(1)\sin 60° = (\sqrt{3})\sin\theta_2$$

$$\sin\theta_2 = \frac{(\sqrt{3}/2)}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = 30°$$

ดังนั้น รังสีหักเหจะทำมุมกับผิวแก้วเท่ากับ $90° - 30° = 60$ องศา

ตอบ 60 องศา

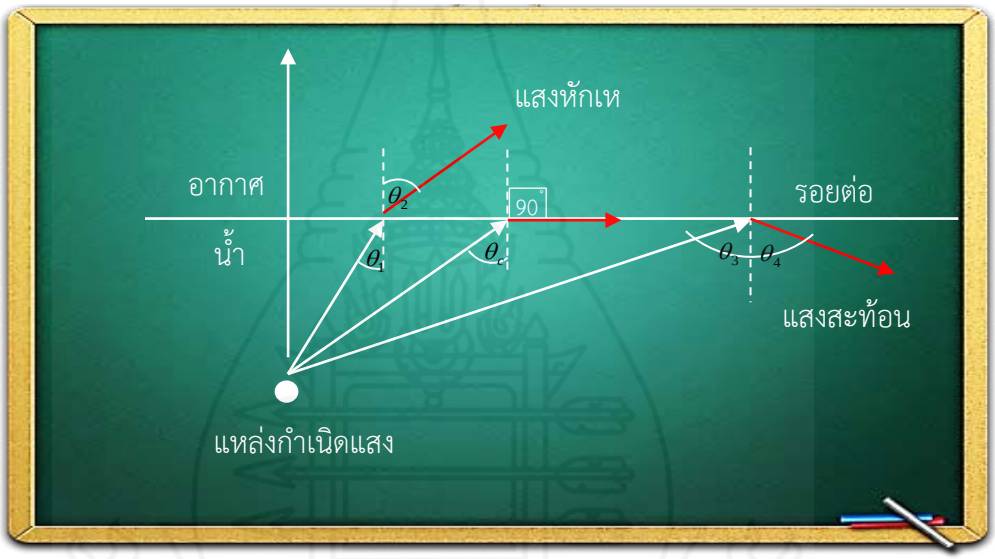
ข้อสังเกต : ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มี $n_{น้อย}$ ไปยัง $n_{มาก}$ แล้วรังสีหักเหจะเบนเข้าหาเส้นแนวฉาก แต่ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มี $n_{มาก}$ ไปยัง $n_{น้อย}$ แล้วรังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก

3. มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

มุมวิกฤต (critical angle) คือ มุมตกกระทบในตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากไปยังตัวกลาง

ที่มีค่าดัชนีหักเหน้อย มุมตกกระทบที่พอดีทำให้มุมหักเหในตัวกลางที่ 2 มีค่า 90 องศา

ถ้ามุมตกกระทบโตกว่ามุมวิกฤตจะไม่ปรากฏรังสีหักเห แต่จะปรากฏรังสีสะท้อนแทนเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า **การสะท้อนกลับหมด (total reflection)** ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการเกิดมุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมด

เราสามารถหาค่ามุมวิกฤตในตัวกลางต่างๆ โดยใช้กฎของสเนลล์

จากกฎของสเนลล์ $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_1$

$$n_1 \sin\theta_c = n_2 \sin 90°$$

$$\sin\theta_c = \frac{n_2 \times 1}{n_1}$$

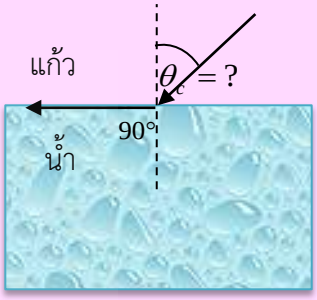
สูตรการหามุมวิกฤต $\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$

ตัวอย่าง ดัชนีหักเหของน้ำมีค่า 1.33 และดัชนีหักเหของแก้ว 1.53 ถ้าแสงเดินทางจากแก้วไปยังน้ำ มุมวิกฤตระหว่างแก้วกับน้ำเป็นเท่าใดเป็น

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์ 1. โจทย์ให้ $n_1 = 1.53$, $n_2 = 1.33$

2. โจทย์ต้องการหา $\theta_c = ?$

3. วาดรูปตามโจทย์



4. ใช้สูตรการหามุมวิกฤต

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin\theta_c = \frac{1.33}{1.53} = 0.87$$

