

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอน
ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคลื่นกล และ
เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

นางสาวธิดินันท์ นานาน



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2555

**The Effects of the 5E Inquiry Instructional Management Approach Using
Science Teaching Strategies on Learning Achievement in the Topic of
Mechanical Wave and Attitude Toward Physics of Mathayom Suksa V
Students at Pak Kret School in Nonthaburi Province**

Miss Thitinan Najan

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

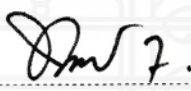
Sukhothai Thammathirat Open University

2012

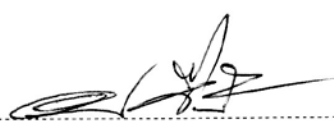
หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คลื่นกล และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
ชื่อและนามสกุล	นางสาวธิดินันท์ นานาน
แขนงวิชา	หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2556

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ


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


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชำนาญ เชาวีกรติพงษ์)


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถพ จินะวัฒน์)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทาง
วิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคลื่นกล และเจตคติต่อวิชา
ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
ผู้ศึกษา นางสาวธิดินันท์ นานาน **รหัสนักศึกษา** 2542103235 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
(หลักสูตรและการสอน) **อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ **ปีการศึกษา** 2555

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง
คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนภายใต้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E
ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ กับที่เรียนภายใต้วิธีสอนแบบปกติ และ (2) เปรียบเทียบเจตคติต่อการ
เรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนภายใต้การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการ
สอนวิทยาศาสตร์ กับที่เรียนภายใต้วิธีสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบ
กลุ่ม จำนวน 90 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี แล้วสุ่มให้เป็น
กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์
เรื่อง คลื่นกล สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E โดยใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์
และ แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับการสอนแบบปกติ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
ฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล และ 3) แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัย พบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนภายใต้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอน
วิทยาศาสตร์ สูงกว่าของกลุ่มที่เรียนภายใต้วิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) เจตคติ
ต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนภายใต้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหา
ความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ สูงกว่าของกลุ่มที่เรียนภายใต้วิธีสอนแบบปกติอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

Independent Study title: The Effects of the 5E Inquiry Instructional Management Approach Using Science Teaching Strategies on Learning Achievement in the Topic of Mechanical Wave and Attitude Toward Physics of Mathayom Suksa V Students at Pakkret School in Nonthaburi Province

Author: Miss Thitinan Najan; **ID:** 2542103235;

Degree: Master of Education (Curriculum and Instruction);

Independent Study advisor: Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor;

Academic year: 2012

Abstract

The purposes of this research were as follows: (1) to compare the Physics learning achievement in the topic of Mechanical Wave of the students who learned under the 5E inquiry instructional management approach using science teaching strategies and that of the students who learned under the conventional teaching approach; and (2) to compare attitude toward physics of the students who learned under the 5E inquiry instructional management approach using science teaching strategies and that of the students who learned under the conventional teaching approach.

The research sample consisted of 90 Mathayom Suksa V students in two intact classrooms of Pakkret School in Nonthaburi Province, during the second semester of the 2013 academic year, obtained by cluster sampling. One of the classrooms was randomly assigned as the experimental group; the other classroom, the control group. The instruments used were (1) learning management plans for the 5E inquiry instructional management approach using science teaching strategies; (2) learning management plans for the conventional teaching approach; (3) a physics learning achievement test on the topic of Mechanical Wave; and (4) a scale to assess attitude toward physics. Statistics for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

Research findings were (1) the physics learning achievement in the topic of Mechanical Wave of the students who learned under the 5E inquiry instructional management approach using science teaching strategies was significantly higher than that of the students who learned under the conventional teaching approach at the .01 level; and (2) the attitude toward physics of the students who learned under the 5E inquiry instructional management approach using science teaching strategies was significantly higher than that of the students who learned under the conventional teaching approach at the .01 level.

Keywords: 5E inquiry instructional management approach, Science teaching strategies, Physics learning achievement, Attitude toward physics

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาและประธานควบคุมงานวิจัย ตลอดจนท่านเป็นประธานกรรมการ การสอบงานวิจัยในครั้งนี้ และ รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพงศ์ กรรมการสอบ ผู้ซึ่งให้ คำแนะนำช่วยเหลือ ตลอดจนตรวจแก้ไขงานวิจัยจนมีคุณภาพ พร้อมทั้งให้กำลังใจตลอดระยะเวลาใน การจัดทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์กานต์วี ผิวฉิม อาจารย์กานต์นารี ธรรมครบุรี และอาจารย์ สุภรชต์ คลายมนต์ ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในการตรวจสอบ และแก้ไข เครื่องมือในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และขอขอบใจนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ที่ให้ความ ร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ พ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจและทุนการศึกษา ช่วยเหลือเป็นอย่างดี ในการทำวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่พึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็น เครื่องบูชา พระคุณบิดา - มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ ความอนุเคราะห์ แก่ผู้วิจัยโดยเสมอมา

ธิดินันท์ นาจาน

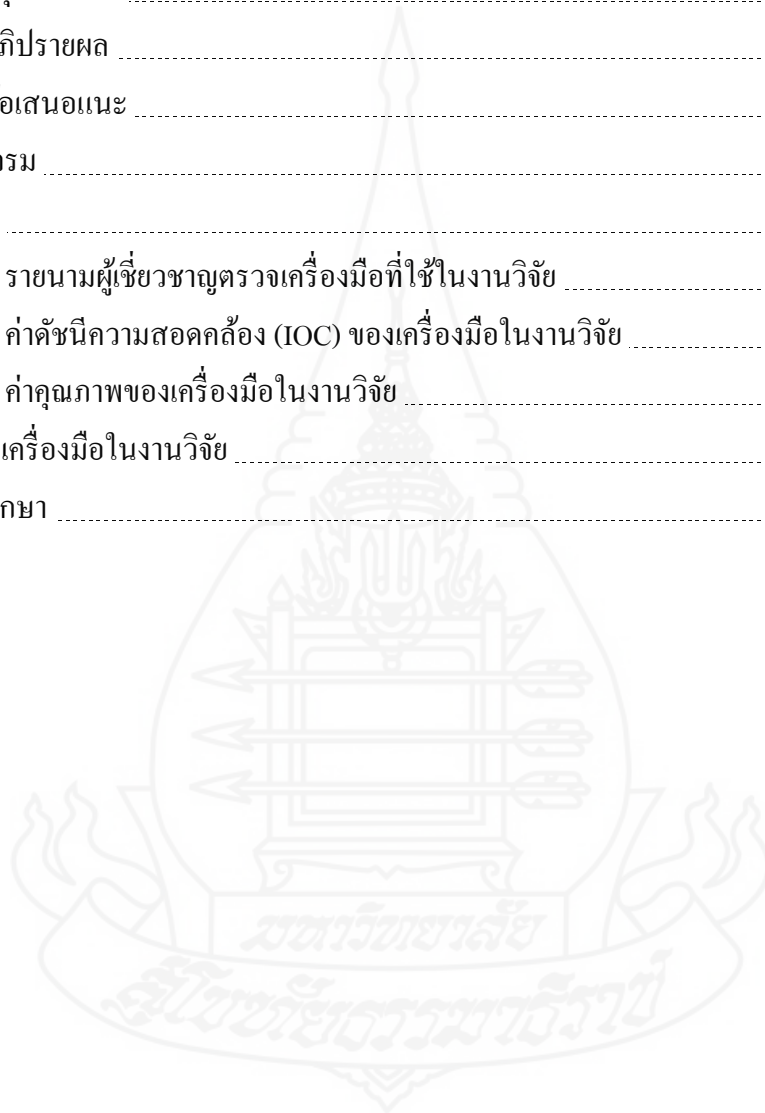
เมษายน 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	3
สมมติฐานการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	8
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E	14
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์	21
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	46
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	60
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	69
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	69
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	69
การเก็บรวบรวมข้อมูล	76
การวิเคราะห์ข้อมูล	77
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	81
ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล	81
ตอนที่ 2 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์	82

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	83
สรุปการวิจัย	83
อภิปรายผล	83
ข้อเสนอแนะ	87
บรรณานุกรม	89
ภาคผนวก	98
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	99
ข ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือในงานวิจัย	101
ค ค่าคุณภาพของเครื่องมือในงานวิจัย	104
ง เครื่องมือในงานวิจัย	132
ประวัติผู้ศึกษา	162



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1	วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ 71
ตารางที่ 3.2	ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ 76
ตารางที่ 4.1	การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระหว่างผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอน ทางวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนแบบปกติ 81
ตารางที่ 4.2	การเปรียบเทียบความแตกต่างของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ระหว่างผู้เรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ กับวิธีสอนแบบปกติ 82



ญ

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
ภาพที่ 2.1 แนวความคิดหลักของการเรียนรู้แบบ Cooperative Learning	25
ภาพที่ 2.2 การจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผัง	31
ภาพที่ 2.3 แผนผังเวนน์	32



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เป็นพื้นฐานอันสำคัญของการพัฒนาและเป็นเครื่องชี้นำสังคม ผู้ที่ได้รับการศึกษาจึงเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพ และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าเรื่องสำคัญที่สุดในแวดวงการศึกษาของไทย คือ การปฏิรูปการศึกษา เพราะในอดีตที่ผ่านมาการศึกษาของไทยไม่สามารถแก้ไขปัญหาของประเทศได้ นับวันจะสะสมปัญหาพอกพูนยิ่งขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนมีอยู่เฉพาะในห้องสี่เหลี่ยม มีผู้สอนทำหน้าที่พูด ผู้เรียนมีหน้าที่รับฟังและท่องหนังสือหรือยึดตำราเป็นหลัก ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

ดังนั้น วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและโลกอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของคนทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและในอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาความคิด ทั้งความคิดที่เป็นเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy for all) เพื่อที่จะเข้าใจโลก ธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่การนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษาตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ อย่างสมดุลและยั่งยืนและที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ ความรู้

ทางวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจสามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ: 1)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) สังเกต ตรวจสอบ ศึกษา ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ การสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนั้นถ้าจะศึกษากันเฉพาะในห้องเรียนยังไม่เพียงพอ เพราะห้องเรียนเป็นช่วงเวลาหนึ่งที่ผู้เรียนสามารถจะศึกษาวิทยาศาสตร์ได้อย่างจริงจังแต่ก็เป็นช่วงเวลาแค่นั้น ๆ ในวันหนึ่ง บางที่อาจจะไม่มีด้วยซ้ำ เพราะต้องศึกษาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ด้วย นักเรียนจะต้องมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตนเอง แต่นักเรียนต้องสามารถเลือกใช้แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและมีความถูกต้อง อย่างไรก็ตาม ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนก็พบว่าปัญหาที่ทำให้การเรียนการสอนไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่หวังไว้ โดยมีสาเหตุมาจากหลายประการ พอสรุปได้ดังนี้

1. ด้านตัวครู พบว่า การจัดการเรียนรู้ของครูยังไม่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน มุ่งเน้นสอนเนื้อหามากกว่ากระบวนการคิด ขาดเทคนิควิธีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อันได้แก่ การเตรียมการสอน การเลือกใช้สื่อการสอน เลือกวิธีสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา และสภาพการเรียนการสอน
2. ด้านตัวผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนยังขาดความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน มีความกระตือรือร้นน้อย มองไม่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา ขาดทักษะการคิด และทักษะกระบวนการกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
3. ด้านตัวหลักสูตร พบว่า เนื้อหาบางส่วน มีความซับซ้อนยากแก่การเข้าใจ สื่อการเรียนการสอนมีน้อย และไม่เร้าความสนใจของผู้เรียน เนื้อหาสาระของหลักสูตร การจัดการเรียนการสอนก็ยังมุ่งเน้นการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง ยังไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากสภาพแวดล้อมในชุมชนและสังคม

จากปัญหาดังกล่าว ครูผู้สอนเห็นว่าเป็นปัญหาที่สำคัญและจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขและพัฒนาให้กับนักเรียน ซึ่งการแก้ไขปัญหานี้ ครูผู้สอนได้ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ เพื่อนำผลวิจัยที่ได้มาใช้เป็น

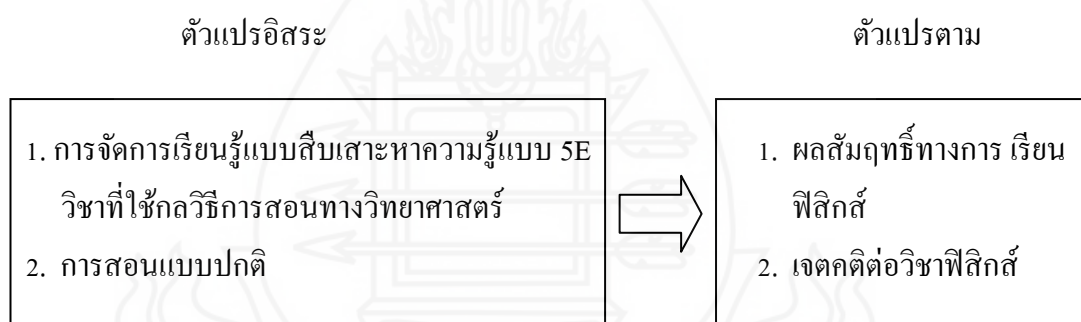
แนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ และนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ กับวิธีสอนแบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ กับวิธีสอนแบบปกติ

3. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

4.2 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ขอบเขตของประชากร

5.1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ทั้งหมด 4 ห้องเรียน จำนวน 180 คน

5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับสลากได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1) กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน 45 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับวิธีสอนแบบปกติ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน 45 คน

5.2 ขอบเขตของตัวแปร

5.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้ กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ กับ วิธีสอนแบบปกติ

5.2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหา ในวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สาระที่ 5 : พลังงาน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง คลื่นกล

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งอาจเกิด ความสนใจ ความสงสัย จากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจใคร่รู้ นำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา วิธีการศึกษาอาจเป็นการตรวจสอบ การทดลอง การปฏิบัติ การสืบค้นความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล อย่างพอเพียงในการที่จะใช้ขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปของภาพวาด ตาราง แผนภูมิ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นการสนับสนุนหรือโต้แย้งสมมติฐานก็ได้ ผลที่ได้สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปไปอธิบายสถานการณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่ามีความรู้อะไรบ้าง รู้มากน้อยเพียงใดและนำไปประยุกต์ความรู้สู่เรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

6.2 กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เทคนิค และวิธีการต่าง ๆ ตลอดจนการจัดกิจกรรมที่หลากหลายและเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแล้ว ครูจำเป็นต้องมีกลวิธีต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นความคิด การตั้งคำถาม และส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างจริงจังและทั่วถึง รวมทั้งเป็นการสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความตื่นตัว กระตือรือร้น และไม่น่าเบื่อหน่ายอีกด้วย

นักการศึกษาทั่วไปและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ทำการวิจัยคิดค้นกลวิธีการสอนไว้มากมาย เพื่อให้ครูนำไปใช้ประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้การทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น อย่างไรก็ตามการจะเลือกกลวิธีใดมาใช้กับกิจกรรมการเรียนรู้ใดหรือขั้นตอนใดของกิจกรรมนั้น ต้องพิจารณาให้เหมาะสม ซึ่งในการออกแบบจัดกระบวนการเรียนรู้ที่จะสอดแทรกกลวิธีต่าง ๆ นั้นจะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้หรือไม่ ควรต้องคำนึงถึงประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

กลวิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์บางกลวิธีสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

6.1.1 การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning)

6.1.2 คิดเดี่ยว : คิดคู่ : แลกเปลี่ยนความคิด (Think Pair Share)

6.1.3 จิ๊กซอว์ (Jigsaw)

- 6.1.4 สร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม (Student Teams Achievement Division: STAD)
- 6.1.5 วงแหวนชาวประมง (Fisherman's ring)
- 6.1.6 การจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผัง (Graphic Organizer)
- 6.1.7 เดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Gallery Walk)
- 6.1.8 ม้าหมุน (Carousel)
- 6.1.9 ทำนาย : สังเกต : อธิบาย (Predict Observe Explain : P O E)
- 6.1.10 รู้แล้ว : อยากรู้ : เรียนรู้ (Knowledge Want to know Learning : K W L)
- 6.1.11 ตั๋วออก (Exit ticket)
- 6.1.12 การระดมความคิด (Brainstorming)
- 6.1.13 การอ่านและการเขียนอย่างมีศักยภาพ (Active reading & Writing)
- 6.1.14 บทบาทสมมติ (Role play)
- 6.1.15 สถานการณ์จำลอง (Simulation)
- 6.1.16 เกม (Game)

6.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองตามวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น พร้อมทั้งมีการเลือกใช้กลวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละเนื้อหานั้น ๆ

6.4 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การสอนที่ครูใช้แนวทางการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของ สสวท.

6.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้เรื่องคลื่นกล วัดเป็นคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง คลื่นกล ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

6.6 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้สึก พฤติกรรม หรือการกระทำที่สะท้อนลักษณะความเป็นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ความสำคัญและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
 - 1.3 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2544
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
 - 2.1 ทฤษฎีโครงสร้างความรู้
 - 2.1.1 ความหมายของทฤษฎีโครงสร้างความรู้
 - 2.1.2 หลักการของทฤษฎีโครงสร้างความรู้
 - 2.1.3 คุณลักษณะของทฤษฎีโครงสร้างความรู้
 - 2.1.4 การเรียนรู้ตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้
 - 2.1.5 รูปแบบการสอนตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้
 - 2.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.3 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.4 พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
 - 5.2 แนวทางการพัฒนาเจตคติ
 - 5.3 การวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
- 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์
- 6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

คารินท์ และซัน (พวงทอง มีมั่งคั่ง 2537: 76 : อ้างอิงจาก Carin & Sund, 1975) ได้ให้ความหมายของคำว่า วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนและสะสมความรู้อย่างเป็นระบบที่ใช้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้อยู่ที่การสะสมข้อเท็จจริงเท่านั้น แต่ยังรวมถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงหมายถึงความรู้หรือผลิตผลทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

แอบริสคาโท (สุกัญญา กตัญญู 2542: 27; อ้างอิงจาก Abruscato, 1992) กล่าวว่า “วิทยาศาสตร์ คือ ความจริงทั้งหลายที่มีลักษณะ 3 ประการ คือ ประการแรกเป็นวิธีการในการรวบรวมความรู้ที่เป็นระบบ ประการที่ 2 เป็นตัวความรู้ที่รวบรวมไว้ด้วยกระบวนการระบบ และ ประการสุดท้าย เป็นลักษณะความพอใจและเจตคติของบุคคลใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการรวบรวมความรู้”

ยุพา วีระไวทยะ (2544: 45) ได้ให้ความหมายว่า วิทยาศาสตร์ เป็นวิถีทางไปสู่ความรู้ทางหนึ่ง วิธีหรือหนทาง หมายถึง การกระทำตามแนวความคิดหรือกรอบความคิดซึ่งเป็นแบบอย่างของพฤติกรรมอย่างหนึ่งของคนเรา หนทางนี้ต้องใช้ในการเชื่อมโยงกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการสืบเสาะค้นหา หลักฐานด้วยวิธีการดังกล่าว

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการสืบเสาะหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยอาศัยการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกับโดยทั่วไป

1.2 ความสำคัญและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้

ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมากซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้การสังเกต สำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นกระบวนการในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ทักษะ ประสิทธิภาพ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 17)

ในปัจจุบัน รัฐบาลได้กำหนดเป้าหมายทางการศึกษาไว้ชัดเจน เพื่อให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ (กรมวิชาการ 2539: 68)

1. วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาชีวิต การดำเนินชีวิตของแต่ละคนย่อมเผชิญปัญหามากมายแตกต่างกันไปซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้เราจึงต้องเตรียมตัวให้พร้อมเพื่อจะเข้าไปปัญหาสาเหตุของปัญหาและวิธีการหลีกเลี่ยงปัญหานั้นให้ได้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรช่วยให้เราสามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิทยาศาสตร์ช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตเป็นตัวอย่างรากฐานของสังคมช่วยให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจ มีข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้เราสามารถปรับตัวให้ทันสมัยต่อสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปและยังช่วยช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตด้วย