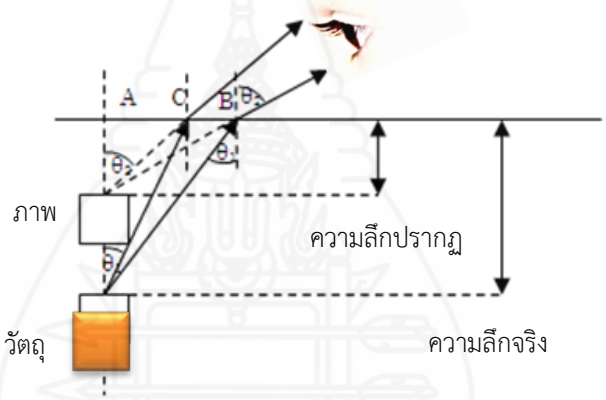
$$\theta_c = \sin^{-1}(0.87) = 60°$$

ตอบ มุมวิกฤตระหว่างแก้วกับน้ำเท่ากับ 60 องศา

ดังนั้นจะทำให้เราทราบว่า *"การสะท้อนกลับหมด"* ในแก้วไปยังน้ำจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมุมตกกระทบโตกว่า 60 องศา

3. ความลึกจริง ความลึกปรากฏ

ภาพที่เกิดจากการหักเหที่ผิวเรียบ การหักเหของแสงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อของตัวกลาง 2 ชนิด เมื่อผิวรอยต่อเป็นผิวเรียบ ทำให้มองเห็นวัตถุอยู่ใกล้หรือไกล (ตื้นหรือลึก) กว่าความเป็นจริง ขึ้นอยู่กับว่าวัตถุอยู่ในตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากกว่าหรือน้องกว่าตัวกลางที่ตามองดูอยู่ ซึ่งพิจารณาได้***จากฎของสเนลล์*** โดยยึดหลักว่า ***"การที่จะมองเห็นวัตถุได้ ต้องมีแสงจากวัตถุเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางแล้วหักเหเข้าสู่ตา"*** สรุป



รูปที่ 3 การมองเห็นภาพที่เกิดจากการหักเหที่ผิวเรียบ

จากรูป จะพบว่า $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}}$

เมื่อ θ_1 แทนมุมตกกระทบ

θ_2 แทนมุมหักเห

n_1 แทนดัชนีหักเหของตัวกลางที่วัตถุอยู่

n_2 แทนดัชนีหักเหของตัวกลางที่ตามองดู

ข้อสังเกต ถ้ามองวัตถุที่อยู่ในน้ำโดยมองตรงๆ มุม θ_1 และมุม θ_2 จะเล็กมาก ซึ่งทำให้ $\sin\theta_1 \approx \tan\theta_1$ และ $\sin\theta_2 \approx \tan\theta_2$

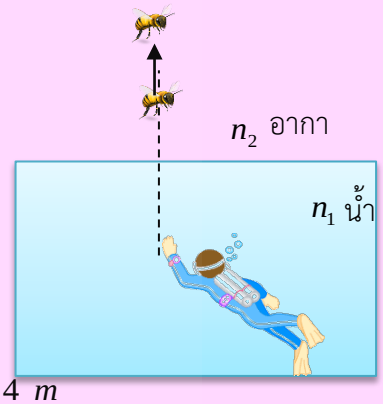
ตัวอย่าง ผึ้งตัวหนึ่งบินอยู่ในอากาศสูงจากผิวน้ำ 3 เมตร คนที่ดำอยู่ใต้ผิวน้ำและมองดูผึ้งตัวนี้ในแนวของเส้นแนวฉาก จะมองเห็นผึ้งไกลออกไปหรือใกล้เข้ามากกว่าความจริงเท่าไร

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์ 1. โจทย์ให้ ความลึกจริง = 3 m

2. โจทย์ต้องการหา ความลึกปรากฏ = ?

3. วาดรูปตามโจทย์

4. ใช้สูตรการหาความลึกปรากฏ

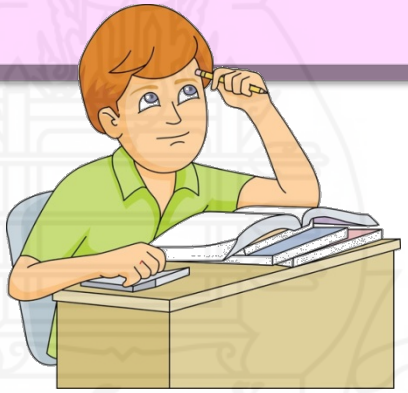


$$\frac{\text{ความลึกจริง}}{\text{ความลึกปรากฏ}} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{3}{\text{ความลึกปรากฏ}} = \frac{1}{4/3}$$

$$\text{ความลึกปรากฏ} = 3 \times \frac{4}{3} = 4 \ m$$

ตอบ จะมองเห็นผึ้งไกลออกไปมากกว่าความจริง 4-3 = 1 เมตร



อ่านใบความรู้จบแล้ว นักเรียนทำใบงานที่ 1 ใบงานที่ 2 และแบบทดสอบหลังเรียนต่อเลยนะครับ
เพื่อประเมินความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ^__^

ขั้นประเมินผล

1. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 และใบงานที่ 2 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในกิจกรรม

2. ให้นักเรียนประเมินตนเองด้วยการทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การหักเหของแสง จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

ใบงานที่ 1 การหักเหของแสง (การวิเคราะห์หลักการ/ ด้านการประยุกต์)

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓หน้าข้อความที่กล่าวถูกต้อง และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่กล่าวผิด

..... 1) การหักเหแสง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงความถี่เมื่อเปลี่ยนตัวกลาง

..... 2) ดัชนีหักเหของแสงของวัตถุต่างชนิดกันย่อมมีค่าไม่เท่ากัน

..... 3) สำหรับตัวกลางคู่หนึ่งๆ อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบในตัวกลางหนึ่งกับค่าไซน์ของมุมหักเหตัวกลางหนึ่ง มีค่าคงตัวเสมอ และเรียกค่าคงตัวนี้ว่า ดัชนีหักเหของวัตถุเทียบตัวกลางที่แสงตกกระทบ

..... 4) จากกฎการหักเหของแสง จะได้ว่า รังสีตกกระทบ เส้นแนวฉาก และรังสีหักเหต้องอยู่บนระนาบเดียวกัน

..... 5) ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อยไปตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมาก โดยแนวทางเดินแสงตกไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง รังสีหักเหจะเบนออกจากเส้นแนวฉาก

..... 6) มุมวิกฤต หมายถึง มุมหักเหที่พอดีทำให้มุมตกกระทบมีค่า 90 องศา

..... 7) ถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากไปตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย โดยแนวทางเดินแสงตกไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง แสงจะสะท้อนกลับหมดเสมอ

..... 8) ถ้ามุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมวิกฤต แสงจะไม่หักเห แต่จะมีการสะท้อนกลับหมด

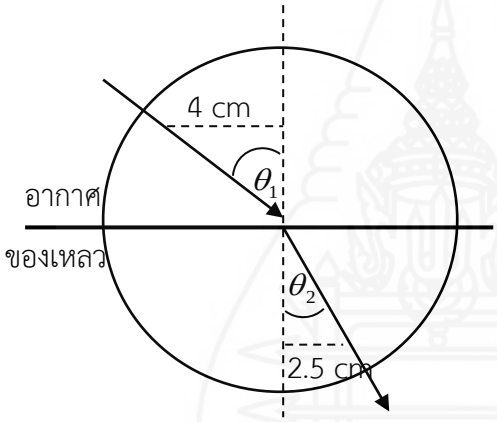
..... 9) ถ้ามุมตกกระทบมีค่าน้อยกว่ามุมวิกฤต แสงจะเกิดการหักเหออกจากเส้นแนวฉาก

..... 10) จะเกิดมุมวิกฤต หรือปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดได้ แสงจะเดินทางจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อยไปยังดัชนีหักเหมาก โดยแนวทางเดินของแสงไม่ตั้งฉากกับผิวรอยต่อระหว่างตัวกลาง

กฎการหักเหของแสง
(การวิเคราะห์หลักการ/ด้านการประยุกต์)

คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ความรู้เรื่อง กฎการหักเหของแสง มาแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้ (จำนวน 6 ข้อ)

1. เมื่อแสงเดินทางผ่านจากอากาศเข้าไปในของเหลว จะเกิดการหักเหดังรูป จงหาดัชนีหักเหของของเหลว



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. แสงสีม่วงความยาวคลื่น 400 นาโมเมตร และแสงสีแดงความยาวคลื่น 700 นาโมเมตร มีค่าดัชนี หักเหในควอตซ์ 1.557 และ 1.54 ตามลำดับ แสงสีใดมีอัตราเร็วมากกว่าและมากกว่าเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้ามุมวิกฤตของตัวกลางหนึ่งเป็น 30 องศา จงหาอัตราเร็วของแสงในตัวกลางนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. มุมวิกฤตสำหรับสารโปร่งใสชนิดหนึ่งในอากาศ มีค่าเท่ากับ 45 องศา อัตราเร็วแสงในสารโปร่งใสนี้มีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. นายอยู่หาปลาอยู่ริมน้ำ เห็นปลาตัวหนึ่งน้ำนิ่งลึกลงไป 30 เซนติเมตร น้ำมีค่าดัชนีหักเห 1.3 ถ้านายอยู่มีมุมมองเห็นปลาทำมุม 30 องศากับแนวราบ และในขณะเดียวกันปลาจะเห็นนายอยู่ด้วยเช่นกัน ปลาจะมองเห็นนายอยู่ตัวโต หรือตัวเล็กกว่าความเป็นจริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ชายคนหนึ่งมองปลาในน้ำตามแนวดิ่ง เห็นภาพของปลาสูงจากตำแหน่งของปลา 10 เซนติเมตร ตำแหน่งภาพที่เขามองเห็นอยู่ ห่างจากผิวน้ำกี่เซนติเมตร กำหนดให้ดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ 4/3 และดัชนีหักเหของอากาศเท่ากับ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 2 การหักเหของแสง