3. วิทยาศาสตร์สร้างรากฐานที่มั่นคงให้อุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์เป็นรากฐานที่มั่นคงในการพัฒนาอุตสาหกรรม ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องผลิตนักวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาค้นคว้าและพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ประเทศสามารถพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีได้เองโดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยประเทศอื่นหรือผู้ดำเนินการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรม

4. วิทยาศาสตร์เป็นผู้ผลิตบุคลากรให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคม วิทยาศาสตร์มีบทบาทในการผลิตกำลังคนในระดับปฏิบัติการ หรือผู้ดำเนินการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรม

นอกจากนี้ยังมีผู้กล่าวถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

นันทยา บุญเคลือบ (2542: 44) ได้สรุปว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการทำงานด้วยงานหลาย ๆ ด้าน ต้องการทักษะที่ทันสมัย ต้องการคนที่มีความสนใจในการเรียนรู้ทันเหตุการณ์

คิดสร้างสรรค์ตัดสินใจและแก้ปัญหาต่างๆ ได้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต่อการพัฒนาทักษะดังกล่าวนั้น

เดิมศักดิ์ เศรษฐวัชรานิช (2539: 61) ได้สรุปว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ หลายด้านด้วยกันคือ การพัฒนาอุตสาหกรรม การพัฒนาเกษตรกรรม การพัฒนาชนบท และการป้องกันประเทศ

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ แม้ว่าการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเอื้ออำนวยในด้านชีวิตความเป็นอยู่ที่สะดวกสบายและอายุยืนนานขึ้น หากการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ โดยไม่ได้พิจารณาอย่างรอบคอบและกว้างไกลแล้ว ย่อมเกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อมและสมดุลทางธรรมชาติอย่างมาก

1.3 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2544

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดให้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิดและเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤตของชาติ นอกจากนี้ยังได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้เกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบ (กระทรวงศึกษาธิการ 2544) สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีรายละเอียดดังนี้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม กับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากร ธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และ สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การ เกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรง นิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมี คุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มี กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสารสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จากมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน ได้มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละช่วงชั้นต่างกันไป เมื่อพิจารณาถึงหลักสูตร และวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์จะพบว่า ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งที่ควรปลูกฝังให้กับผู้เรียนนั้น ไม่ใช่ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ควรปลูกฝังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วยถ้าผู้เรียนเกิดความสนใจ สนุกสนานควบคู่ไปกับการได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม มีกระบวนการในการคิดตามระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ และสามารถปรับตัวให้อยู่ในสังคมได้ดี ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคมต่อไป

การที่นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ นั้นทำให้นักวิทยาศาสตร์นำกระบวนการต่าง ๆ มาใช้แสวงหาความรู้ ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปแต่ก็มีลักษณะร่วมกันที่สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ โดยมีผู้ให้ความหมายและขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

คิวอี้ (กรมวิชาการ 2540: 27 อ้างถึงจาก Dewey, 1975) ได้กล่าวว่า กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง ขั้นตอนการดำเนินการในด้านการใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อแสวงหาในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเสนอความคิดในการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหาหรือกำหนดขอบเขตของปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา
3. ขั้นทดลองและรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล
5. ขั้นสรุปผล

สธน เสนาสวัสดิ์ (2543: 18) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ ใช้ในการแสวงหาความรู้ หรือหาความจริง หรือใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ ดังนั้น การแสวงหาความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือในทุกๆ ศาสตร์ จะต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถาม และเพื่อแก้ปัญหา แต่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้แต่ละคนมีขั้นตอนที่แตกต่างกันบางคนแบ่งเป็น 4 ขั้น บางคนแบ่งเป็น 5 ขั้น และบางคนแบ่งเป็น 6 ขั้น ซึ่งในการจัดขั้นต่างๆ ก็มีการสลับลำดับกันบ้าง เช่น

- ขั้นที่ 1 การสังเกต รวมทั้งการบันทึกข้อมูล
- ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐาน
- ขั้นที่ 3 การทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
- ขั้นที่ 4 การสรุปผล

จากการศึกษากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้เห็นว่านักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือมีปัญหาที่จะค้นคว้าหาคำตอบซึ่งมักเริ่มต้นด้วยการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน แล้วทำการเก็บข้อมูล โดยวิธีการสังเกต หรือการทดลอง และนำผลการทดลองมาประกอบกับประสบการณ์เดิมทำให้เกิดเป็นความรู้ความเข้าใจต่อปัญหานั้น ๆ

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

2.1 ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism)

2.1.1 ความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ไว้ดังนี้

ครอก (Krogh, 1994: 556) ได้กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ว่าเป็นปรัชญาที่เกี่ยวกับการพัฒนาการในการสร้างความรู้ สถิติปัญญา จริยธรรมขึ้นมาด้วยตัวของเด็กเองซึ่งพัฒนาการนั้นเป็นผลมาจากการดูดซึมเข้าโครงสร้าง (Assimilation) และการปรับตัวเข้าสู่โครงสร้าง (Accommodation)

เทราส์แมนและลิชเทนเบิร์ก (Troutman and Lichtenberg, 1995: 25) ได้กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ไว้ว่า เป็นการค้นหาความรู้ให้กับตนเอง มีการรวบรวมความรู้ใหม่ ๆ เข้าไปภายในจิตใต้สำนึกภายในจิตใจ (Schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม ยอมรับสิ่งใหม่ ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อม พิสูจน์ความเป็นจริงจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้น และสรุปเอง โดยสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบบทสรุปของตัวเองกับผู้อื่น เพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดความรู้ใหม่

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2540) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้และมีความเชื่อเกี่ยวกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เกี่ยวกับความรู้ ดังนี้

1. ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วยตนเอง
2. ความรู้เป็นสิ่งที่นึกเห็นและอาจผิดพลาดได้
3. ความรู้เจริญงอกงามขึ้น ด้วยการเปิดโอกาสให้ทำต่อไป โดยความเข้าใจ

ซึ่งส่งผลต่อความคล่องตัวและความแข็งแกร่ง

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2541: 26) กล่าวถึง คอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นทฤษฎีของความรู้ที่ใช้อธิบายว่าเรารู้ได้อย่างไรและเรารู้อะไรบ้าง คอนสตรัคติวิสต์จึงเป็นวิธีการคิดเกี่ยวกับเรื่องของความรู้และการเรียนรู้

ทิสนา แคมมณี (2542: 9-10) กล่าวถึง แนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วยตนเอง สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาให้งอกงามขึ้นไปได้เรื่อย ๆ โดยอาศัยกระบวนการพัฒนาโครงสร้างความรู้ภายในของบุคคลและการรับรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว

จากความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงสามารถถ่ายทอดโยงการคิดและการวิเคราะห์ให้ไตร่ตรองประสบการณ์ส่วนตัวด้วยตัวเอง โดยใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่

2.1.2 หลักการของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ มีหลักการ 3 ประการ ดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ 2542: 3; อ้างอิงจาก Abruscato, 1996)

1. คนเราจะไม่รู้อย่างแท้จริงว่าโลกเป็นอย่างไร คนแต่ละคนจะสร้างความเชื่อเกี่ยวกับโลกหรือสิ่งต่าง ๆ ขึ้น จนเปลี่ยนแปลงความเชื่อนั้นคือ ความจริง (Reality)

2. คนเรามีความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่แล้ว หากได้รับข้อมูลหรือสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติม เขาอาจเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่มีอยู่เดิมได้

3. คนเราสร้างความจริงบนพื้นฐาน 1) ความเชื่อที่มีอยู่ก่อนแล้ว 2) ความสามารถในการให้เหตุผล และ 3) ความปรารถนาที่จะประสานความเชื่อกับสิ่งที่ตนสังเกตได้เชิงประจักษ์ ดังนั้นจากหลักการพื้นฐานตามทฤษฎี 3 ประการดังกล่าว จึงถือว่า ประสบการณ์ใหม่ที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิมเป็นกุญแจสำคัญของการให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่เขาอยู่ นั่นคือ ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยหลักการเชื่อมต่อการเรียนรู้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วกับการเรียนรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น โดยผู้เรียนปรับสารสนเทศใหม่กับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม จนในที่สุดจึงเกิดความเข้าใจใหม่

วรรณจริย์ มั่งสิงห์ (2541: 42) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ซึ่งอธิบายในเชิงญาณวิทยาเกี่ยวกับการรับรู้และการได้มาของความรู้ (Knowing and Coming to Know) และเมื่อแปลมาเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ในกรอบคิดของกระบวนการทางการศึกษาการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ได้เสนอหลักการที่แตกต่างจากทฤษฎีอื่น ๆ ดังนี้

1. ความรู้และความเชื่อเกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน นักจิตวิทยาการเรียนรู้กลุ่มคอนสตรัคติวิซึม ไม่ได้มองว่าผู้เรียน คือ Empty Vessels ซึ่งหมายถึงผู้ที่ไม่มีความรู้ หรือความคิดเห็นทางทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนมาก่อนแต่เชื่อว่าผู้เรียนนำประสบการณ์เดิม และความเข้าใจมาเรียนในห้องเรียนด้วยเมื่อพบข้อสนทนาใหม่เขาจะนำสิ่งที่เขารู้มาดูดซับ (Assimilate) ข้อสนทนาหรือปรับเปลี่ยน (Accommodate) สิ่งที่เขาารู้ให้สอดคล้องกับความเข้าใจใหม่ที่เขาได้รับกระบวนการได้มาซึ่งความรู้นี้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ทั้งสิ้น

2. ผู้เรียนเป็นผู้ให้ความหมายแก่ประสบการณ์โดยปกติครูเป็นผู้อธิบายความหมายให้กับผู้เรียน ผู้เรียนจะแปลความหมายหรือตีความถ้อยคำ หรือข้อความที่ได้รับให้เป็น

ความเข้าใจโดยใช้คำนิยามและความเชื่อที่เขามีอยู่รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ความหมายจะถูกสร้างขึ้นและปรับแต่งโดยประสบการณ์ที่มีมาก่อนของผู้เรียน บางครั้งประสบการณ์และความเชื่อเดิมที่ผู้เรียนมีอยู่อาจขัดแย้งกับหลักการที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้จากในห้องเรียน ความคิดความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่ปรับเปลี่ยนได้ยากและจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การสอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ด้วย

3. กิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงประสบการณ์ ความรู้ และความเชื่อของตน การสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามแนวคิดของกลุ่มคอนสตรัคติวิซึมนั้น จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้สิ่งที่เขารู้ เพื่อแปลความหมายข้อสนเทศใหม่และสร้างความรู้ใหม่ หน้าที่ของครู คือ ค้นหาประสบการณ์ ความเข้าใจที่มีมาก่อนของนักเรียน และใช้สิ่งที่นักเรียนรู้เป็นจุดเริ่มต้นของการสอน

4. การเรียนเป็นกิจกรรมทางสังคม ซึ่งเกิดขึ้นโดยการสืบเสาะร่วมกันผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ เข้าใจลึกซึ้ง เมื่อเขาสามารถนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกับผู้อื่น พินิจพิเคราะห์ความเห็นของผู้อื่น และขยายทัศนะของตนให้กว้างขวางขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสรุสร้างความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่ต้องมีการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น สิ่งแวดล้อม ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานในการเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกิดกิจกรรมไตร่ตรองเพื่อแก้ปัญหาหรือคลี่คลายสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะทำให้เกิดโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

2.1.3 คุณลักษณะของทฤษฎีสรุสร้างความรู้

ทฤษฎีสรุสร้างความรู้ มีข้อตกลงร่วมกัน 4 ประการ เกี่ยวกับคุณลักษณะของทฤษฎีสรุสร้างความรู้ ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ 2542: 3; อ้างอิงจาก Kaucnak and Eggen, 1998)

1. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องอาศัยสัมผัสทั้งห้า คือ การดู ฟัง อ่าน เขียน ปฏิบัติ/ ทำ

2. การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้น ย่อมขึ้น อยู่กับความเข้าใจในบทเรียนปัจจุบัน ผู้เรียนอาจมีความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เกิดที่ช่วยเสริม / สนับสนุนหรืออาจขัดขวาง/ อุปสรรคต่อการเรียนรู้ใหม่ ดังนั้น ครูต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์และสร้างความเข้าใจในบทเรียน

3. การเรียนรู้จะเกิดขึ้น ได้สะดวกเมื่อมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ผู้เรียนต้องร่วมกันคิด ปฏิบัติ และสื่อสารซึ่งกันและกัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการกลุ่ม (group process) หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning)

4. การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (meaningful learning) จะต้องดำเนินการภายใต้การปฏิบัติในสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด การจัดการเรียนการสอนภายใต้สภาพจริงหรือใกล้เคียง จะส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจอย่างแท้จริง มากกว่าความรู้ที่เกิดจากความจำ นั่นคือต้องให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยการปฏิบัติและโดยการคิดทางจิตใจ (hands – on and minds – on experience)

2.1.4 การเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

มีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงการเรียนตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ไว้ดังนี้
ซูววินเนย์ (Souvney, 1994: 35; citing Von Glasersfeld, 1990) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ว่าความรู้ทั้ง หมดยุคสร้างสรรค์โดยบุคคลมากกว่าเป็นการเคลื่อนมาจากผู้เชี่ยวชาญ อาทิ ครู ผู้ปกครอง หรือหนังสือ มาสู่ผู้เรียนจากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้น ภายในตัวผู้เรียน ซึ่งครูไม่สามารถจะถ่ายทอดความรู้จากการสอนโดยตรง แต่ครูสามารถที่จะจัดประสบการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้สามารถค้นพบความรู้ด้วยตัวเอง การสร้างความรู้ขึ้น เกิดจากการปฏิบัติจริงได้สภาพแวดล้อมที่ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้ ดังนั้น ครูจึงควรจัดประสบการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้หรือเรียนรู้ในการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นความรู้เดิมเพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดความรู้ใหม่

2.1.5 รูปแบบการสอนตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี แต่ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

จากการศึกษาวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้ง ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาพบว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น แต่ในระดับประถมศึกษา พบงานที่ใช้วิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E น้อยกว่าระดับมัธยมศึกษา โดยที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สรุปได้ดังนี้

สวักก์ นิยมคำ (2551: 119) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็นการ สอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยรู้จักมา ก่อนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 56) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้าง ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียน บรรลุเป้าหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

ชาติรี เกิดธรรม (2545: 36) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็น การจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล ทำให้ค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้น ให้นักเรียนใช้ความคิด หาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง สามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันได้

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 57) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วย วิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดย ผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วย ตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการจัดกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียน พยายามสร้างความรู้ใหม่ โดยอาศัยฐานความรู้เดิมเป็นการฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ โดยการสร้างองค์ ความรู้ด้วยตนเอง เพราะการที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและเข้าใจ ความรู้นั้นดียิ่งขึ้น มากกว่าที่ครูจะเป็นเพียงผู้บอกและบรรยาย เพราะผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติเอง

2.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ เป็นทฤษฎีหนึ่งที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้น ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมุ่งศึกษาว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร และผู้สอนจะจัดกิจกรรม อย่างไรเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง รูปแบบการสอนหรือรูปแบบการเรียนรู้ ภายใต้อาจารย์ผู้สร้างความรู้ จึงเน้นบทบาทของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น แบบ 3 ขั้นตอน หรือ แบบ 4 ขั้นตอน หรือแบบ 5 ขั้นตอน

สุนีย์ หะมะประสิทธิ์ (2542: 7-8) จึงได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของ โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science

Curriculum Studies หรือ BSCS) มาทดลองดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับเด็กไทย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถรวมกันแสวงหา ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้ง ยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้อย่างมีความสุข ภายใต้สภาพการณ์ที่จำลองหรือที่เป็นจริงแห่งชีวิต เพื่อให้นักเรียนมีทักษะชีวิตและทักษะทางสังคม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE ที่ได้ดัดแปลงประกอบด้วย

1. ขั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้น ที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียนหรือตรวจสอบ / ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่
2. ขั้นสำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration phase) เป็นขั้น ที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาและเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้ เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนคติ (Concept)
3. ขั้นอธิบาย / ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้น ที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอ มโนคติหรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้น ที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาทตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น
4. ขั้นขยายหรือข้อประยুক্তใช้มโนคติ / ขั้น ประยুক্তใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยুক্তใช้มโนคติในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายมโนคตินั้น ๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้ลึกซึ้ง หรือมโนคติอื่นๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน
5. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Evaluation Phase) ขั้น นี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยুক্তใช้หรือผลการค้นพบมาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่างๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2546: 105-110) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SE สรุปได้เป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเรื่องที่ศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้ 3 แหล่ง คือ ได้จากการสังเกต วัตถุจริงหรือปรากฏ

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำเร็จแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียด ข้อมูลเหล่านี้จะไม่มีคามหมายอะไรมากนัก จะมีการนำไปคำนวณหรือจัดกระทำเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปมโนคติหรือหลักการ

3. ขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำเอาความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้เป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ต่อไปได้เป็นการทดสอบความถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 5-8) ได้นำเสนอจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และได้เสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบ 5 ขั้น ตอน (5E) คือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนด กิจกรรมที่จะเกิดขึ้น ในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. การสำรวจ (Exploration) ขั้น นี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสำรวจ ด้วยสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง เทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำหรือผู้เริ่มต้น ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้น ตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้น ที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้น ตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้น ที่ผ่านมาแล้ว ขั้น ที่ 2 และ ขั้น ที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มตนเอง เพื่อลงข้อสรุปที่แสดงถึงความเข้าใจ ใช้ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่วัดผลหรือคาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้น สุดท้ายของการเรียนรู้ในขั้น นี้ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยประเมินตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปในขั้น ที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากเพียงใดและมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้ง การประเมินของ

ครูต่อจากการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย จากขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ข้างต้นสรุปได้ว่า ในจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะต้องมีส่วนที่ก่อให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ มีปัญหาที่ต้องค้นหาวិธีแก้ไข มีการสำรวจข้อมูลและการลงข้อสรุปนั้น เป็นความรู้ใหม่ รวมถึงนำความรู้ไปใช้

ผู้วิจัยได้นำเสนอจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแนวทางการกำหนดกิจกรรมในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนการสอนแต่ละครั้งหรือแต่ละแนวคิดจะเริ่มต้นจากขั้น นำเข้าสู่บทเรียนและจบลงโดยการประเมินผล ผลที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนครั้งต่อไป

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล ได้ศึกษา ได้ค้นพบความจริง และสร้างความรู้ด้วยตนเอง ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก การทดลองครั้งนี้นักเรียนจะได้รับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น รวม 8 แผน 8 กิจกรรม โดยที่แต่ละกิจกรรมจะดำเนินการตามวงจรการเรียนรู้แบบ 5E จึงรวมเป็น 8 รอบ

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แม้ว่าจะมีวิธีการและกิจกรรมที่หลากหลาย และเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแล้ว ครูจำเป็นต้องมีกลวิธี (เทคนิค+วิธีการ) ต่าง ๆ

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นความคิด การตั้งคำถาม และส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างจริงจังและทั่วถึง รวมทั้งเป็นการสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความตื่นตัว กระตือรือร้น และไม่น่าเบื่อหน่ายอีกด้วย (ศูนย์ประสานงานการจัดการมัธยมศึกษา ศูนย์ที่ 37 จังหวัดตาก 2552: 2)

จากการศึกษาบทความเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์: การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และวรรณพิพา รอดแรงคำ (ม.ป.ป.: 31) พบว่า ปัญหาหนึ่งที่พบโดยทั่วไปสำหรับครูผู้สอนที่มีความรู้ในเนื้อหาที่สอนเป็นอย่างดีคือ ไม่สามารถนำเสนอความรู้ในเนื้อหาที่ตนเองมีอยู่ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบต่างๆ เพื่อทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาดังกล่าวได้ ซึ่งทำให้การเรียนการสอนดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวได้มีการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content

Knowledge; PCK) ขึ้น ซึ่งความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเกิดจากการบูรณาการระหว่าง ความรู้ในเนื้อหาและความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน

สำหรับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์ ซึ่งมาจากแนวคิดของ Magnusson et al, 1999, อ้างอิงจาก ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และวรรณพิพา รอดแรงคำ ,ม.ป.ป.,: 34 - 37) ซึ่งแนวคิดดังกล่าวครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เริ่มจากการตั้งจุดมุ่งหมายในการสอน การเลือกวิธีสอนและกิจกรรมการเรียนรู้และการวัดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา หลักสูตร และผู้เรียน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนและการพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ สามารถจำแนกองค์ประกอบของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 จุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ อันได้แก่จุดมุ่งหมายของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมถึงความรู้ของครูผู้สอนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (nature of science) และแนวคิดสำคัญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรเข้าใจ ซึ่งจุดมุ่งหมายของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นี้มีอิทธิพลต่อครูผู้สอนในการตัดสินใจใช้ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดของผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับวิธีการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย คือ

1) ความรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรซึ่งก็คือความรู้ของครูผู้สอนเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติและหลักสูตรสถานศึกษาทั้งรายชั้นปีและตลอดหลักสูตร ความรู้นี้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของครูผู้สอนในการเลือกและจัดเรียงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรเรียนรู้ในแต่ละชั้นปีและตลอดหลักสูตร

2) ความรู้เกี่ยวกับสื่อและวัสดุการเรียนรู้ ซึ่งก็คือความรู้ของครูผู้สอนเกี่ยวกับสื่อและวัสดุการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักสูตร เช่น หนังสือเรียน คู่มือครู วัสดุอุปกรณ์การทดลองและโสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

องค์ประกอบที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน อันได้แก่แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ และอุปสรรคในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนความรู้เกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย คือ

1) ความรู้เกี่ยวกับเงื่อนไขการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือความรู้ของครูผู้สอนเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน ทักษะและความสามารถที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีก่อนเรียนเพื่อช่วยในการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในบทเรียนง่ายขึ้น

2) ความรู้เกี่ยวกับอุปสรรคในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นและขัดขวางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่น เนื้อหาที่เป็นนามธรรม แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

องค์ประกอบที่ 4 ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย คือ

1) ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนทั่วไปซึ่งก็คือความรู้ของครูผู้สอนเกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป ไม่เฉพาะเจาะจงหัวข้อใดหัวข้อหนึ่ง

2) ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะ เช่น แรงและการเคลื่อนที่ วิวัฒนาการ และ สาร และสมบัติของสาร เป็นต้น ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะอาจแบ่งย่อยเป็น

2.1) ความรู้เกี่ยวกับวิธีนำเสนอหัวข้อเฉพาะ เช่น การอธิบายกายกตัวอย่าง การแสดงแบบอย่างหรืออุปมาอุปไมย รวมทั้งจุดแข็ง จุดอ่อน และกระบวนการที่ใช้ในแต่ละวิธี

2.2) ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้อเฉพาะ เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การสาธิต การศึกษาค้นคว้า การทดลอง รวมทั้งจุดแข็ง จุดอ่อน และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแบบ

องค์ประกอบที่ 5 ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย คือ

1) ความรู้เกี่ยวกับมิติในการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2) ความรู้เกี่ยวกับวิธีวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หากครูวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความรู้ในแต่ละองค์ประกอบ และสามารถบูรณาการทุกองค์ประกอบเข้าด้วยกันเป็นความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา หลักสูตร และพื้นฐานของผู้เรียนก็จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นนอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาทั่วไปและนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้ทำการวิจัยคิดค้นกลวิธีการสอนไว้มากมาย เพื่อให้ครูนำไปใช้ประกอบในกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้การทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น

จากเอกสารการอบรมของ ศูนย์ประสานงานการจัดการมัธยมศึกษา ศูนย์ที่ 37 จังหวัดตาก (2552: 2-3) ได้มีการนำเสนอ กลวิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์บางกลวิธีดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning)

2. คิดเดี่ยว : คิดคู่:แลกเปลี่ยนความคิด (Think Pair Share)
3. จิ๊กซอว์ (Jigsaw)
4. สร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม (Student Teams Achievement)
5. วงแหวนชาวประมง (Fisherman's ring)
6. การจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผัง (Graphic Organizer)
7. เดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Gallery Walk)
8. ม้าหมุน (Carousel)
9. ทำนาย : สังเกต : อธิบาย (Predict Observe Explain : P O E)
10. รู้แล้ว : อยากรู้ : เรียนรู้ (Knowledge Want to know: K W L)
11. ตั๋วออก (Exit ticket)
12. การระดมความคิด (Brainstorming)
13. การอ่านและการเขียนอย่างมีศักยภาพ (Active reading & Writing)
14. บทบาทสมมติ (Role play)
15. สถานการณ์จำลอง (Simulation)
16. เกม (Game)

ทิสนา แคมมณี (2543: 386) กล่าวว่า เทคนิคการสอน (Teaching Techniques) ในฐานะที่เป็นกลวิธีที่จะช่วยให้วิธีการสอนแต่ละวิธีเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เทคนิคเป็นกลวิธีที่ใช้เสริมกระบวนการหรือขั้นตอนหรือการกระทำใด ๆ เพื่อช่วยให้กระบวนการ ขั้นตอนหรือการกระทำนั้นๆ มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นเทคนิคการสอนจึงหมายถึง กลวิธีต่างๆ ที่ใช้เสริมกระบวนการสอน ขั้นตอนการสอนหรือการกระทำต่าง ๆ ในการสอนให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จากการศึกษาเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554: 50 - 133) สามารถนำเสนอรายละเอียดของแต่ละกลวิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์ทั้ง 16 กลวิธีไว้ดังนี้

3.1 การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning)

แนวคิด การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ เป็นกลวิธีด้านกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมวิธีหนึ่ง เนื่องจากขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันในกลุ่มนักเรียนจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกของกลุ่ม และการที่แต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน ทำให้สื่อสารกันได้อย่างดี แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีรูปแบบหรือมีการจัดระบบอย่างดี แนวคิดหลักที่จะนำไปสู่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจอย่างมีประสิทธิภาพประกอบด้วย 6 ประการ ดังแผนภาพ



ภาพที่ 2.1 แนวความคิดหลักของการเรียนรู้แบบ Cooperative Learning

ที่มา: Kagan: Cooperative Learning, 1994

1. การจัดกลุ่ม กลุ่มที่จะเรียนรู้ด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นกลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง ปานกลาง ค่อนข้างต่ำ และต่ำ และหญิงชายเท่า ๆ กัน ในบางกรณีอาจจัดกลุ่มโดยวิธีอื่น เช่น ในการศึกษาเรื่องลักษณะ เช่น ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ควรจัดกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจเหมือนกัน หรือจัดกลุ่มโดยวิธีสุ่ม เมื่อต้องการทบทวนความรู้ การจัดกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ ต้องมีการกำหนดหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มให้ชัดเจน เช่น

- ผู้ประสานงาน มีหน้าที่ดูแลให้สมาชิกทุกคนร่วมมือกันทำงานให้ลุล่วงตามเป้าหมายและทันเวลาและสอบถามครูเมื่อมีปัญหา

- ผู้จัดการด้านความรู้ มีหน้าที่วางแผนสำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูลและสรุปองค์ความรู้

- ผู้รับผิดชอบด้านวัสดุอุปกรณ์ มีหน้าที่รับและส่งอุปกรณ์ รวมทั้งดูแลความเรียบร้อย

- ผู้รายงาน มีหน้าที่ประสานงานกับผู้จัดการด้านความรู้เพื่อออกแบบการนำเสนอและรายงานผลการเรียนรู้

ทั้งนี้สมาชิกแต่ละคนจะต้องร่วมมือทำกิจกรรมไม่เฉพาะแต่หน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคนเท่านั้น และเมื่อทำงานกลุ่มไปแล้ว 2 ครั้ง ก็ให้สลับหน้าที่กัน และแต่ละกลุ่มทำงานร่วมกัน 8 ครั้งก็ควรมีการจัดกลุ่มใหม่

2. อุดมการณ์ หมายถึงความมุ่งมั่นและอุดมการณ์ของนักเรียนที่จะร่วมงานกัน นักเรียนจะต้องมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้และมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน สิ่งเหล่านี้ต้องสร้างให้เกิดขึ้นและคงไว้ โดยให้ทำกิจกรรมหลากหลาย เช่น การสร้างความมุ่งมั่นของกลุ่มที่จะทำงานร่วมกัน การสร้างความมุ่งมั่นของชั้นเรียนที่จะต้องช่วยกัน

3. การจัดการ เพื่อให้กลุ่มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการจัดการของครู และการจัดการของนักเรียนภายในกลุ่ม ครูจะต้องมีการจัดการที่ดี เพื่อให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จเช่นการควบคุมเวลา การกำหนดสัญญาให้นักเรียนหยุดทำกิจกรรม

4. ทักษะทางสังคม เป็นทักษะในการทำงานร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ให้ความช่วยเหลือกัน ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน

5. หลักการพื้นฐาน ได้แก่

- การช่วยเหลือซึ่งกันและกันโดยมีแนวความคิดว่า เมื่อเราได้รับประโยชน์จากเพื่อน เพื่อนก็จะได้ประโยชน์จากเรา ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของแต่ละคน

- ยอมรับว่าแต่ละคนในกลุ่มต่างมีความสามารถและมีความสำคัญต่อกัน แต่ละคนมีส่วนในการทำงานให้กลุ่มสำเร็จ

- ทุกคนในกลุ่มต้องให้ความร่วมมือ และมีส่วนร่วมในงานของกลุ่มอย่างเท่าเทียมกัน

- ทุกคนในกลุ่มต้องมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลาที่ทำงานกลุ่ม

6. โครงสร้างของกิจกรรม หมายถึงรูปแบบของกิจกรรมในการทำงานกลุ่ม ซึ่งมีหลากหลายทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตัวอย่างเช่น

- กิจกรรมจับคู่สลับกันพูดในหัวข้อและในเวลาที่กำหนด (Timed-Pair-Share) เช่น เมื่อคน หนึ่งพูด อีกคนหนึ่งฟัง แล้วสลับกันคนละ 1 นาที

- นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเขียนแสดงความคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งในกระดาษแผ่นเดียวกันแล้ววนไปเรื่อย ๆ (Round Table) จนนักเรียนทุกคนเขียนทั้งหมด แล้วนำมาสรุป

- มอบหมายให้ตัวแทนของสมาชิกในกลุ่มไปรวมกลุ่มใหม่ เรียกว่า กลุ่มเชี่ยวชาญ (Expert Group) กลุ่มเชี่ยวชาญนี้จะศึกษาเรื่องย่อยที่แบ่งไว้เป็นตอนในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วกลับมาอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเดิม (Home Group) ในที่สุดนักเรียนทั้งหมดจะเรียนรู้เรื่องทั้งหมดจากเพื่อน นั่นคือนักเรียนแต่ละคนในหนึ่งกลุ่มได้รับมอบหมายเพียงหนึ่งชิ้นย่อย แต่ต้องต่อชิ้นย่อยให้เต็มรูป (Jigsaw) นั่นคือต้องเรียนรู้ทั้งเรื่อง แล้วมีการทดสอบเป็นคะแนนของแต่ละคน

จะเห็นว่ารูปแบบของกิจกรรมที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้โดยร่วมมือร่วมใจกันทำงานในกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด นักเรียนจะได้ใช้ความคิดและต้องมีการปฏิบัติด้วย แล้วจึงแสดงความคิดของตนเอง แลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม กับเพื่อนต่างกลุ่ม การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจจึงทำให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิด ทักษะในการสื่อสาร ทักษะทางสังคม รวมทั้งการจัดการรูปแบบกิจกรรมของการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจในหลากหลายรูปแบบ ในเอกสารนี้ได้เลือกบางรูปของการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจที่ใช้ได้อย่างเหมาะสมกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ กิดเดี่ยว:

คิดคู่: แลกเปลี่ยนเรียนรู้ จิ๊กซอว์ สร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม และวงแหวนชาวประมงหรือพวงกลม
ซ้อน (Inside – Outside Circle)

3.2 คิดเดี่ยว : คิดคู่:แลกเปลี่ยนความคิด (Think Pair Share)

แนวคิด กลวิธี คิดเดี่ยว: คิดคู่: แลกเปลี่ยนความคิดเป็นกลวิธีหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative learning) มีวัตถุประสงค์ให้คนมีส่วนร่วมในการคิด โดยให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิดด้วยตนเอง แล้วแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนเป็นคู่ แบ่งปันในกลุ่มของตัวเอง และนำมาแบ่งปันให้เกิดการเรียนรู้ในกลุ่มใหญ่ โดยเริ่มจากให้นักเรียนคิดเป็นรายบุคคล แล้วนักเรียนจับคู่กันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกัน ต่อไปอาจขยายขนาดกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพิ่มขึ้นทีละคู่ ตอนสุดท้ายจะต้องให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกันทั้งห้องเรียนกลวิธีใช้เมื่อต้องการให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีเหตุผล ฝึกทักษะการสื่อสารการแสดงออกและการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

วิธีการ

กลวิธี Think – Pair – Share ควรใช้ตอนเริ่มต้นบทเรียนเพื่อดึงความรู้เดิมของนักเรียน ใช้หลังจากนักเรียนได้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว ตอนวิเคราะห์ข้อมูล และใช้ในตอนสรุปบทเรียน มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละคนคิดในประเด็นที่ครูกำหนดให้ บันทึกไว้
2. ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนช่วยกันคิด บันทึกไว้ ☐
3. ให้นักเรียน 2 คู่ (4 คน) รวมเป็นกลุ่ม ร่วมกันคิด แบ่งปันและแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ในกลุ่ม

4. ร่วมกันอภิปราย สรุปความคิดเห็นของทั้งชั้นเรียน

3.3 จิ๊กซอว์ (Jigsaw)

แนวคิด กลวิธีจิ๊กซอว์เป็นกลวิธีหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือร่วมใจ (Cooperative Learning) โดยแบ่งเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้จากการอ่าน ไม่เหมาะสมสำหรับการสำรวจตรวจสอบยกเว้นเป็นการสำรวจตรวจสอบที่ใช้ทักษะเดียวกัน หรือสำรวจระบบนิเวศในบริเวณเดียวกัน โดยแบ่งสิ่งที่ศึกษาออกเป็นส่วน ๆ เหมือนจิ๊กซอว์ แล้วจัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert Group) ทำหน้าที่ศึกษาเนื้อหาแต่ละส่วนให้เข้าใจถ่องแท้ หลังจากนั้นผู้เชี่ยวชาญนำความรู้ที่ได้กลับไปสอนเพื่อนในกลุ่มเดิมของตนซึ่งเรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Group) สมาชิกในกลุ่มทุกคนในกลุ่มบ้านจะได้รับความรู้ทุกเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนเหมือนนำชิ้นส่วนจิ๊กซอว์มาต่อกันให้ครบ

วิธีการ

กลวิธีจิ๊กซอว์เหมาะสำหรับการสอนเนื้อหาที่มีหลายหัวข้อย่อย และเป็นเนื้อหาที่นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ เช่น ประเภทของสัตว์ ประเภทของวัสดุ ระบบการย่อยอาหาร อาณาจักรพืช อาณาจักรสัตว์ การแยกสาร เป็นต้น มีขั้นตอนดังนี้

1. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย โดยแต่ละหัวข้อย่อยควรมีปริมาณเนื้อหาใกล้เคียงกัน
2. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มควรคละเพศและคละความสามารถ จำนวนสมาชิกในกลุ่มเท่ากับจำนวนหัวข้อย่อย เรียกว่า กลุ่มบ้าน แต่ละคนจะทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในแต่ละหัวข้อย่อย
3. จัดทำใบกิจกรรมของกลุ่มบ้าน และใบกิจกรรมของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งใบกิจกรรมของผู้เชี่ยวชาญจะต้องเขียนเนื้อหาให้ครบถ้วนเข้าใจง่าย ชัดเจนและไม่ยาวจนเกินไป ตอนท้ายมีแบบฝึกหัดหรือคำถามพร้อมเฉลยเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เชี่ยวชาญ
4. วางแผนการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มบ้าน โดยให้สมาชิกกลุ่มบ้านร่วมกันทำผลงานหลังจากเรียนรู้เนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว
5. ให้สมาชิกกลุ่มบ้านเข้ากลุ่มและร่วมกันศึกษาวิธีการทำกิจกรรม
6. หลังจากนักเรียนแบ่งหัวเรื่องที่ศึกษาแล้ว ครูควรทบทวนขั้นตอนการทำกิจกรรมอีกครั้ง และเน้นย้ำความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
7. ให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละหัวข้อย่อยเดียวกันมารวมกลุ่มกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญถ้าแต่ละกลุ่มมีสมาชิกมากเกินไป ควรแบ่งผู้เชี่ยวชาญออกเป็นหลายๆกลุ่มละ 3-5 คน
8. ผู้เชี่ยวชาญร่วมกันศึกษาเรื่องที่รับผิดชอบให้เข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง และเตรียมตัวนำเสนอให้เพื่อนในกลุ่มบ้านฟัง
9. ผู้เชี่ยวชาญกลับมากลุ่มบ้านและผลัดกันทีละคน ถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนฟังจนเข้าใจ
10. เมื่อผู้เชี่ยวชาญถ่ายทอดความรู้ครบทุกคนแล้ว สมาชิกกลุ่มบ้านร่วมกันทำกิจกรรมเพื่อประเมินความรู้ในรูปแบบต่างๆเช่น เขียนรายงาน ทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3.4 สร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม (Student Teams Achievement)

แนวคิด กลวิธีสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม หรือ Student Teams Achievement

Division: STAD เป็นกลวิธีหนึ่งที่ทำให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างสมาชิกในกลุ่มอย่างเข้มข้น และช่วยเหลือซึ่งกันและกันอย่างเต็มที่เพื่อให้ทุกคนมีคะแนนจากการประเมินมากที่สุด เนื่องจาก

หลังจบกิจกรรมจะมีการประเมินผลการเรียนรู้เป็นรายบุคคล และแต่ละคนจะได้คะแนนเท่ากับคะแนนเฉลี่ยของสมาชิกในกลุ่ม

วิธีการ

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนตามความสามารถกลุ่มละ 3-4 คน
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม เช่น ทำการทดลอง สืบค้นข้อมูลอ่านใบความรู้ และสรุปผลการทำกิจกรรม
3. ครูแจกใบคำถามเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำ ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและตอบคำถามเพื่อเตรียมตัวทดสอบย่อยเป็นรายบุคคล
4. ครูแจ้งเกณฑ์การผ่านกิจกรรมว่าทุกคนจะได้คะแนนเท่ากับคะแนนเฉลี่ยของสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้นทุกคนจะต้องช่วยเหลือกัน เพื่อให้ได้ความรู้เท่าเทียมกันและสามารถตอบคำถามได้ด้วยตนเอง
5. นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่นๆ จนทุกคนตอบคำถามได้หมดด้วยตนเอง
6. ครูนำอภิปรายและเฉลยคำตอบของใบคำถาม
7. ครูทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลด้วยข้อสอบ
8. ครูแจ้งผลการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบ และให้รางวัลพิเศษสำหรับกลุ่มที่มีคะแนนได้สูงสุด
9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบและคำถามที่สงสัยจากการทดสอบ