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย O ล้อมรอบตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว (จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 15 นาที)

---

1. เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่ง ไปยังอีกตัวกลางหนึ่งทำให้แนวการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยนไปจากเดิม เรียกปรากฏนี้ว่า

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

2. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

(1) อัตราส่วนระหว่างค่าไซน์ของมุมตกกระทบกับค่าไซน์ของมุมหักเหมีค่าคงตัว เรียกว่ากฎของสเนลล์

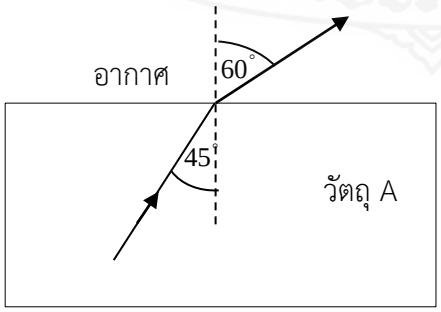
(2) ดรรชนีหักเหของตัวกลางต่างชนิดกันมีค่าเท่ากันเสมอ

(3) ดรรชนีหักเหของตัวกลางจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราของแสงในตัวกลางนั้นๆ

ข้อความใดบ้างที่กล่าวถูกต้อง

ก. (1) และ (2)
ข. (2) และ (3)
ค. (1) และ (3)
ง. (1) , (2) และ (3)

3 จากรูป ดัชนีหักเหของวัตถุ A มีค่าเท่าใด เมื่อดัชนีหักเหของอากาศมีค่าเท่ากับ 1



ก. $\frac{\sqrt{2}}{2}$
ข. $\frac{\sqrt{6}}{2}$
ค $\frac{2}{\sqrt{2}}$
ง. $\frac{2}{\sqrt{6}}$

4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

(1) มุมหักเหที่มีค่าเท่ากับ 90 องศา เรียกว่า มุมวิกฤต

(2) มุมตกกระทบที่ทำให้มุมหักเหมีค่าเท่ากับ 90 องศา เรียกว่า มุมวิกฤต

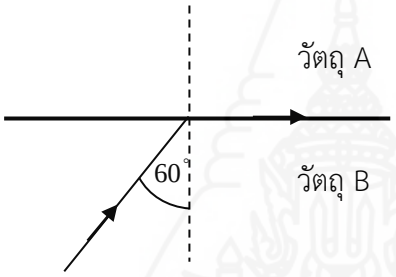
(3) มุมวิกฤตจะเกิดขึ้นได้เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมาก ไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย

ข้อความใดบ้างที่กล่าวถูกต้อง

ก. (1) และ (2) ข. (2) และ (3)

ค. (1) และ (3) ง. (1) , (2) และ (3)

5. จากรูป ดรรชนีหักเหของวัตถุ A มีค่าเท่าใด เมื่อดรรชนีหักเหของอากาศมีค่าเท่ากับ 1



ก. 1.50

ข. 1.73

ค. 1.90

ง. 2.00

6. จงหาค่ามุมวิกฤตของเพชร เมื่อแสงผ่านเพชรไปยังอากาศ กำหนดให้ค่าดรรชนีหักเหของเพชรเท่ากับ 2.42 และดรรชนีหักเหของอากาศเท่ากับ 1

ก. 24.5 องศา ข. 22.5 องศา

ค. 26.5 องศา ง. 27.5 องศา

7. เมื่อให้แสงเคลื่อนที่จากวัตถุ A ไปยังวัตถุ B ปรากฏว่าวัดค่ามุมหักเหได้เท่ากับ 90 องศา มุมตกกระทบมีค่าเท่าใด กำหนดให้ดัชนีหักเหของวัตถุ A และ B มีค่าเท่ากับ 2.5

ก. 37 องศา ข. 38 องศา

ค. 39 องศา ง. 40 องศา

8. คนมองปลาในสระน้ำในแนวทำมุม 30 องศากับแนวราบ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. คนเห็นปลาตราตำแหน่งที่เป็นจริง