3.5 วงแหวนชาวประมง (Fisherman's ring)

แนวคิด กลวิธีวงแหวนชาวประมงเป็นกลวิธีฝึกให้นักเรียนพูดสื่อสารและแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วไป ในประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม โดยผลัดเปลี่ยนกันในวงเพื่อพูดข้อดีและข้อเสียของประเด็นนั้น

วิธีการ

ครูเลือกประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นที่สนใจของประชาชน ให้นักเรียนสืบค้นข้อดีและข้อเสีย หรืออาจกำหนดประเด็นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล ให้นักเรียนศึกษาข้อมูล และใช้กิจกรรมวงแหวนชาวประมงเป็นสื่อในการทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ฝึกกระบวนการคิด และสื่อสารความรู้ไปยังผู้อื่น มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ควรเป็นประเด็นวิทยาศาสตร์ที่มีความขัดแย้งกันในสังคมขณะนั้น และกำลังอยู่ในความสนใจของนักเรียนหรือประชาชน
2. เตรียมใบกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วยหัวเรื่องต่อไปนี้
 - ชื่อเรื่อง และจุดประสงค์

- วิธีดำเนินกิจกรรม

- ใบความรู้ ซึ่งเน้นมุมมองทั้ง 2 ด้าน ทั้งด้านดีและด้านเสีย

3. เตรียมวิธีการประเมินผล

4. เตรียมสถานที่จัดกิจกรรม โดยจัดหาสถานที่ที่เป็นห้องโถงหรือลานกว้างพอสำหรับจัดนักเรียนเป็นวงกลม 2 วงและเคลื่อนไหวได้สะดวก

5. เริ่มทำกิจกรรมโดยแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนทุกคนศึกษา

6. จัดกิจกรรมวงแหวนชาวประมงเพื่อให้นักเรียนสะท้อนข้อดีและข้อเสียของประเด็นที่ศึกษาโดยดำเนินการดังนี้

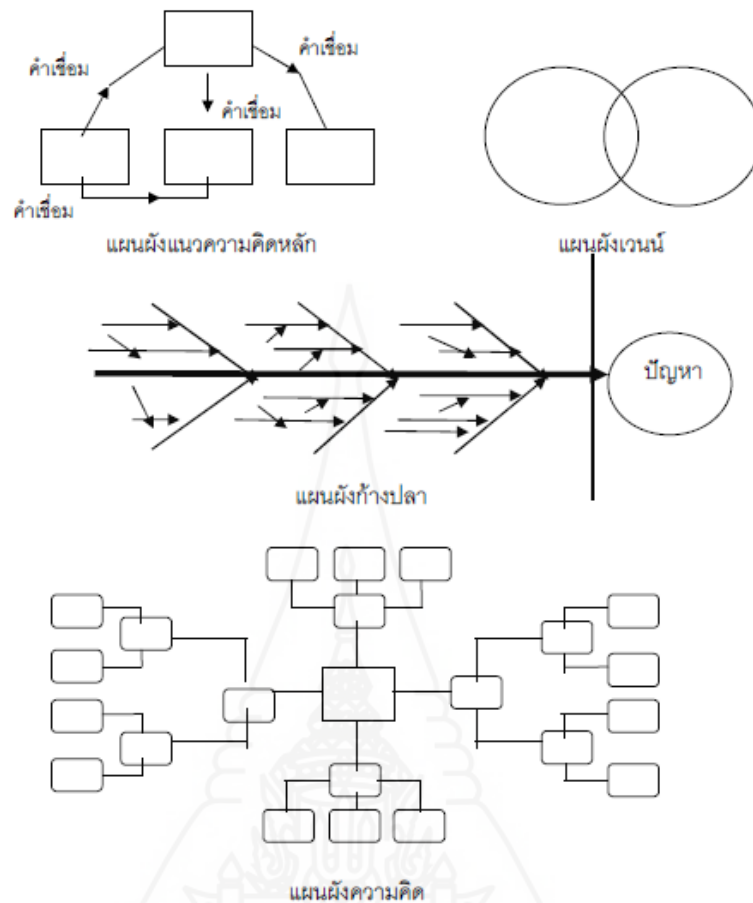
6.1 ครูชี้แจงขั้นตอนการทำกิจกรรม

6.2 ครูให้นักเรียนยืนเป็น 2 วง ๆ ละเท่ากัน วงละไม่ควรเกิน 10 คนและแต่ละคู่หันหน้าเข้าหากัน ครูส่งสัญญาณให้นักเรียนผลัดเปลี่ยนคู่กันสะท้อนข้อดีและข้อเสีย โดยการเปลี่ยนคู่อาจให้นักเรียนเดินสวนทางกันไปหาคู่ใหม่

7. ร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเพื่อสรุปเป็นความคิดของห้อง

3.6 การจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผัง (Graphic Organizer)

แนวคิด กลวิธีการจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผังหรือ Graphic Organizer ใช้เพื่อประเมินความเข้าใจความถูกต้องของเนื้อหาสาระจากการเรียนรู้ ช่วยฝึกและพัฒนากระบวนการคิด มีหลากหลายรูปแบบ เช่น แผนผังความคิดหลัก (Concept map) แผนผังเวนน์ (Venn diagram) แผนผังก้างปลา (Fish bone) และแผนผังความคิด (Mind map) เป็นต้น แต่ละรูปแบบของการจัดระบบความคิดจะมีลักษณะเฉพาะ ดังตัวอย่าง เช่น



ภาพที่ 2.2 การจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผัง

แผนผังความคิดหลัก (Concept Map)

กลวิธี แผนผังความคิดหลัก หรือ Concept Map เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความคิดหลักของนักเรียนก่อนเรียนหรือประเมินนักเรียนว่าหลังจากการทำกิจกรรมต่างๆ แล้วนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง เข้าใจเนื้อหาถูกต้องหรือไม่เป็นแผนภาพที่เขียนแสดงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักหรือมโนทัศน์ (Concept) ต่างๆ โดยใช้คำเชื่อมอย่างมีลำดับและเป็นระบบเริ่มจากความคิดหลักที่กว้างไปแคบหรือเฉพาะเจาะจงทำให้เห็นความสำคัญต่างๆ อย่างครอบคลุม เข้าใจเนื้อหาดีขึ้น ให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ถูกต้อง และครอบคลุม เป็นการฝึกคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างสรรค์

วิธีการ

1. กำหนดเรื่องหรือหัวข้อเรื่องที่จะจัดกิจกรรม

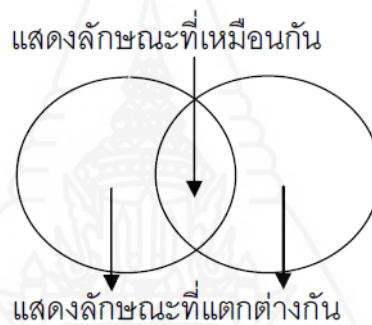
2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมก่อนเขียนแผนผังความคิดหลักหรือหลังจากทำกิจกรรมแต่ละกลุ่มระดมความคิด และสรุปผลกิจกรรมโดยเขียนแผนผังความคิดหลัก ซึ่งครูควรทบทวนหรืออธิบายวิธีการเขียนแผนผังความคิดหลักก่อนให้นักเรียนเขียน

3. แต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังความคิดหลัก

4. ร่วมกันอภิปราย และสรุปแผนผังความคิดหลัก

แผนผังเวนน์ (Venn Diagram)

เป็นกลวิธีที่ฝึกการคิดวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบของ 2 สิ่งหรือมากกว่าว่ามีอะไรที่เหมือนกันและมีอะไรที่ไม่แตกต่างกัน โดยเขียนในแผนผังเวนน์ ซึ่งประกอบด้วยวงกลมจำนวนเท่ากับสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบเขียนซ้อนทับกันบางส่วน ส่วนที่ซ้อนทับเขียนแสดงลักษณะที่เหมือนกัน บริเวณนอกเหนือส่วนที่ซ้อนกันอยู่เขียนแสดงลักษณะที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 2.3 แผนผังเวนน์

วิธีการ

1. ครูกำหนดเรื่อง/หัวข้อกิจกรรมที่สามารถแยกความแตกต่างออกจากกันได้
2. ครูจัดทำใบความรู้หรือใบกิจกรรมหรือแหล่งเรียนรู้ในหัวข้อที่กำหนด เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเขียนแผนผังเวนน์

3. นักเรียนแต่ละคนศึกษาหรือสืบค้นข้อมูล

4. นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่เหมือนกันและสิ่งที่แตกต่างกันเขียนในแผนผังเวนน์

5. ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอแผนผังเวนน์

6. ครูนำอภิปรายทั้งชั้นเรียนเพื่อสรุปแผนผังเวนน์ที่ถูกต้อง

หมายเหตุ : แผนผังเวนน์อาจแสดงแผนภาพด้วยวงกลมมากกว่า 2 วงซ้อนกันหรือวงกลมเล็กซ้อนอยู่ในวงกลมใหญ่ก็ได้

3.7 เดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Gallery Walk)

แนวคิด กลวิธี เดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือ Gallery walk เป็นกลวิธีที่ให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานของกลุ่มในการศึกษาเรื่องเดียวกัน ภายหลังจากจบบทเรียน ให้กลุ่มอื่นมาชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานแสดงความคิดเห็น อภิปรายภายในกลุ่ม โดยเขียนเครื่องหมาย หน้าข้อความที่มีความเห็นเหมือนกัน และเขียนความเห็นที่แตกต่างกัน ถ้าไม่แน่ใจในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอให้ใส่เครื่องหมายคำถามไว้ กลวิธีนี้ใช้เมื่อต้องการให้นักเรียนนำเสนอผลงานโดยทุกคนมีส่วนร่วมกลวิธีนี้ช่วยฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การตั้งคำถาม การตอบคำถาม การสื่อสารและการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

วิธีการ

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน
2. ให้นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรม อภิปราย และสรุปความคิดเห็นของกลุ่ม เขียนลงในกระดาษโปสเตอร์ แล้วนำไปติดไว้ที่ผนัง ระยะห่างกันพอสมควร
3. แจกปากกาสีให้แต่ละกลุ่ม อธิบายวิธีการเดินชม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานของกลุ่มอื่น
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยืนตรงโปสเตอร์ของตนเอง
5. ให้สัญญาณให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินไปหยุดที่โปสเตอร์ของกลุ่มถัดไป ศึกษาผลงานอภิปราย และสรุปความคิดเห็น ถ้าเห็นด้วยในประเด็นใดให้เขียนเครื่องหมาย หน้าประเด็นนั้น ถ้าไม่เห็นด้วยในประเด็นใดให้เขียนความคิดเห็นของตนเองลงไป ถ้าไม่แน่ใจในประเด็นใดให้เขียนเครื่องหมายคำถาม
6. ให้นักเรียนทำกิจกรรมเช่นเดิมจนครบทุกโปสเตอร์ หรือ 2-3 โปสเตอร์ตามเวลาที่

7. นำอภิปรายทั้งชั้น โดยครู เพื่อสรุปความเห็นของห้อง

3.8 ม้าหมุน (Carousel)

แนวคิด กลวิธีม้าหมุนหรือ Carousel เป็นกลวิธีที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นหรือหัวข้อที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับไปเขียนบนกระดาษติดไว้บนผนังห้อง แล้วนักเรียนกลุ่มอื่นๆเวียนแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หลังจากนั้นเจ้าของกลุ่ม กลับไปพิจารณาความคิดของกลุ่มและที่เพื่อนมาเพิ่มเติมเพื่ออภิปราย สรุปความคิดเห็นของกลุ่ม และนำเสนอต่อชั้นเรียน และครูนำอภิปรายเพิ่มเติมเหมาะสำหรับการฝึกทักษะการศึกษาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลการแสดงออกและการยอมรับความคิดเห็นต่อผู้อื่น

วิธีการ

1. ครูกำหนดประเด็นคำถามที่แตกต่างกันเท่ากับจำนวนกลุ่มนักเรียน นำไปคิดที่บอร์ดหรือฝาผนังให้ระยะห่างกันพอสมควร
2. แจกปากกาสีต่างกันให้แต่ละกลุ่ม
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มขึ้นที่ประเด็นคำถามแรกและระดมความคิดเขียนลงบนกระดานนั้น
4. เมื่อครูให้สัญญาณ ทุกคนเดินทิศทางตามเข็มนาฬิกาไปยังประเด็นถัดไป แล้วอ่าน ศึกษาข้อมูล วิเคราะห์ อภิปรายผลงานของกลุ่มอื่นที่เขียนไว้ และทำเครื่องหมายถูกในหัวข้อแนวความคิดที่กลุ่มเห็นด้วย รวมทั้งเพิ่มเติมข้อคิดเห็นและประเด็นต่างๆ จนครบทุกกลุ่ม
5. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการระดมความคิดประเด็นสุดท้ายที่กลุ่มศึกษา
6. ทุกคนร่วมอภิปรายและสรุปแต่ละประเด็น โดยครูเป็นผู้นำการอภิปรายและใช้คำถามให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน และสรุปผลการอภิปรายของทั้งห้อง

3.9 ทำนาย : สังเกต : อธิบาย (Predict Observe Explain : P O E)

แนวคิด กลวิธี ทำนาย สังเกต อธิบายหรือ POE มาจากคำเต็ม Predict Observe Explain เป็นกลวิธีที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้จากการทำนาย (Predict) การสังเกต (Observe) และการอธิบาย (Explain) ใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ มุ่งมั่นในการทดลอง โดยให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าก่อนลงมือทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสังเกตอย่างจดจ่อ ละเอียด รอบคอบ นำผลที่ได้จากการสังเกตมาอธิบายและเปรียบเทียบกับสิ่งที่ทำนายไว้ นักเรียนจะรู้สึกสนุกสนานและในช่วงที่ทำกิจกรรมหรือทำการทดลองแล้วท้าทายในการค้นหาความรู้เพื่อตรวจสอบผลการทำนายของตนเอง

วิธีการ

มี 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำนาย (Predict) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม/คนทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นจากการคาดการณ์หรือปัญหาที่กำหนด
2. ขั้นสังเกต (Observe) ครูให้นักเรียนทำการทดลอง สังเกต บันทึกผล เพื่อศึกษาว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร และเป็นไปตามที่ทำนายไว้หรือไม่
3. ขั้นอธิบาย (Explain) ให้นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งผลเกิดขึ้นจริงอาจตรงกับที่ทำนายไว้ทั้งหมด หรือบางส่วน ครูให้นักเรียนวิเคราะห์หาสาเหตุ และสรุป

3.10 รู้แล้ว : อยากรู้ : เรียนรู้ (Knowledge Want to know : K W L)

แนวคิด กลวิธี รู้แล้ว : อยากรู้ : เรียนรู้ หรือ K W L เป็นกลวิธีการเรียนรู้สิ่งใหม่จากการเชื่อมโยงจากสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้แล้ว หรือพื้นฐานความรู้เดิมกับสิ่งที่ต้องการเรียนรู้เพิ่มเติม และให้นักเรียนอธิบายความรู้ใหม่หรือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ แต่ละตัวอักษรของ K W L มาจากความหมายดังนี้

K : What we know

W : What we want to know

L : What we Learned

กลวิธี K W L ใช้เพื่อดึงความรู้เดิมของนักเรียนและสิ่งที่นักเรียนอยากรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนจะทำให้รู้ว่าคุณนักเรียนรู้อะไรมาบ้างและมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนอะไรบ้าง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สนองความต้องการของนักเรียนมากที่สุด ทั้งนี้เรื่องที่คุณนักเรียนอยากรู้อาจจะจัดให้ไม่ได้ทันทีแต่อาจจัดการเรียนรู้โดยวิธีอื่นหลังจากนั้น

การนำไปใช้

1. เมื่อเริ่มการเรียนการสอนเรื่องใด เรื่องหนึ่ง ให้นักเรียนแต่ละคน เขียนในสิ่งที่เรียนรู้แล้วในเรื่องนั้นลงในกระดาษ นำไปติดบริเวณที่กำหนด
2. นักเรียนเขียนสิ่งที่อยากเรียนรู้ลงในกระดาษอีกแผ่น ว่ามีอะไรบ้างที่อยากเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ครูจะสอน แล้วนำไปติดบริเวณที่กำหนด
3. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และความต้องการของนักเรียน โดยครูต้องเชื่อมโยงกิจกรรมที่เตรียมไว้กับสิ่งที่นักเรียนอยากรู้มากที่สุด
4. หลังจากจบบทเรียน ให้ทุกคนเขียนว่าได้เรียนรู้อะไรลงกระดาษ และตรวจสอบกับความรู้เดิมว่า นักเรียนรู้อะไรเพิ่มขึ้น รู้อะไรคลาดเคลื่อน มีอะไรที่ครูยังไม่จัดให้
5. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังไม่ได้เรียนรู้ เช่น สืบค้นข้อมูลทำโครงการวิทยาศาสตร์

3.11 ⁺ตัวออก (Exit ticket)

แนวคิด กลวิธีตัวออก หรือ Exit Ticket เป็นกลวิธีที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมก่อนออกจากห้องเรียนโดยหลังจากจบบทเรียนแต่ละครั้ง อาจให้นักเรียนทำงาน เช่น แบบฝึก รายงาน การทดลอง เขียนอนุทิน เพื่อบอกสิ่งที่เข้าใจและสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้ (Got) และให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ (Need) ครูจะต้องนำงานของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อทราบว่าคุณนักเรียน

เข้าใจสิ่งที่ครูสอนแค่ไหน ยังไม่เข้าใจอะไร และอยากรู้อะไรเพิ่มเติม และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในการเรียนการสอนครั้งต่อไป

วิธีการ

กลวิธีนี้ใช้ตอนท้ายชั่วโมงของการสอนซึ่งจะช่วยประเมินผลการเรียนการสอนของครู และฝึกให้นักเรียนสรุปความรู้ โดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้เข้าใจในบทเรียนวันนี้ และเขียนสิ่งที่อยากเรียนรู้ลงในกระดาษ มีอะไรบ้างที่อยากเรียน โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และเข้าใจในบทเรียน ซึ่งอาจเขียนได้ในหลายรูปแบบเช่น อนุทิน แผนผังความคิด แผนภาพ ความเรียงลงในบัตรหรือกระดาษสี
2. เขียนสิ่งที่อยากเรียนรู้ลงในกระดาษ มีอะไรบ้างที่อยากเรียนลงในบัตรหรือกระดาษสี
3. นำสิ่งที่เขียนไปติดไว้ที่บอร์ด

3.12 การระดมความคิด (Brainstorming)

แนวคิด กลวิธีการระดมความคิด หรือ Brainstorming เป็นกลวิธีหนึ่งที่ใช้เพื่อดึงความรู้ ความเข้าใจความคิดเห็นและประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคนออกมาให้ผู้อื่นทราบ โดยให้นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ เกี่ยวกับประเด็นใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งมีข้อมูลที่เชื่อถือได้ประกอบทุกความคิดเห็นที่เสนอนั้นต้องได้รับการยอมรับเท่าๆ กัน ไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์ว่าผิดหรือถูก และต้องได้รับการยอมรับโดยไม่มีการโต้แย้ง

กลวิธีนี้จะใช้เมื่อต้องการความคิดเห็นที่มีความแตกต่างกันในหลากหลายความคิดหลากหลายมุมมอง หรือต้องการค้นหาหัวข้อปัญหา กิจกรรมใหม่ๆ แนวทางในการทำงาน การแก้ปัญหาและการวิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน หรือมีประเด็นที่ท้าทายความคิดกำลังอยู่ในความสนใจความคิดเห็นประกอบการวางแผนหรือต้องการให้กลุ่มช่วยกันกำหนดขั้นตอนการทำงาน กลวิธีระดมความคิดเหมาะสำหรับการนำเข้าสู่บทเรียนและขณะดำเนินกิจกรรม ช่วยพัฒนาทักษะการพูด การฟังและการคิด ฝึกการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น กระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ทำให้ได้ความคิดที่กว้างขวาง แปลกใหม่หลากหลายจากสมาชิกทุกคน และเปิดโอกาสให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็นเท่าเทียมกันโดยไม่ผูกขาดความคิดอยู่ที่บุคคลใดบุคคลหนึ่ง การระดมความคิดเห็นอาจทำให้กลุ่มย่อยหรือทั้งชั้นเรียนและครูจะต้องดำเนินการให้มีการบันทึกทุกความคิดเห็นเพื่อนำมาสรุปเป็นความเห็นของกลุ่มต่อไป

วิธีการ

1. ครูกำหนดประเด็นให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิด

2. ครูชี้แจงวิธีการระดมความคิด

3. กำหนดประธานการประชุมและเลขานุการบันทึก

4. ครูแจ้งกฎ กติกา มารยาทในการระดมความคิด ดังนี้

- ประธานและสมาชิกร่วมกันสร้างบรรยากาศแห่งมิตรภาพเพื่อให้เกิดการ
อวยกระดมความคิดร่วมกัน
- ทุกคนต้องแสดงความคิดเห็นและสามารถแสดงความคิดเห็นอย่างเสรีใน
ประเด็นที่กำหนด
- ทุกคนต้องเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น ขณะที่สมาชิกแสดงความคิดเห็น
สมาชิกอื่นต้องไม่ขัดจังหวะ และไม่วิพากษ์วิจารณ์
- เลขานุการจะต้องบันทึกความคิดเห็น ทุกความคิดเห็น
- ประธานต้องระดมความคิดจากสมาชิกให้ได้มากที่สุด

5. เมื่อได้ความคิดเห็นที่หลากหลายเพียงพอแล้ว ประธานและเลขานุการการ
รวบรวมความคิดเห็นที่คล้ายคลึงกันเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน แล้วปรับให้เป็นแนวทางร่วมกันเพื่อ
นำไปสู่การปฏิบัติหรือทำกิจกรรมอื่น ๆ ต่อไป เช่น สำรวจตรวจสอบ ทำการทดลอง สืบค้นข้อมูล

3.13 การอ่านและการเขียนอย่างมีศักยภาพ (Active reading & Writing)

กลวิธี การอ่านอย่างมีศักยภาพ (Active Reading)

แนวคิด การอ่านอย่างมีศักยภาพหรือ Active Reading เป็นกลวิธีหนึ่งที่ทำให้
นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการอ่าน โดยครูควรกำหนดจุดมุ่งหมายไว้ก่อนว่าต้องการให้
นักเรียนเกิดการเรียนรู้ หรือได้ประโยชน์อะไรจากการอ่านและภายหลังจากการอ่านแล้วได้เรียนรู้
เพิ่มขึ้นมากน้อยแค่ไหน

จุดมุ่งหมายของการอ่านคือ เก็บรวบรวมข้อมูล ความรู้และเนื้อหาสาระ จัดลำดับ
ความคิดจับประเด็น จับใจความสำคัญ และแปลความ เพื่อต้องการให้นักเรียนเกิดการรับรู้ เกิดความ
เข้าใจเกิดแนวคิด และต้องการให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ ตีความและเปรียบเทียบ ในการเรียน
วิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถเรียนรู้บางเรื่องได้เป็นอย่างดีจากการอ่านโดยไม่ต้องอาศัยการสำรวจ
ตรวจสอบ เช่น ประวัติการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ และบทความวิชาการ

วิธีการ

กลวิธีการอ่านอย่างมีศักยภาพสามารถใช้ในการสอนได้ทุกขั้นตอน ตั้งแต่ขั้น
นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นทำกิจกรรม ขั้นสรุป ขั้นประเมิน และขั้นขยายความรู้ การนำกลวิธีนี้ไปใช้
ดำเนินการได้ดังนี้

1. ครูเลือก สื่อสำหรับให้นักเรียนอ่าน ซึ่งสื่อที่เลือกนั้นต้องเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเป็นสื่อที่หาได้ง่ายจากแหล่งต่างๆ เช่น ตำรา หนังสือเรียน วารสารวิชาการ หนังสือพิมพ์ แผ่นพับ โปสเตอร์ จดหมายข่าว ใบความรู้ Internet นิทาน การ์ตูน พจนานุกรม เป็นต้น

2. ครูจัดเตรียมสื่อให้เพียงพอแก่จำนวนนักเรียน

3. ออกแบบและจัดเตรียมใบกิจกรรมให้นักเรียนอ่านซึ่งมีหลายวิธี เช่น

- การเน้นคำหรือข้อความที่สำคัญขณะอ่าน
- การเว้นคำ
- การเรียงลำดับ
- การจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผัง
- การจับคู่
- การจับออกชื่อ

การเน้นคำหรือข้อความที่สำคัญขณะอ่าน (Emphasizing) ทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การเน้น คำ นิยาม ประโยค หรือข้อมูล โดยใช้เครื่องหมายกำกับไว้ขณะอ่าน เพื่อประโยชน์ในการกลับมาทบทวนหัวข้อนั้นๆ ในภายหลังได้ง่ายและเร็วขึ้น อาจใช้การขีดเส้นใต้ข้อความที่กำหนด โดยใช้ปากกาสีแตกต่างกัน เช่น

ขีดเส้นใต้ด้วย ปากกาสีแดง ในส่วนที่เป็น ความหมาย

ปากกาสีน้ำเงิน ในส่วนที่เป็น ความคิดเห็น

ปากกาสีเขียว ในส่วนที่เป็น การวิเคราะห์

การเว้นคำ (Clozing)

เป็นวิธีการหนึ่งที่ต้องการให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ อย่างใดตรง และคิดวิเคราะห์พิจารณาอย่างลึกซึ้งเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาใส่ลงในช่องว่างที่เว้นไว้เป็นระยะ เพื่อให้ได้ใจความที่สมบูรณ์และถูกต้อง ทำโดยลบคำบางคำออกจากเนื้อหา และนำไปใส่ไว้ในกรอบข้างนอกเพื่อให้นักเรียนหาคำนั้น นำกลับมาเติมให้ได้ใจความครบถ้วน

สิ่งควรคำนึงถึงในวิธีการเว้นคำ คือ เลือกลบคำที่เหมาะสม ไม่ควบลบคำมากเกินไป จนทำให้อ่านแล้วไม่เข้าใจและนักเรียนอาจทำต่อไม่ได้ และควรถวลบคำที่ช่วยให้เกิดการคิดวิเคราะห์

การเรียงลำดับ (Sequencing)

เป็นวิธีที่ต้องการฝึกนักเรียนให้เกิดทักษะการวางแผน การจัดลำดับขั้นตอนการทำงานและฝึกคิดเรียงลำดับเรื่องราวหรือกระบวนการ ทำโดยตัดข้อความ หรือเรื่องราว หรือภาพ ออกเป็นส่วน ๆ หรือเป็นชั้น แล้วให้นักเรียนนำชิ้นส่วนนั้นๆ มาต่อเข้าด้วยกันให้ถูกต้องตามลำดับเรื่องราว

การจัดระบบความคิดโดยใช้แผนผัง (Graphic organizer)

เป็นวิธีที่ต้องการให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยงของความรู้โดยเขียนออกมาเป็นแผนผังหรือแผนภูมิ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เกิดการวิเคราะห์ เชื่อมโยงองค์ความรู้และสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น อาจทำได้หลายวิธี เช่น

- ให้นักเรียนจัดทำแผนผังโดยมีหัวข้อหลักแล้วเชื่อมโยงความรู้จากหัวข้อหลักนั้นๆ

- มีคำหรือบัตรคำให้นักเรียนนำไปเติมลงในกรอบที่ว่าง แผนผังหรือแผนภูมิ

การจับคู่ (Matching)

เป็นวิธีที่ฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ โดยให้เชื่อมโยงสิ่งที่กำหนดให้เข้าด้วยกัน ทำได้หลายรูปแบบ เช่น เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับภาพ คำกับคำ ข้อความกับข้อความ ภาพกับข้อความ เป็นต้น

การเขียนอย่างมีศักยภาพ(Active Writing)

แนวคิด การเขียนใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับนักเรียน เมื่อต้องการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น สรุปความรู้โดยการเขียนด้วยภาษาของตนเอง นักเรียนจะได้มีโอกาสฝึกฝนการเขียนเพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ชัดเจนถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ หรืออาจจะใช้สื่อสารด้วยภาพแทนการเขียนก็ได้ การเขียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียนควรเน้น การเขียนคำอธิบาย รายงานการทดลอง รายงานการสืบค้นข้อมูล การสรุปผลการทดลอง และการเขียนบรรยายภาพ เป็นต้น กลวิธีนี้ นิยมใช้ในช่วงการสรุปและขั้นประเมิน

วิธีการ

1. ครูตั้งประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้
2. กำหนดวิธีการเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้ เช่น รายงานการทดลอง รายงานการค้นคว้า ข้อมูลบทความ จดหมายข่าว โปสเตอร์ วาดภาพ เป็นต้น
3. เตรียมอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการเขียน เช่น กระดาษ วัสดุ อุปกรณ์ ในการเขียน
4. ครูแจ้งประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนทำ ซึ่งอาจจะเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม

5. นักเรียนต้องวิเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้แล้วสื่อสารออกมาตามวิธีที่ได้ร่วมกันตั้งไว้
6. นักเรียนนำเสนอผลงานของตนหรือของกลุ่ม
7. นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

3.14 บทบาทสมมติ (Role play)

แนวคิด กลวิธี บทบาทสมมติ Role Play เป็นกลวิธีที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยผ่านการแสดงบทบาทหรือสถานการณ์ที่สมมติขึ้น เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียน ศึกษาข้อมูล ความรู้สึกนึกคิดและพฤติกรรมของผู้ที่อยู่ในบทบาทนั้น แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปความรู้ แบ่ง ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. นักเรียนแสดงบทบาทของผู้อื่นเหมือนนักแสดงสวมบทบาทของบุคคลที่ตนเองได้รับมอบหมาย นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมและความรู้สึกของบุคคลที่ตนสวมบทบาท
2. นักเรียนแสดงบทบาทของนักเรียน ตามความรู้สึกนึกคิดและประสบการณ์ของตนเองในสถานการณ์ที่สมมติขึ้น เช่น การสมัครงาน การนำเสนอผลงาน วิธีการนี้มักใช้กับการ ฝึกปฏิบัติ

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการแสดงบทบาทสมมติในกรณีแรก

วิธีการ

กลวิธีบทบาทสมมติเหมาะสำหรับสอนประเด็นปัญหา หรือสาระที่มีความคิด หลายมุมมองหรือหัวข้อที่มีการถกเถียงหรือโต้แย้งกัน เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันและฝึกกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครูเลือกประเด็นปัญหา วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและประเด็นปัญหาของสังคม ให้นักเรียนสวมบทบาทของ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ และศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันในเวทีสนทนา ในช่วงการ อภิปรายจะเป็นกลวิธีที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องแก่นักเรียน หลังจากนั้นร่วมกันสรุป เพื่อหาคำตอบของประเด็นปัญหาที่กำหนด ขั้นตอนการดำเนินการ มีดังนี้

1. กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ควรเป็นประเด็นวิทยาศาสตร์ที่มีความขัดแย้งกัน ในสังคมขณะนั้น ต้องอาศัยข้อมูลและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบการตัดสินใจ และอยู่ใน ความสนใจของนักเรียน ควรระมัดระวังไม่เลือกประเด็นที่มีความอ่อนไหวทางสังคมที่จะก่อให้เกิด ความขัดแย้งรุนแรง
2. กำหนดสถานการณ์ของประเด็นที่ควรศึกษา ควรเป็นสถานการณ์ที่ ใกล้เคียงกับความเป็นจริง
3. กำหนดบทบาทสมมติของผู้เกี่ยวข้อง เช่น ประเด็น “ประเทศไทยควรมีการ สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือไม่” ผู้ที่เกี่ยวข้องอาจเป็น

- รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน ผู้กำหนดนโยบายด้านพลังงาน
- สำนักงานพลังงานปรมาณู หน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญด้านพลังงาน

นิวเคลียร์

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิต หน่วยงานราชการที่ดูแลการผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศ

ประเทศ

- องค์กรเอกชนด้านอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ผู้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้านิวเคลียร์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงสถานที่ ที่คาดว่าจะสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งเป็นผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

4. จัดทำบรรพทบทวนสมมติของผู้ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลในบัตรประกอบด้วย

- ข้อมูลส่วนตัวของบุคคลนั้น เช่น ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์
- ข้อมูลด้านวิชาการ สำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นให้ผู้สวมบทบาทสมมติ

ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกันในเวทีสนทนา

5. เตรียมเวทีเสวนาเพื่อใช้อภิปรายร่วมกันของบุคคลที่สวมบทบาทสมมติต่าง ๆ

6. เตรียมผู้ทำหน้าที่ดำเนินการเสวนาหรือพิธีกร ซึ่งควรเป็นพิธีกรเองเพื่อ

ควบคุมการอภิปรายให้อยู่ในประเด็นและเป็นไปตามเวลา นอกจากนี้ควรเตรียมอาสาสมัครนักเรียนเพื่อทำหน้าที่อื่น ๆ ในการเสวนา เช่น ฝ่ายเครื่องเสียง ฝ่ายจัดเวที ฝ่ายประเมินผล

7. เริ่มทำกิจกรรมโดยเล่าสถานการณ์สมมติที่เตรียมไว้ และแจ้งวัตถุประสงค์

การทำกิจกรรม

8. แบ่งกลุ่มนักเรียน ให้มีจำนวนกลุ่มเท่ากับบทบาทสมมติ โดย 1 กลุ่ม

รับผิดชอบ 1 บทบาทสมมติ

9. แจกใบกิจกรรมและบรรพทบทวนสมมติแต่ละบทบาทให้สมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่ม

ละกลุ่ม

10. ให้แต่ละกลุ่ม เลือก ประธาน และเลขานุการกลุ่ม และทบทวนหน้าที่

ประธานและเลขานุการกลุ่ม

11. ให้แต่ละคนศึกษาบรรพทบทวนสมมติที่ได้รับ หลังจากนั้นประธานกลุ่ม

ระดมความคิดเห็นที่จะให้ผู้แทนกลุ่มนำเสนอในการเสวนา

12. สมาชิกในกลุ่มเลือกตัวแทนกลุ่มเพื่อแสดงบทบาทสมมติที่ได้รับมอบหมาย

และช่วยกันเตรียมการอภิปรายของผู้แทนกลุ่ม

13. จัดเสวนาในประเด็นที่ศึกษา โดยให้แต่ละกลุ่มส่งผู้แทนมาร่วมการเสวนา โดยมีครูหรือนักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนเป็นผู้ดำเนินการเสวนา

หลังดำเนินการเสวนา

1. สมาชิกในแต่ละกลุ่ม นำข้อมูลที่ได้จากการเสวนา มาอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปความคิดเห็นของกลุ่ม และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ
2. ครูขยายความรู้เพิ่มเติมในประเด็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

3.15 สถานการณ์จำลอง (Simulation)

แนวคิด กลวิธี สถานการณ์จำลองหรือ Simulation เป็นกลวิธีที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้แนวความคิดหลัก ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์หรือการทดลอง ซึ่งไม่สามารถอธิบายหรือสาธิตให้เข้าใจในห้องปฏิบัติการได้ หรือการสาธิตนั้นอาจเป็นอันตราย หรือเปลี่ยนสิ่งที่เป็นามธรรมซึ่งไม่สามารถมองเห็นให้เป็นรูปธรรม โดยสร้างสถานการณ์ให้เหมือนกับเหตุการณ์จริงหรือใกล้เคียงสถานการณ์จริง ซึ่งอาจใช้สื่อคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองขึ้นและนักเรียนเรียนรู้จากการปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์คล้ายการเล่นเกม หรือให้นักเรียนเป็นผู้แสดงตามบทบาทในสถานการณ์จำลองเหมาะสำหรับเด็กชั้นประถมศึกษาซึ่งชอบทำกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว

เรื่องจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้ เช่น การเปลี่ยนสถานะ การไหลเวียนของโลหิต การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ การกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ วัฏจักรของน้ำ และแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

วิธีการ

เริ่มจากครู ออกแบบสถานการณ์ จัดเตรียมสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ บัตรบทบาท แล้วจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนแสดงบทบาทตามข้อมูลที่กำหนด สรุปเนื้อหา แก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อน และท้ายที่สุดต้องไม่ลืมประเมินผลการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่อย่างไร การประเมินนักเรียนอาจประเมินตามสภาพจริง หรือประเมินโดยใช้แบบทดสอบดำเนินการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. คัดเลือกบทเรียนที่เหมาะสมกับการสร้างสถานการณ์จำลอง โดยพิจารณาทั้งเนื้อหาความเป็นไปได้และเวลาที่ใช้
2. สร้างสถานการณ์จำลองให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และบทเรียน ้วยของนักเรียนและใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด
3. จัดทำบัตรบทบาท จัดหาอุปกรณ์และสื่อประกอบการแสดง รวมทั้งสถานที่

4. เริ่มต้นทำกิจกรรมโดย ครูชี้แจงวัตถุประสงค์และสื่อประกอบการแสดง
รวมทั้งสถานที่

5. แบ่งบทบาทการแสดงให้นักเรียน โดยอาจใช้วิธีจับฉลากหรือของอาสาสมัคร
ถ้าจำนวนนักเรียนมีมากกว่าบทบาทที่กำหนดไว้ ให้นักเรียนส่วนหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตการณ์
หรืออาจใช้วิธีผลัดกันแสดง

6. แจกบัตรบทบาทให้นักเรียนศึกษา

7. อธิบายสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้นว่าเริ่มต้นอย่างไร ดำเนินต่อไปอย่างไร
และสิ้นสุดเมื่อไร เพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งหมด

8. ให้นักเรียนทำความเข้าใจบทบาทของตนเองให้กระจ่าง ว่าจะต้องแสดง
บทบาทอย่างไร ขั้นตอนใด และเมื่อไร

9. ให้นักเรียนซ้อมการแสดงอย่างน้อย 1 รอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และ
แก้ไขข้อบกพร่องจนนักเรียนทุกคนเข้าใจในบทบาทและจังหวะการแสดง

10. ให้นักเรียนแสดงตามบทบาท

11. ขณะที่นักเรียนแสดง ครูควรสังเกตการแสดงเพื่อเก็บข้อมูลมาใช้
ประกอบการอภิปรายและคอยดูแลให้การแสดงเป็นไปอย่างราบรื่นและถูกต้อง

12. เมื่อการแสดงสิ้นสุด ครูอภิปรายและสรุปความรู้ที่ได้รับ โดยดำเนินการดังนี้

- สุ่มนักเรียนแต่ละบทบาท อธิบายสิ่งที่แสดง
- สุ่มนักเรียนอธิบายการแสดงสถานการณ์จำลองทั้งหมด
- ตั้งคำถามเพื่ออภิปรายและสรุปความรู้ที่ได้จากการแสดง
- แก้ไขสิ่งที่เข้าใจคลาดเคลื่อน
- ขยายความรู้เพิ่มเติม

3.16 เกม (Game)

แนวคิด เกมเป็นกลวิธีที่เหมาะสมสำหรับเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะใน
เด็กเล็ก เนื่องจากทำให้นักเรียนได้รับความสนุกสนานและได้เรียนรู้ในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย
นอกจากนั้นไม่ว่านักเรียนจะเรียนเก่งหรือเรียนอ่อนต่างก็ชอบการเล่นเกมนับตั้งแต่เล็กจนโต จึงช่วย
แก้ปัญหาการขาดความเอาใจใส่ในการเรียนได้อีกทางหนึ่งด้วย

เกมที่น่าสนใจประยุกต์ในการเรียนการสอน ควรเป็นเกมที่นักเรียนคุ้นเคย รู้กติกา
ค่อนข้างดีวิธีการเล่นไม่ซับซ้อน และผลัดง่าย เกมมีหลายประเภทในที่นี้จะเสนอเกม 5 ประเภท คือ