ข. คนเห็นปลากลับซ้าย – ขวา

ค. คนเห็นปลาตื้นกว่าที่เป็นจริง

ง. คนเห็นปลาลึกกว่าที่เป็นจริง

9. วัตถุอยู่ที่พื้นสระน้ำซึ่งลึก 5 เมตร ถ้าดัชนีหักเหของน้ำมีค่าเท่ากับ $\frac{4}{3}$ จะมองเห็นวัตถุอยู่ลึกจากผิวน้ำกี่เมตร

ก. $\frac{15}{4}$

ข. $\frac{3}{4}$

ค. $\frac{4}{3}$

ง. 5

10. ปลาเสือตัวหนึ่งอยู่ในน้ำกำลังมองแมลงปอที่บนอยู่ในอากาศในแนวตรงห่างจากผิวน้ำ 30 m. จะมองเห็นแมลงปอห่างจากผิวน้ำตามข้อใด กำหนดให้ดัชนีหักเหของน้ำเท่ากับ $\frac{4}{3}$

ก. มากกว่าความเป็นจริง 10 cm.

ข. มากกว่าความเป็นจริง 22.5 cm.

ค. น้อยกว่าความเป็นจริง 10 cm.

ง. น้อยกว่าความเป็นจริง 22.5 cm.

ความตั้งใจทำแบบทดสอบ

นะครับ ^__^

ขั้นนำความรู้ไปใช้

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น
   - ปัจจุบันเราสามารถประยุกต์นำความรู้เกี่ยวกับการหักเหและการสะท้อนกลับหมดของแสง มาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง

     .....

     .....

     .....

     .....

   - ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวของเส้นใยนำแสงด้วยวิธีทางแสง โดยเปิดแสงให้เข้าไปในเส้นใยนำแสงเป็นเวลาชั่วครูแล้วปิดแสง วัดระยะตั้งแต่เริ่มเปิดแสงจนกระทั่งรับแสงสะท้อนได้ที่ตำแหน่งต้นทาง นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแก้ปัญหานี้อย่างไร

     .....

     .....

     .....

     .....

2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับหลักการวิธีการทำงานของเส้นใยแก้วนำแสงว่าเกี่ยวข้องกับการสะท้อนกลับหมดของแสงอย่างไร

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

การวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ความรู้ความเข้าใจ	- ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน - ตรวจใบงานที่ 1, 2	- แบบทดสอบหลังเรียน - ใบงานที่ 1, 2	คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปถือว่าผ่าน
2. ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์	กิจกรรมที่ 1, 2	แบบประเมินการคิดวิเคราะห์	9 คะแนน ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์	สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	6 คะแนน ขึ้นไป ถือว่าผ่าน

บรรณานุกรม

จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. (2554). *คู่มือประกอบการเรียนรายวิชาเพิ่มเติม (ฟิสิกส์) เล่ม 3 ม. 4-6*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา.

จารึก สุวรรณรัตน์. (2555). *คู่มือวิชาฟิสิกส์ ม. 4-6*. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.

เฉลิมชัย มอญสุขำ. (2554). *หนังสือเสริมการเรียนฟิสิกส์ เล่ม 3 ม. 4-6.* กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.

ชำนาญ เชาวกีรติพงษ์. (2555). *การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (แสงและทัศนูปกรณ์).* นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3.* กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

ภาคผนวก ช

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๒๐๕

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๗ กรกฎาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นรชัย ปัญโญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวอาริสา สุปน นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๗E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตามโครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูล และได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทานั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ การวัดและประเมินผลฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ จีนะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐-๘๖๖๑-๗๑๘๓-๐

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๒๐๕

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๘ กรกฎาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นายดุษฎี ศรีทรงราช

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวอาริสา สุปน นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๗E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตามโครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทานั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ การวัดและประเมินผลฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ จีนะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐-๘๖๖๑-๗๑๘๓-๐

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๒๐๕

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๘ กรกฎาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสายรุ้ง แสนละมูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวอาริสา สุปน นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๗E ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนห้องสอนศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตามโครงการการศึกษาค้นคว้าอิสระที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทานั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ การวัดและประเมินผลฟิสิกส์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ จีนะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา ๐-๘๖๖๑-๗๑๘๓-๐

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวอาริสา สุปน
วัน เดือน ปีเกิด	3 ตุลาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2550 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2555
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนห้องสอนศึกษา เลขที่ 1/17 ถนนขุนลุมประพาส ตำบลจองคำ อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน 58000
ตำแหน่ง	ครู อันดับ คศ.1