1. โดมิโน (Dominoes)
2. เกมบัตร (Card Game)

3. เกมกระดาน (Board Game)

4. เกมปริศนาคำ (Puzzles)

5. เกมทายปัญหา (Quizzes)

โดมิโน

เป็นเกมที่เล่นโดยนำชิ้นส่วนสี่เหลี่ยมซึ่งเรียกว่าแผ่น โดมิโนมาต่อเข้าคู่กันตามกติกาที่กำหนด เช่น ประเภทของสัตว์ – ชื่อสัตว์ อาณาจักรพืช – ชื่อพืช จำนวนตัวเลขที่บวกกันแล้วเท่ากับสิบ เป็นต้น เกมโดมิโนเหมาะสำหรับการจัดจำแนกประเภทที่เกี่ยวข้องกันไม่เกิน 3 กลุ่ม เช่น ประเภทธาตุ – สัญลักษณ์ธาตุ – ชื่อธาตุ เมื่อต่อแผ่นโดมิโนได้ถูกต้อง ผู้เล่นจะได้คะแนนเท่ากับจำนวนจุดที่อยู่บนแผ่นโดมิโน ครูสามารถกำหนดกติกาการคิดคะแนน เช่น ถ้าแผ่นโดมิโนที่ต่อกันถูกต้องและมีจำนวนจุดของคะแนนเท่ากัน ผู้เล่นจะได้คะแนน 2 หรือ 3 เท่าของผลรวมของจำนวนจุด

เกมบัตร

เป็นเกมที่เล่นโดยใช้บัตร อาจเป็นการจับคู่บัตร หรือจัดบัตรเข้าพวก ตามกติกาที่กำหนดบางเกมอาจใช้กติกาของการเล่นรummy หรือการเล่น “ผสมสิบ” เกมบัตรเหมาะสำหรับการจัดกลุ่มหรือประเภทของสิ่งที่แสดง

บนบัตร

เกมกระดาน

เป็นเกมที่ผู้เล่นเดินตัวหมากไปตามช่องบนกระดาน จำนวนช่องที่เดินเท่ากับจำนวนแต้มที่ได้จากการทอดลูกเต๋า เช่น เกมบันไดงู เกมเศรษฐี เกมได้บันได ในช่วงที่เดินควรใส่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เล่นที่เดินไปถึงช่องนั้นอ่านให้เพื่อนฟัง หรือใส่สิ่งที่ผู้เล่นจะต้องปฏิบัติ เช่น ให้หยิบบัตรคำถาม ถ้าตอบคำถามได้จึงจะได้เดินต่อไป เป็นต้น

เกมปริศนาคำ

เป็นเกมที่ทายคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ มีหลายลักษณะ เช่น เกมอักษรไขว้ (Crossword) เกมอักษรสลับ (Anagrams) เกมค้นหาคำ (Wordsearches) เหมาะสำหรับใช้เรียนรู้หรือทบทวนความหมาย หรือมนต์ส่นของคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

เกมทายปัญหา

เป็นเกมที่ใช้ทายปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบของเกมมีหลายแบบ อาจใช้รูปแบบของเกมทางทีวีซึ่งเป็นที่นิยมแล้วใช้คำถามที่เกี่ยวข้องเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ เช่น เกม 20 คำถาม

เกมที่กล่าวมาเป็นเกมที่ครูสามารถผลิตเองได้ง่ายโดยใช้วัสดุประเภท กระดาษ ดินสอสีปากกาสี หรือออกแบบในคอมพิวเตอร์และพิมพ์ออกมาให้มีสีสันสวยงามก็ทำให้เกมมี

รูปลักษณ์ที่น่าสนใจ สำหรับโรงเรียนที่มีความพร้อมทางด้านคอมพิวเตอร์ ก็สามารถเล่นเกมคอมพิวเตอร์ซึ่งอาจผลิตขึ้นเองหรือจัดซื้อจากที่มีผู้จำหน่ายมาใช้ในการเรียนการสอน

วิธีการ

เกมใช้ได้ผลดีในการเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ใช้ในการสรุปเนื้อหาประเมินผลการเรียนรู้ และทบทวนความรู้เพื่อย้ำในสิ่งที่เรียนรู้ และยังใช้ในการขยายความรู้ โดยเฉพาะการเรียนรู้ศัพท์วิทยาศาสตร์ใหม่ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ ไม่ซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับคำนิยาม ความหมาย มโนทัศน์ การจัดกลุ่มและจัดจำแนกทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นยังใช้ในการจัดกิจกรรมพัฒนานักเรียน เช่น กิจกรรมชุมนุม กิจกรรมค่าย เมื่อนำไปใช้จะต้องทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับเกมที่ใช้และความรู้ที่นักเรียนจะได้รับจากการเล่นเกม เมื่อเกมจบ ครูจะต้องสรุปความรู้และประเมินผลการเรียนรู้ทุกครั้ง ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา สาระวิทยาศาสตร์ และช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการใช้เกมในการเรียนการสอน
2. ออกแบบเกมให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลา และวัยของนักเรียน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบเกม ได้แก่
 - เนื้อหาสาระที่แฝงในเกม ไม่ควรซับซ้อน
 - จำนวนผู้เล่น เล่นคนเดียว เล่นเป็นกลุ่ม หรือเล่นทั้งห้อง
3. จัดทำเกม และทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็กๆ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเกม
4. นำข้อมูลจากการทดลองใช้ มาปรับปรุง และจัดทำเกมให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน
5. จัดทำใบประเมินความรู้ที่นักเรียนได้รับหลังเล่นเกม
6. ก่อนการเล่นเกม ครูแจ้งจุดประสงค์การเล่นเกม ทั้งจุดประสงค์ของเกมและเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้จากเกม ทำความเข้าใจในเรื่อง กติกา วิธีการเล่นเวลาที่ใช้เล่น และนักเรียนซ้อมเล่น ก่อนเล่นจริง
7. ครูเดินสังเกตนักเรียนขณะเล่นเกม เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่ไม่เข้าใจกติกา วิธีการเล่นและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งเก็บข้อมูลในประเด็นต่อไปนี้
 - นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในเกมหรือไม่
 - นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเด็นใด
 - นักเรียนเล่นตามกติกาของเกมหรือไม่
 - กฎ กติกา และวิธีการเล่นเกมควรได้รับการแก้ไข ปรับปรุงหรือไม่ อย่างไร

8. ควบคุมเวลาการเล่นเกม

9. อภิปรายและสรุปหลังเล่นเกม ในประเด็นต่อไปนี้

- ผลการเล่นเกม ใครหรือกลุ่มใดเป็นผู้ได้คะแนนสูงสุด
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเกมและความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
- ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้ง กฎ กติกา วิธีการเล่นเกม
- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม

10. ประเมินผลการเรียนรู้เนื้อหาสาระในเกมโดยรูปแบบอื่น เช่น เขียนสั้นๆ เพื่อ

สรุปความรู้ เขียนแผนผังความคิด นำเสนอหน้าชั้นเรียน และทำแบบทดสอบ เป็นต้น

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารของผู้วิจัย ซึ่งพบว่ากลวิธีการสอนทั้ง 16 กลวิธีสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการคิดขั้นสูงได้ และยังทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเองอันจะทำให้การจัดการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาทั้งด้าน ความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติต่อฟิสิกส์ ได้อีกด้วย ซึ่งจากการสรุปหลักสูตรรายวิชาฟิสิกส์ 3 เรื่อง คลื่นกลแล้วพบว่าสามารถนำกลวิธีมาใช้ร่วมกับเนื้อหาเรื่อง งานและพลังงาน ซึ่งมีการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ได้

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1 ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มาจากภาษาอังกฤษที่ว่า "Science" นั้นมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า "Sciences" ซึ่งหมายถึง "ความรู้" ฉะนั้นในสมัยก่อน ๆ คำว่าวิทยาศาสตร์จึงมีความหมายถึงความรู้เพียงอย่างเดียว กระบวนการเรียนการสอนที่จัดขึ้นในสมัยก่อน ๆ จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ วิธีการถ่ายทอดเนื้อหาของผู้สอนที่ง่ายและสะดวก รวดเร็ว คือบรรยาย ผู้เรียนมีหน้าที่ฟังจดจำ ความหมายของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้ได้มีการกล่าวถึงส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (body of knowledge) และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (process of scientific inquiry)

ดังนั้น วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบัน หมายถึง ตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถตรวจสอบได้อย่างเป็นระบบจนเชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

กู๊ด (Good, 1973: 7) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลของการสะสมความรู้ความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าไว้ด้วยกัน

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2540: 71) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 150) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทดสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน โดยยึดจุดประสงค์ดังนี้ (กรมวิชาการ 2546)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี อิทธิพลของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม
6. เพื่อสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการนำวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมต่างๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้ และกระบวนการแสวงความรู้เป็นปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4.3 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Bloom (ทักษิณีย์ ประสงค์สุข 2546: 15; อ้างอิงมาจาก Bloom, 1976: 139) กล่าวว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีอยู่ 3 ตัวแปร คือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Entry Behaviors) หมายถึง ความรู้ความสามารถ และทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนที่มีมาก่อน

2. คุณลักษณะทางจิตใจ (Affective Entry Characteristics) แรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียน เกิดความอยากเรียนเกิดความอยากเรียนรู้ในสิ่งใหม่ ๆ ได้แก่ ความสนใจในวิชาที่เรียนเจตคติต่อเนื้อหาวิชาและสถาบันให้การยอมรับความสามารถของตัวเอง เป็นต้น

3. คุณภาพการเรียนการสอน (Quality of Instruction) หมายถึง ประสิทธิภาพการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับ ได้แก่ คำแนะนำการปฏิบัติและแรงเสริมของผู้สอนที่มีต่อผู้เรียน เป็นต้น

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้แก่ องค์ประกอบทางด้านตัวนักเรียน และองค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม

4.4 พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สมบุรณ์ ชิตพงษ์ และคณะ (2540: 6–7) ได้กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ทางด้านสติปัญญาและสมอง
2. ด้านความรู้สึก (Affective Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการพัฒนาการในด้านความสนใจ คุณค่า ความซาบซึ้ง และเจตคติต่าง ๆ ของนักเรียน
3. ด้านการปฏิบัติการ (Psycho – Motor Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติ และดาเนินการ เช่น การทดลอง เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปแล้ว การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความสามารถทางพฤติกรรมของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากได้รับการสอนหรือฝึกอบรมด้วยวิธีการต่าง ๆ

4.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2540: 14) กล่าวว่าแบบสอบผลสัมฤทธิ์ เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้ครูสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะเป็นวิธีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความเป็นอิสระได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ เมื่อเทียบกับกระบวนการเรียนการสอนที่มีอยู่ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในโรงเรียน มุ่งวัดความรู้ในแต่ละวิชาและทักษะต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์พื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. เพื่อเป็นเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอันเป็นข้อมูลที่ได้รับสำหรับการประเมินผลการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล
2. เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถของนักเรียนแต่ละคนซึ่งแตกต่างกันตามธรรมชาติ

บุญชม ศรีสะอาด (2545: 53) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ เนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนใน โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาจจำแนกออกได้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้มีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม หมายถึงแบบทดสอบที่สร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนก ผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบ ในแบบทดสอบประเภทนี้การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพ ความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

สมนึก ภัททิยธนี (2546: 73) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้เรียนจากสิ่งที่เรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ เพื่อให้ทราบถึงความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว

4.6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้พัฒนาโปรแกรมวิทยาศาสตร์ และตั้งชื่อโครงการนี้ว่า วิทยาศาสตร์กับการใช้กระบวนการ (Science: A Process Approach) หรือเรียกชื่อย่อว่า โครงการซาปา (SAPA) โครงการนี้แล้วเสร็จในปี ค.ศ. 1970 ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้น พื้นฐานผสมผสาน 5 ทักษะ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542: 14-29)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการคำนวณหรือการใช้ตัวเลข

4. ทักษะการจำแนกประเภท
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์
- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูล

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนัง เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยไม่ได้ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปข้อมูลที่ได้อาจแบ่งออกได้เป็นประเภท คือข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 1.1 ชี้บ่งและบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง และบอกหน่วยมาๆเข้าไว้
- 1.2 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณโดยการกะประมาณ
- 1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement)

การวัด หมายถึง การเลือก และการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณสิ่งของต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

- 2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้
- 2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง
- 2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การนับ ได้แก่

3.1.1 การนับสิ่งของได้ถูกต้อง

3.1.2 การใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.1.4 ตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การหาค่าเฉลี่ย

3.2.1 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย

3.2.2 หาค่าเฉลี่ย

3.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของ ที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

(Space/space Relationship and Space-time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างนั้นครอบครองอยู่จะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุ นั้นโดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 ชีบอกรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุ หรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดได้

5.3 บอกชื่อของรูปทรง และรูปทรงเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระบรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติเมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) เป็นต้นกำเนิดเงา

5.5 บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5.6 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.7 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่ง หรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.10 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่างๆกับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลให้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซ้ำ ๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับ การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่อยู่ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling

Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลอง
 ว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็น
 สาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้
 ให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชีบ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปร
 ตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบสมมติฐานที่ตั้งได้
 การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือ
 ทดลองจริงเพื่อกำหนดสิ่งเหล่านี้

12.1.1 วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12.1.2 อุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
 ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. การออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีทดลองได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
 โดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะ
 และคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การตีความหมายในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 อื่นๆด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุป
 ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้
(การตีความหมายข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษา
วิทยาศาสตร์จะต้องให้นักเรียนได้ทั้ง ความรู้และมีทักษะในการแสวงหาความรู้

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

เจตคติ หรือทัศนคติ (attitude) เป็นพฤติกรรมการวัดด้านเจตพิสัย (affective domain) โดยเน้นการวัดความรู้สึก อารมณ์ การยอมรับ ได้มีผู้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2543: 17) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งเร้า
ต่างๆ อาจอยู่ในรูปของการชอบชอบ หรือไม่ชอบ สนใจหรือไม่สนใจ และต้องการหรือไม่ต้องการ
เป็นต้น

พวงรัตน์ วีรัตน์ (2543: 106) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่างๆ
อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่ง
ต่างๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

จากความหมายของเจตคติข้างต้นสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจ
ความคิดเห็นส่วนบุคคล ค่านิยม ความเชื่อ ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งทางบวก ทางลบ สร้างและ
เปลี่ยนแปลงได้ อันเนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะ
แสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือ ทาง
ต่อต้านก็ได้

เจตคติต่อวิชาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 149) กล่าวว่า เจตคติ
ต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดย
ผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้ดังกล่าวได้แก่ ความพอใจ ความศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่า
และประโยชน์ ตระหนักในคุณค่าและโทษ ความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์
การเลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการคิดปฏิบัติ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพโดย
ใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย ซึ่งสะท้อนความเป็นนักวิทยาศาสตร์ 8 ประการตามการรับรู้
ของตนเอง ได้แก่

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความพึงพอใจของบุคคลที่เผชิญกับสถานการณ์ใหม่บุคคลที่มีลักษณะอยากรู้อยากเห็น จะเป็นคนชอบซักถาม ชอบอ่าน ชอบอ่าน ชอบคิดริเริ่มสิ่งใหม่ ความอยากรู้อยากเห็น เป็นสิ่งเร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้

2. ความมีเหตุผล หมายถึง ความพยายามในการที่จะอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่เหตุผล โดยไม่เชื่อโชคลาง และความมีเหตุผลจะเป็นตัวกำหนดแนวทางของพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์

3. ความใจกว้าง หมายถึง ความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดและไม่มี ความคิดว่าความจริงในวันนี้จะเป็นความจริงที่แน่นอนแต่เชื่อว่าความจริงวันนี้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

4. การไม่ด่วนลงข้อสรุป หมายถึง ไม่รีบตัดสินใจหรือลงข้อสรุปในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยปราศจากข้อสนับสนุนเพียงพอ

5. ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง การทำงานอย่างเป็นขั้นตอน มีการ วางแผน อย่างเป็นระเบียบ ละเอียดรอบคอบ

6. ความซื่อสัตย์ หมายถึง การรายงานสิ่งที่สังเกตเห็นตามความเป็นจริง โดยไม่ยอมอยู่ภายใต้อิทธิพลของสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง

7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม

9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

จากกรอบแนวคิดดังกล่าว ได้จัดเรียงพฤติกรรมด้านจิตพิสัยออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกรู้จัก ได้แก่ พฤติกรรม 1 - 4
2. พฤติกรรมในระดับการศึกษาแสดงออก ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมย่อย 2 ส่วน คือ

2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ได้แก่ พฤติกรรม 5 – 7

2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ได้แก่ พฤติกรรม 8 – 9

สรุปได้ว่า การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ พฤติกรรมในระดับความรู้สึกรู้จัก และพฤติกรรมในระดับการศึกษาแสดงออก ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ใน 2 ลักษณะดังกล่าว

5.2 แนวทางการพัฒนาเจตคติ

การพัฒนาเจตคติให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเป็นเป้าหมายที่สำคัญเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ดังกล่าวทบวงมหาวิทยาลัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติดังนี้

8. จัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของโรงเรียนห้องเรียน ห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่น่าอยู่และน่าสนใจ

5.3 การวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 106-108) กล่าวว่าเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไป มี 3 วิธี คือ

1. วิธีของเทอร์สโตน (Thurstone)
2. วิธีของลิเคิร์ต (Likert)
3. วิธีของออสกู๊ด (Osgood)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการของลิเคิร์ต เป็นเครื่องมือวัดมีรายละเอียดดังนี้

1. ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งที่จะศึกษานั้นอย่างแจ่มชัด
 2. สร้างข้อความให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญ ๆ ให้ครบถ้วนทุกแง่มุม
- ลักษณะของข้อความเป็นทางบวกหรือนิมิต (positive) และทางลบหรือนิเสธ (negative) เท่านั้น ข้อความกลาง ๆ จะไม่นำมาใช้ในการสร้างการเขียนข้อความควรมีลักษณะดังนี้

- 2.1 เป็นข้อความสั้น ๆ มีความเป็นปรนัย (ชัดเจนมีความหมายแน่นอนไม่คลุมเครือ)
- 2.2 ควรเป็นข้อความที่เป็นปัจจุบัน
- 2.3 ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
- 2.4 ไม่ควรใช้ข้อความที่มีแนวโน้มว่าคนส่วนใหญ่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย
- 2.5 หลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นข้อเท็จจริง (fact) ของเรื่องนั้นๆ เพราะจะเป็นการถามข้อเท็จจริงไม่ใช่ความคิดเห็น

2.6 เน้นข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไป เช่น “ฉันได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์” ซึ่งต่างจากข้อความทั่วไปว่า “กิจกรรมวิทยาศาสตร์มีประโยชน์”

3. กำหนดมาตรวัดคำตอบของข้อความแต่ละข้อความ (ทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย) เป็น 5 ระดับคือ 1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly agree) 2) เห็นด้วย (agree) 3) ไม่แน่ใจ (uncertain) 4) ไม่เห็นด้วย (disagree) 5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly disagree)

4. กำหนดคะแนนเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็นซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกมากในทางปฏิบัติ ดังนี้

ข้อความเชิงนิมิต (ทางบวก) ให้ระดับคะแนนดังนี้	
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3

ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1
ข้อความเชิงนิมาน (ทางลบ) ให้ระดับคะแนนมีดังนี้	
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5

5. นำข้อความและมาตรวัดมาจัดเป็นแบบวัดเจตคติตามรูปแบบตาราง 2 มิติ

6. นำไปทดลองใช้เพื่อให้ผู้ตอบตอบความรู้สึกที่แท้จริงและตรงกับความเห็นของผู้ตอบมากที่สุด (ไม่คำนึงถึงความถูกต้องหรือข้อเท็จจริง) กลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ทดลองใช้ควรมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ใช้จริง โดยมีจำนวนผู้ตอบไม่น้อยกว่า 5 เท่าของข้อความ

7. นำคำตอบของผู้ตอบแต่ละคนมาให้คะแนน โดยพิจารณาอย่างระมัดระวังว่าทิศทางของข้อความใดเป็นนิมานหรือนิเสธ เนื่องจากคะแนนจะสวนทางหักล้างกันคะแนนเจตคติของผู้ตอบแต่ละคนได้จากการรวมคะแนนของแต่ละข้อจนครบทุกข้อ

8. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อความแต่ละข้อความที่สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีเจตคติสูงออกจากผู้ที่มีเจตคติต่ำ

9. เลือกข้อความที่มีอำนาจจำแนกมาใช้เป็นข้อความวัดเจตคติ โดยมีจำนวนข้อความเชิงนิมานและเชิงนิเสธพอๆ กัน

10. นำแบบทดสอบฉบับร่างไปหาค่าความเชื่อมั่นหรือค่าความเที่ยง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดเจตคติของผู้เรียนต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีของลิเคิร์ท ด้วยเหตุผลที่ว่าแบบของลิเคิร์ทนั้นเป็นที่นิยมทั่วไป สร้างง่าย ใช้สะดวก และในการให้น้ำหนักของคะแนน 5 ระดับช่วยให้หาระดับของเจตคติของแหล่งข้อมูลได้สะดวกกว่าวิธีอื่น ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นทั้งทางบวก (นิมาน) และทางลบ (นิเสธ) ในลักษณะที่เทียบเป็นมาตราส่วนประมาณค่าได้ ซึ่งอาศัยจากกรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

6.1.1 งานวิจัยในประเทศ

ณัฐกรณ์ คำชะอม (2553) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E และวิธีการทางประวัติศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ประภารัน สิงห์เสนา (2552) ได้ศึกษาถึงผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการประยุกต์ความรู้หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัลยา คำเงิน (2550) ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องสารรอบตัว ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) แบบ 5E ที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิด พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องสารรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) แบบ 5E ที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ (2549) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E หลังเรียนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติด้วยตนเอง มีการวางแผน นำเสนอสรุปผล โดยใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นเป็นพฤติกรรมต่อผู้เรียน เช่น ความสนใจใฝ่รู้ คือนักเรียนมีความตั้งใจที่

จะศึกษา ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ความอดทน มุ่งมั่น การมีใจกว้างยอมรับความคิดเห็น ความคิดสร้างสรรค์ ความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบสูงขึ้น นอกจากนั้น ผลจากการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E นักเรียนยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามลำดับ

ธนพล กลิ่นเมือง (2550) ได้วิจัย เรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการทำโครงงานและเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการทำโครงงานสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ในหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นได้คะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นอยู่ในระดับดี

6.1.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

วูล์ฟ และเฟรเซอร์ (Wolf and Fraser, 2007: 321-341) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนั้นเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษา และนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จากการศึกษาวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ดี นอกจากนั้นการเรียนโดยการสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นตัวกระตุ้น และส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการอ่านและการเขียนได้อีกด้วย การสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นการผสมผสานกันของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาอื่นๆ และถ้าใช้การสืบเสาะหาความรู้ที่ประกอบด้วยยุทธศาสตร์และพฤติกรรมในทางที่เหมาะสมแล้วจะก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี เช่น การตั้งปัญหาที่ดีของครูและนักเรียน การตีความ และการอธิบาย การผสมผสานของเนื้อหาวิชา นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถกระตุ้นให้นักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ซิมเสก และ คาบาปินาร์ (Simsek and Kabapinar, 2010: 1190 – 1194)

ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับวิธีแบบอื่น หรือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละรูปแบบนั้น พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โรวเลย์ (Rowley, 2007: unpagged) ได้ศึกษาการสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องการเคลื่อนที่ และกฎของนิวตันมีเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถพัฒนาความเข้าใจแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

บิลลิง (Billings, 2002: 840) ได้ประเมินผลการเรียนด้วยแบบสืบเสาะหาความรู้กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ในสาขาวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษาผลเป็นเวลา 5 ปี กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 28 คน การเก็บข้อมูลใช้การสังเกต แบบทดสอบ และแบบสอบถาม ผลการศึกษา พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้มีระดับความสนใจในเนื้อหาวิชาเพิ่มร้อยละ 56 ขึ้นไป นักเรียนร้อยละ 75 มีความสนุกสนานกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ร้อยละ 66 ชอบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้และนักเรียนมีคะแนนระดับความสามารถเท่ากับร้อยละ 85 สรุปว่าการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ และทำให้นักเรียนมีความพอใจในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์

6.2.1 งานวิจัยในประเทศ

พรชัย คำสิงห์นอก (2550) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้เทคนิคการแข่งขันเป็นทีม (TGT) และเทคนิคการประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD) เป็นเทคนิคที่ทำให้ผู้เรียนมีความเอาใจใส่รับผิดชอบตัวเองและกลุ่มร่วมกับสมาชิก การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพและค่าดัชนี ประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ ด้วยเทคนิค TGT และ STAD ศึกษาผลการเรียนรู้ และ เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการเรียนด้วยเทคนิค TGT และ STAD และศึกษาความพึงพอใจในการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค TGT และ เทคนิค STAD ได้ผลการวิจัยว่า การเรียนด้วยเทคนิค TGT และ STAD มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนได้ไม่แตกต่างกัน จึงควรสนับสนุนให้ครูวิทยาศาสตร์นำเทคนิคทั้ง 2 ไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

เกศดา ปงลังกา (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารโดยใช้กิจกรรมบทบาทสมมติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารโดยใช้กิจกรรมบทบาทสมมติของผู้เรียน สูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียนมีการพัฒนาด้านการพูดภาษาอังกฤษอย่างต่อเนื่อง และมีความมั่นใจในการพูดภาษาอังกฤษมากขึ้น

ดำรงศักดิ์ มีวรรณ (2552) ได้ศึกษาศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการ

จัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณภา โคตรพันธ์ (2552) ได้ศึกษาศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนผังมโนมิติ โดยผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเขียนผังมโนมิติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเขียนผังมโนมิติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกศสุดา แพรวกลาง (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT โดยผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT ต่างก็มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.2.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

ฮอร์ตตัน (Horton, 2002) ได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในหลักสูตร นักเรียนพยาบาล เป็นการนำทักษะการคิดวิเคราะห์มาปรับใช้กับหลักสูตรของพยาบาล โดยนำไปทดสอบกับโรงเรียน 3 แห่ง ผลคือมีความสัมพันธ์กันในหลักสูตรดังกล่าว โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บิลลิง (Billings, 2002: 840) ได้ทำการประเมินผลการเรียนด้วยแบบสืบเสาะ กันแบบวัฏจักรการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา โดยศึกษาผลเป็นเวลา 5 ปี กับนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้น 28 คน การเก็บข้อมูลใช้การสังเกตและแบบทดสอบและแบบสอบถาม ผล การศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้มีระดับความสนใจในเนื้อหาวิชาเพิ่มร้อยละ 56 ขึ้นไป นักเรียนร้อยละ 75 มีความสนุกกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ร้อยละ 66 ชอบการ เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพที่ส่งเสริมการเรียนรู้และทำให้นักเรียนมีความพอใจในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กริฟฟิท และเพรสตัน (Griffiths และ Preston, 1992: 611) ได้ศึกษาแนวความคิดที่ผิดพลาดของนักเรียนเกรด 12 เกี่ยวกับมโนคติเคมี อะตอม และ โมเลกุล โดยใช้การสัมภาษณ์ พบว่า นักเรียนมีแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติเคมีอะตอม และ โมเลกุล

เคลเมนต์ (Clement, 1993: 1241) ได้ศึกษาแนวความคิดเลือกของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับมโนคติ : แรงเคลื่อนไฟฟ้าสถิต แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ใช้เทคนิคให้นักเรียนอภิปราย พบว่า นักเรียนมีการใช้ความรู้ที่มีมาก่อน และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดทั้ง 3 เรื่อง

6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.3.1 งานวิจัยในประเทศ

คารุณี เชื้อเจ็ดตน (2540) ได้ศึกษาความสามารถในสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ โดยศึกษา 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติและการสอนตามแนวยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ ผลปรากฏว่ากลุ่มที่สอนตามแนวยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ มีทักษะในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

มนัส สุดสั้น (2543) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนคติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

หทัยรัตน์ เจียวเอี่ยม (2543) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสรรค์สร้างความรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจ็ดข้อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และพฤติกรรม การปฏิบัติงานกลุ่มหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

มนมนัส สุดสั้น (2543: 87) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนคติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนผังมโนคติแตกต่างกัน

สจี้ อนันตโสภานิจ (2540: 112 – 113) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ กับการสอนที่ไม่ได้จัดด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยไม่จัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

6.3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

นอร์แมน (Norman, 1992: 715 – 727) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างแบบจำลองที่เป็นระบบ (Systematic modeling) กับวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) ผลปรากฏว่า ผู้เรียนที่เรียนโดยผู้สอนเป็นผู้สอนแบบจำลองที่เป็นระบบมีผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยผู้สอนเป็นผู้สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

สมีท (Smit, 1994: 2528-A) ได้ศึกษาผลจากการวิธีสอนที่มีเจตคติต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย แบบลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และทั้งแบบบรรยายและแบบลงมือปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าทั้งสองแบบ

วานอสดอล (Vanossdall, et al. 2007) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 5 ระหว่างกลุ่มทดลอง (การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้) กับกลุ่มควบคุม (การจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสือเรียน) พบว่า เมื่อประเมินด้วยแบบทดสอบ 2 ชุด คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้ง 2 ชุดของนักเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

6.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

6.4.1 งานวิจัยในประเทศ

กรรณิการ์ ไพทจันทร์ (2541: 103) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกัน

ปาริชาติ แก่นสำโรง (2541) ได้ศึกษาผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง “หญิงและชาย” โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนการสอนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าในส่วนเจตคติต่อการเรียน

การสอนของผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

จินตนา รุกขชาติ (2546: 72) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ดินและธาตุอาหาร หลักของพืช เพื่อศึกษาเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับสูง

พุลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืชและสัตว์ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับผู้เรียนช่วงชั้นที่ 2 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติของผู้เรียนต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ผลการศึกษาปรากฏว่าผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องพืชและสัตว์ในสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับผู้เรียนช่วงชั้นที่ 2 มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้และเจตคติของผู้เรียนต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สกว. แสงอ่อน (2546: 73) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง สืบประวัติท้องถิ่นในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์เพื่อศึกษา ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติของผู้เรียนต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ในส่วนของเจตคติของผู้เรียน ผลการศึกษา พบว่าผู้เรียนมีเจตคติต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับดี

อรุณรัตน์ มูลโพธิ์ (2548: 110-113) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา กับวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดวิพากษ์วิจารณ์ และการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์ และการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

เวด (Wade, 1995: 816) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของผู้เรียนระดับเกรด 9 โดยใช้วิธีการสอน 3 วิธี ได้แก่การสอนแบบปกติ การสอนโดยใช้การทดลองและการสอนโดยใช้การทดลองกับเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 116 คนทดลองสอนเป็นเวลา 9 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าในส่วนของเจตคติต่อวิชาชีววิทยา สำหรับกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้การทดลอง

กับเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้การทดลอง

เฮอร์รอน (Heron, 1997: 1602-At) ได้ศึกษาการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับการสร้างเจตคติทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การเก็บข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้วิธีการตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับการเปลี่ยนแปลงเจตคติรูปแบบการทดลองครั้งนี้มีการสอบก่อนและหลังการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาชีววิทยา เคมี หรือวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 2 โรงเรียน ผู้เรียนจำนวน 28 ห้อง รวม 249 คน ครู 10 คน ซึ่งแบ่งเป็นครูกลุ่มทดลองจำนวน 6 คน ครูกลุ่มควบคุม 4 คน ซึ่งแต่ละคนถูกสังเกตด้วยแบบสำรวจเพื่อวัดความถี่ของพฤติกรรมการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ค่าเฉลี่ยที่แสดงได้จากกลุ่มควบคุมเท่ากับ 12.89 ส่วนกลุ่มทดลองเท่ากับ 20.67 ซึ่งแสดงว่าพฤติกรรมการสอนของครูที่แตกต่างกันและจากสมมติฐานที่ว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เสนอตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามปกติไม่เปลี่ยนแปลงจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก กลุ่มควบคุมโดยส่วนใหญ่ได้เกรดวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ผ่านมาสูงกว่ากลุ่มทดลองแต่หลังจากที่ผ่านไป 4 เดือนกลุ่มควบคุมมีเจตคติทางลบต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (-1.18) ในกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในทางบวก (+1.34) เมื่อวิเคราะห์เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์แยกตามเพศนั้น ตอนแรกพบว่าเพศชายและเพศหญิงในกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังจากการทดลองแล้วเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเฉพาะเพศหญิงในกลุ่มควบคุมจะมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในทางบวก (ค่าเฉลี่ย 43.40) สูงกว่าเพศหญิงในกลุ่มทดลอง (ค่าเฉลี่ย 39.26) อย่างมีนัยสำคัญ ถึงแม้ว่าภายหลังการทดลองพบว่าเพศหญิงในทั้ง 2 กลุ่มจะมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยเจตคติของเพศหญิงในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น 2.04 แต่คะแนนเจตคติของเพศหญิงในกลุ่มควบคุมลดลง 1.75

แซงสเตอร์ และชูว์แมน (Sangster & Shulman, 1998: 71) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้แผนการสอน 4MAT กับแผนการสอนตามแนวการสอนของกรมวิชาการ ผลการวิจัยซึ่งได้จากการตอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ พบว่าระบบ 4MAT ได้รับการยอมรับอย่างดีจากผู้เรียนด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนแบบ 4MAT มีคะแนนเจตคติต่อการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนตามแนวการสอนของกรมวิชาการ

สมิธ (Smith, 1997: Abstract) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนที่มีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนของผู้เรียนในระดับเขต 7 ผลการศึกษาพบว่า

ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายและลงมือปฏิบัติ มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบบรรยายหรือให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพียงแบบใดแบบหนึ่ง

แชรูล (Chaerul, 2003: 2496-A) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาเจตคติของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ และ บรรยายภาสในห้องเรียนโดยใช้เพศและระดับชั้นเรียน ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศอินโดนีเซีย วัดอุปประสงค์ เพื่อศึกษาความแตกต่างด้านเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ และ ความสามารถในการรับรู้ในห้องเรียน แยกเป็นตามเพศและระดับชั้นเรียน นอกจากนี้ยังศึกษาแนวความคิดของนักเรียนหญิงต่อวิชาฟิสิกส์ และประเมินว่าปัจจัยใดบ้างที่อาจมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการเลือกหรือไม่เลือก เรียนวิชาหรือสาขาอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ ในอนาคตนักเรียนเหล่านั้น กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ นักเรียนชาย และนักเรียนหญิงรวมจำนวน 864 คนที่มีสัดส่วนเท่า ๆ กัน มีการวัดโดยใช้เครื่องมือ 2 ชนิดคือ Individualized Classroom Environment Questionnaire (ICEQ) และ Test of Science Related Attitude (TOSTA) แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ จากการศึกษพบว่าถ้าไม่แยกเพศและระดับชั้นเรียนพบว่า นักเรียน ต้องการห้องเรียนที่มีบรรยากาศการเรียนที่ดี (เชิงบวก Positive) ในการเรียนวิชาฟิสิกส์

คอนนอร์ (Q'Connor, 2006 : unpagd) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของหลักสูตรต่อเนื่องจัดลำดับวิชาเรียนใหม่เจตคติของนักเรียนหญิงในการเรียนวิทยาศาสตร์ วัดอุปประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อศึกษาตามสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตร ต่อเนื่องทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาต่อเจตคติของนักเรียนหญิง ซึ่งโปรแกรม Physics First นี้จะสนับสนุนการเรียนวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆตามลำดับคือ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา แทนที่หลักสูตรเดิมที่เรียน ชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ โดยจะให้เรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนวิชาอื่น จากรายงานวิจัยพบว่านักเรียนหญิงส่วนใหญ่มีเจตคติบวกกับวิชาฟิสิกส์ แต่พบว่านักเรียนหญิงที่เรียนแบบดั้งเดิมมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า นักเรียนหญิงที่เรียน หลักสูตร Physics First (เรียนฟิสิกส์ก่อน) และมีแนวโน้มที่จะเลือกสายวิทยาศาสตร์ไป (สูงขึ้น) มากกว่า นักเรียนจาก Physics First อย่างไรก็ตามนักเรียนจากทั้งสองหลักสูตร ไม่มีความตั้งใจที่จะเลือกเรียนสาขาวิชาอาชีพที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ทั้งหมด 4 ห้องเรียน จำนวน 180 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.2.1 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน 45 คน

1.2.2 กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีปกติ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน 45 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล และ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง คลื่นกล

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล

2.3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ สารการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับกลุ่มทดลอง จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดของการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542
2. ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ SE ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์
3. ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 คู่มือการใช้หลักสูตร คู่มือครู และหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ของกระทรวงศึกษาธิการชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
4. ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้
5. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล ประกอบด้วย 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คลื่นผิวหน้า	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การซ้อนทับของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การสะท้อนของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การหักเหของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การเลี้ยวเบนของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
รวม	เวลา	16	ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์

แผนที่	เรื่อง	กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้	ขั้นตอนที่ใช้
1	การถ่ายโอนพลังงาน ของคลื่นกล	Knowledge Want to know learning	E1
		Predict Observe Explain	E2
		Cooperative Learning	E3
2	คลื่นผิวน้ำ	Think Pair Share	E2 , E3
		Gallery Walk	E4
3	การซ้อนทับของคลื่น	Brain Storming	E2
		Game	E3
		Exit Ticket	E5
4	การสะท้อนของคลื่น	Role play	E1
		Active reading & Writing	E3
5	การหักเหของคลื่น	Simulation	E4
		Graphic Organizer	E5
6	การแทรกสอดของคลื่น	Knowledge Want to know learning	E1
		Brain Storming	E2
		Exit Ticket	E5
7	คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง	Jigsaw	E2
		STAD	E3
8	การเลี้ยวเบนของคลื่น	Think Pair Share	E2
		Active reading & Writing	E3

6. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบดังกล่าวจำนวน 8 แผน ส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง มาตรฐาน และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ/แหล่ง การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ใช้เวลาจัดการเรียนรู้สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

วิธีหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านพิจารณาความถูกต้อง และลักษณะรูปแบบการสอนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการดำเนินการจัดการเรียนรู้

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับกลุ่มทดลอง จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดของการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

2. ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปกติ คู่มือครู

3. ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 คู่มือการใช้หลักสูตร คู่มือครู และหนังสือแบบเรียน วิทยาศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4. ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

5. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คลื่นผิวน้ำ	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การซ้อนทับของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การสะท้อนของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การหักเหของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การแทรกสอดของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง	เวลา	2	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การเลี้ยวเบนของคลื่น	เวลา	2	ชั่วโมง
รวม	เวลา	16	ชั่วโมง

6. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบปกติ จำนวน 8 แผน ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความ ถูกต้องและลักษณะรูปแบบการสอนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการดำเนินการ จัดการเรียนรู้

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล มี ขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาหนังสือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การเรียน

2. ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สารการ เรียนรู้ วิทยาศาสตร์ และหนังสือแบบเรียน วิทยาศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการ ชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 เรื่องคลื่นกล

3. สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด โดยยึดตาม หลักสูตร และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็น 6 ด้าน คือ

- 1) ด้านความรู้ - ความจำ
- 2) ด้านความเข้าใจ
- 3) ด้านการนำไปใช้
- 4) ด้านการวิเคราะห์
- 5) ด้านการสังเคราะห์
- 6) ด้านการประเมินค่า

5. นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดความถูกต้องด้านภาษา เพื่อปรับปรุง แก้ไข โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง 0.50 – 1.00

6. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงข้อบกพร่องแล้วทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับผู้เรียนชั้น มัธยมศึกษา ปีที่ 5 โรงเรียนปากเกร็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 50 คน

วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. หาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นรายข้อและคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกข้อถูกตั้งแต่ .20 - 1.00 และค่าความยากข้อถูกอยู่ระหว่าง .20 - .80 ค่าอำนาจจำแนกข้อผิดตั้งแต่ .01 - .09 ค่าความยากข้อผิดอยู่ระหว่าง .01-.09 จำนวน 30 ข้อและดำเนินการหาค่าอำนาจจำแนกและความยากของแบบทดสอบดังนี้

1.1 นำแบบทดสอบมาตรวจและให้คะแนนโดยตอบถูกได้ 1 คะแนนตอบผิดได้ 0 คะแนน

1.2 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาเรียงจากน้อยไปมากแล้วตัดเอา 27% ของผู้เรียนที่ได้คะแนนสูงเป็นกลุ่มสูงและ 27 % ของผู้เรียนที่ได้คะแนนต่ำเป็นกลุ่มต่ำ

1.3 นำข้อสอบแต่ละข้อมาแจกแจงว่ามีผู้เรียนกลุ่มสูงทำถูกกี่คนผู้เรียนกลุ่มต่ำทำถูกกี่คน

1.4 เขียนสัดส่วนของผู้เรียนกลุ่มสูง (PH) และสัดส่วนของผู้เรียนกลุ่มต่ำ (PL)

1.5 นำค่า PH และ PL ไปเทียบกับตารางเกณฑ์การพิจารณา ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2. หาความเที่ยงของแบบทดสอบโดยสูตร KR-20

2.1 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ได้ค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.93

2.2 หาค่าความยากได้ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกได้ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ถึง 1.0

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปากเกร็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จังหวัดนนทบุรี เป็นกลุ่มตัวอย่างจริง

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

การวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบวัดที่ประกอบด้วยประโยคบอกเล่าเกี่ยวกับความคิด ความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์ หลังจากได้รับการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ และได้รับการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของ ลิเกิร์ต และการวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

2. ศึกษาและวิเคราะห์หาพฤติกรรมแสดงออกถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการกำหนดแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

3. สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณ 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2, และ 1 ซึ่งหมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ตามลำดับ จำนวน 20 ข้อ ที่ได้รับการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ และได้รับการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปจำนวน 30 ข้อ

วิธีการหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

1. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบาค (Cronbach) ได้ความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ เท่ากับ 0.92

2. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ มีขั้นตอนดังนี้

2.1 หาผลรวมของทุกข้อคำถามของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดโดย ให้คะแนนตามเกณฑ์ข้อความเชิงนิมิต (ทางบวก) ให้ระดับคะแนนดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน	5
เห็นด้วย	ระดับคะแนน	4
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน	3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน	2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน	1
ข้อความเชิงนิเสธ (ทางลบ) ให้ระดับคะแนนดังนี้		
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน	1
เห็นด้วย	ระดับคะแนน	2
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน	3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน	5

2.2 เรียงลำดับคะแนนจากคนที่ตอบได้คะแนนสูงหาคนที่ตอบได้คะแนนต่ำสุด

2.3 นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ มาเรียงจากน้อยไปมากแล้วตัดเอา 27 % ของผู้เรียนที่ได้คะแนนสูงเป็นกลุ่มสูงและ 27 % ของผู้เรียนที่ได้คะแนนต่ำเป็นกลุ่มต่ำ

2.4 นำข้อคำถามแต่ละข้อมาเพื่อหาความถี่ของผู้เลือกในแต่ละตัวเลือก

2.5 หาความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำในแต่ละข้อโดยใช้สถิติ (t-test independent)

2.6 แปลผลที่ได้ ถ้าข้อคำถามใดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีค่าอำนาจจำแนกได้ดี ($t > 1.75$ ขึ้นไป)

3. นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ที่มีคุณภาพปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	วิชาฟิสิกส์เรียนแล้วเข้าใจยาก			✓		

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองสอนวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ไปเสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนปากเกร็ด

3.2 ระหว่างการทดลอง

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอน เรื่อง คลื่นกล ด้วยตนเอง ซึ่งดำเนินการสอนกลุ่มทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์และ กลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอน แบบปกติ เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง

3.3 หลังการทดลอง

3.3.1 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ไปทดสอบผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

3.3.2 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยใช้ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score

4.2 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์แตกต่างกันโดยใช้ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538: 73)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

1.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538: 79)

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

เมื่อ S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนกำลังสองของผู้เรียนแต่ละคน

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538: 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็น
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 การหาค่าความยากง่าย (p) จากการทดลองกับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายได้ปฏิบัติ โดยการนำคะแนนมาเรียงลำดับจากสูงไปหาต่ำให้จำนวนคะแนนคำตอบทั้งหมดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 100 นำมาวิเคราะห์เฉพาะกลุ่มคะแนนสูงคือ ร้อยละ 27 จากคะแนนสูงสุดลงมากลุ่มคะแนนต่ำ คือ ร้อยละ 27 จากคะแนนต่ำสุดขึ้นไปใช้แทนค่าดังนี้ (ล้วน สายยศ. 2538: 209-210)

$$P = \frac{R_h + R_y}{T}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย
 R_h คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 R_y คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 T คือ จำนวนผู้เรียนที่นำมาวิเคราะห์

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้การแทนค่าดังนี้ (ล้วน สายยศ 2538: 211)

$$r = \frac{R_h - R_y}{\frac{T}{2}}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ
 R_h คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
 R_y คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
 T คือ จำนวนผู้เรียนที่นำมาวิเคราะห์

2.4 การหาค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิค 27% ของกลุ่มสูงต่ำแล้วใช้วิธีการหาค่า สถิติ t - test for Independent ในรูป Difference Score (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2536: 185-186)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที

$\bar{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนผู้เรียนกลุ่มสูง (เท่ากับกลุ่มต่ำ)

n_L แทน จำนวนผู้เรียนกลุ่มต่ำ (เท่ากับกลุ่มสูง)

2.5 การหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนวณจาก สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538: 123)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ

P แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ $\left(\frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}} \right)$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1 - p)

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.6 การหาค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ คำนวณจากสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบัค (Cronach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538: 125-126)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อคำถามทั้งหมด
 s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ กับวิธีสอนแบบปกติ โดยมีสมมติฐานว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for independent sample ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ กับวิธีสอนแบบปกติ

กลุ่ม	N	Mean	Std. Deviation	t
กลุ่มทดลอง	45	20.00	3.74	6.266**
กลุ่มควบคุม	45	15.18	3.56	

** $p < .01$

จากตารางที่ 4.1 แสดง ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า กลุ่มทดลอง คือ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 20.00 และ 3.74 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุม คือ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 15.18 และ 3.56 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลอง คือ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์

มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่า กลุ่มควบคุม คือ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ กับวิธีสอนแบบปกติ โดยมีสมมติฐานว่า เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติแบบ t-test for independent sample ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ระหว่างผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ กับวิธีสอนแบบปกติ

กลุ่ม	N	Mean	Std. Deviation	t
กลุ่มทดลอง	45	78.16	9.27	2.744**
กลุ่มควบคุม	45	74.02	3.73	

** $p < .01$

จากตารางที่ 4.2 แสดง ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ พบว่า กลุ่มทดลอง คือ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 78.16 และ 9.27 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มควบคุม คือ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 74.02 และ 3.73 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลอง คือ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม คือ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1. สรุปการวิจัย

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการ สอนทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สรุปผลได้ ดังนี้

1.1 ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงกว่า การจัดการ เรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01

1.2 ผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงกว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

2. อภิปรายผล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปากเกร็ด ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ และ การจัดการเรียนรู้แบบปกติ จากการศึกษาค้นคว้าทดลอง ผู้วิจัยอภิปรายผล ตามลำดับดังต่อไปนี้

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงกว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ใช้หลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง มีการใช้กระบวนการทางสติปัญญา และมีส่วนร่วมในการเรียนทั้งร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคม และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยมีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการสำรวจความรู้เดิมหรือเสริมในสิ่งที่ผู้เรียนยังไม่มีหรือตรวจสอบทักษะทางวิทยาศาสตร์และเป็นการกระตุ้นความตื่นตัวทางสติปัญญาให้ผู้เรียนดึงความรู้เดิมที่มีอยู่ และเชื่อมโยงไปยังที่เรียนต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างแสวงหาความรู้ใหม่เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและอยากรู้ อยากเห็น พยายามแสวงหาคำตอบของข้อสงสัยเหล่านั้น จนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูลหรือทดลอง และสรุปผลและอภิปรายผล

ขั้นที่ 3 ขั้นศึกษา ทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เป็นการนำความรู้ที่รวบรวมไว้มาแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจ เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองรวมทั้งระดมความคิด ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มมุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ ทั้งจากการอ่าน การวิเคราะห์ ตีความหมายข้อมูล การทำความเข้าใจและศึกษาจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อค้นคว้าและได้มาซึ่งคำตอบ โดยครูผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการสอนหลายวิธี เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย เช่น การทดลอง การเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ อันจะนำไปสู่การขยายความรู้ความเข้าใจของตนให้กว้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยน ความรู้กันทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและพบข้อมูลใหม่จากกิจกรรมขั้นที่ผ่านมาเป็นการฝึกและส่งเสริมให้ ผู้เรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก รู้จักตั้งคำถาม เตรียมคำตอบ โดยมีครูเป็นผู้ดูแลและให้คำชี้แนะเพิ่มเติม และเป็นการเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์ทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ตลอดจนมีความรู้สึกกับผู้อื่นอีกด้วย อีกทั้งยังมีผลต่อการเรียนการสอนต่อไป

ขั้นที่ 5 ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นการเน้นให้ผู้เรียน รู้จักฝึกและส่งเสริมการนำความรู้ ความเข้าใจของตนเองที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อเป็นการแก้ปัญหา ตลอดจนนำ ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การขับจักรยานที่ถนน เป็นคัน และเป็นการส่งเสริมให้ ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนเพราะเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวผู้เรียน ทำให้มี

ความอยากรู้อยากเห็นและอยากเรียนในครั้งต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ บุญฤดี แซ่ลือ (2545) ที่ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอน 5E ร่วมกับกลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมประสบการณ์ตรงและเรียนรู้เนื้อหาควบคู่ไปกับกระบวนการจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ และส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้นกว่า การที่ผู้เรียนได้รับการเรียนการสอนตามปกติ

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยจะมีสถานการณ์ให้มีให้ผู้เรียนได้ฝึกเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ เราให้เกิดความสนใจในการตอบปัญหา และได้คิดอย่างมีเหตุผล ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ สนับสนุนทางการเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น เรียงลำดับความคิดอย่างถูกต้องเหมาะสม ก่อนการนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องที่สุด และสามารถนำประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้เป็นอย่างดี ด้วยการขยายความรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพและมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการฝึกการคิดในแต่ละขั้นของการสอน ตั้งแต่ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรม ผู้เรียนจะถูกฝึกโดยการใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดเชื่อมโยง และหาความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องที่เรียนกับสิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัว แล้วนำความรู้ดังกล่าวไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม ของผู้เรียนในขั้นสรุปและอภิปรายผล โดยผู้สอนจะกระตุ้นโดยการใช้คำถาม แล้วให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า คิดหาคำตอบจากเอกสารประกอบการเรียน ใบความรู้ อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด ระหว่างที่เรียนมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการสนทนา ซักถามอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้คิดพิจารณา และแสวงหาคำตอบ เพื่ออธิบาย ความสำคัญ ความสัมพันธ์และหลักการได้ และเมื่อผู้เรียนออกมานำเสนอรายงาน พบว่า ผู้เรียนพยายามถ่ายทอดความคิด ที่ได้จากการจัดระบบสาระสนเทศที่

ผู้เรียนปรับ เข้าโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ภพ เลาหไพบูลย์ (2537: 113) ได้กล่าวไว้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มิใช่สิ่งจำเป็นสำหรับนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น แม้บุคคลทั่วไป หากเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นประโยชน์แก่การทำงานและดำรงชีวิตอย่างยิ่ง

จากผลคะแนนของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยพบว่าคะแนนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง มีค่าสูงกว่า ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่เด่นชัด เพราะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น หรือพฤติกรรมที่ความเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานจึงจะเห็นผลได้ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ ประจิตร ชูศิลป์ (2542: 57) ที่กล่าวว่า “เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมทางด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรม การสอนให้ผู้เรียนสะสมคุณลักษณะของความเป็นนักวิทยาศาสตร์ไว้ทีละน้อย ๆ ก็จะเป็นการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในตัวผู้เรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำการทดลองด้วยตนเอง

จากเหตุผลดังกล่าว สนับสนุนได้ว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของผู้เรียน กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ สูงกว่า กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ทั้งนี้ เพราะการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลัก 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการแสวงหาและความรู้ด้วยตนเอง เกิดความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ฝึกการใช้ทักษะกระบวนการทางสติปัญญาและกระบวนการทางสังคม จากการทำงานกลุ่มและการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ถือเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลัก 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ จึงน่าเป็นการสอนรูปแบบหนึ่งที่ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ทิศนา ขัมมณี (2542: 97) ได้กล่าวถึงข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักชิปปาที่มีกระบวนการ หรือขั้นตอนในการสอนที่ชัดเจน แต่ก็ไม่สามารถใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลัก 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ในการสอนได้ ทุกเรื่องตลอดเวลานี้เนื่องจากข้อจำกัดต่าง ๆ ในการสอนเช่น เวลาที่ใช้ แหล่งข้อมูลที่ค้นคว้า และอาจจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้หากใช้ดำเนินการสอนทุกครั้ง ดังนั้นผู้สอนจึงควร

ปรับปรุงวิธีการ หรือ เทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในเรื่องที่จะเรียนเพิ่มยิ่งขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และการศึกษาวิจัย ดังนี้

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

3.1.1 ควรมีการนำเอารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามหลัก 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ไปใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ อีก เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างคงทน และสามารถนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

3.1.2 ครูผู้สอนควรแน่ใจว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในกระบวนการทำงานกลุ่มมากน้อยเพียงใด

3.1.3 ถ้าหากพบว่าผู้เรียนยังขาดทักษะในด้านการทำงานกลุ่ม ครูผู้สอนควรมีการฝึกการทำงานกลุ่มก่อน เนื่องจากกระบวนการกลุ่มมีบทบาทและมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนตามหลัก 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์

3.1.4 ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในขณะร่วมทำกิจกรรมหรือตอบคำถามโดยเฉพาะในขั้นตอนการแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ โดยครูควรมีการชี้แนะแนวทางในการหาคำตอบมากกว่าการบอกคำตอบนั้นแทน

3.1.5 ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุดและทั่วถึงทุกคน โดยให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ในการศึกษา ค้นคว้า หาความรู้ เพื่อให้สามารถค้นคว้าหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อันจะทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ได้ดีขึ้นอีกด้วย

3.1.6 ครูควรสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้มีความเป็นกันเองกับผู้เรียน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกขั้นตอน

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลัก 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในบทเรียนอื่น ๆ และระดับชั้นอื่น ๆ

3.2.2 ในการศึกษาประสิทธิผลการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ตามคู่มือครู ควบคู่ไปกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ควรเป็นการศึกษาในระยะยาวตลอดปีการศึกษา เพื่อให้ทราบพัฒนาการเรียนของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง และนำไปตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เชื่อถือได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ กับทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้และทำการประเมินกับผู้เรียนทุกคน

3.2.3 ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลัก 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา ความคงทนของการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เชิงวิทยาศาสตร์ การสื่อความหมาย การสื่อสาร ฯลฯ



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรรณิกา ไพทั้นท์ (2541) “ผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- เกศสุดา ปงลังกา (2550) “การศึกษาการใช้กิจกรรมบทบาทสมมติในการพัฒนาความสามารถด้านการพูดภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” สารนิพนธ์ปริญญาบัณฑิต (การสอนภาษาอังกฤษในฐานะภาษาต่างประเทศ) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- เกศสุดา แพร่วกลาง (2554) “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนแบบเทคนิค 4 MAT” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ชาติรี เกิดธรรม (2545) *เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช
- ณัฐกรณ์ คำชะอม (2553) “ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E และวิธีการทางประวัติศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประวัติศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- คารุณี เชื้อเจ็ดตน (2540) “ความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- เดิมศักดิ์ เศรษฐวัชรานิช (2539) *วิทยาศาสตร์พัฒนาชีวิต* กรุงเทพมหานคร สถาบันราชภัฏสวนดุสิต
- ทัศนีย์ ประสงค์สุข (2546) “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- ทิสนา แยมมณี (2542) “การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางซิปปาโมเดล (Cippa Model)” *เอกสารประกอบการอบรม* คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ทิสนา แยมมณี (2543) *วิทยาการด้านการคิด* กรุงเทพมหานคร พัฒนาคุณภาพวิชาการ

ทศนา แวมมณี (2545) ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี

ประสิทธิภาพ กรุงเทพมหานคร ด้านสุชา

ชนพล กลิ่นเมือง (2550) “ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน SE ในหน่วยการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการทำ

โครงการและเจตคติต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น”

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ (2540) แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ใน

ปัจจุบัน กรุงเทพมหานคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นาริรัตน์ พักสมบุรณ์ (2541) “การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนา

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของ

ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการ

มัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(ถ่ายเอกสาร)

นิพา สารพันธ์ (2549) “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความรับผิดชอบของ

ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้

แหล่งเรียนรู้ชุมชน” สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะ

ศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นุศรา เอี่ยมวรรัตน์ (2542) “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของ

ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนกับการสอนโดย

ครูเป็นผู้สอน” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะ

ศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บุญนำ อินทนนท์ (2551) “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่

ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ความรู้” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะ

ศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บุญชม ศรีสะอาด (2541) การพัฒนาการสอน กรุงเทพมหานคร ชมรมเด็ก

บุญชม ศรีสะอาด (2545) การวิจัยเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพมหานคร สุวีริยาสาสน์

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2540) ทฤษฎีและแนวคิดเรื่องการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

กรุงเทพมหานคร โครงการพัฒนาการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ

บุญฤดี แซ่ลือ (2545) “ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบชิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” วิทยานิพนธ์ปริญญา
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวิทย์ ชูศิลป์ (2542) “เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับจุดมุ่งหมายของการสอนทางวิทยาศาสตร์”

วารสาร สสวท. 27 (ตุลาคม-ธันวาคม 2542) หน้า 27-28

พรชัย คำสิงห์นอก (2550) “การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับปริมาตรใน
ปฏิกิริยาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิค
TGT และเทคนิค STAD” วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหามบัณฑิต (มัธยมศึกษา)

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พวงทอง มีมั่งคั่ง (2537) การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร พัฒนาศึกษา

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2538) การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545) การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กรุงเทพมหานคร

เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป

พูลทรัพย์ โพธิ์สุ (2546) “การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องพืชและสัตว์ ในสาระที่ 1

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2” วิทยานิพนธ์

การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) แนวการสอนวิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ไทยวัฒนาพานิช

มนมนัส สุดสิ้น (2543) “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด

วิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหา

ความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติ” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ

- มณวิภา อ่อนศรี (2541) “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3”
 ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ยุพา วีระไวทยะ (2544) *เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนต้น คู่มือสำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2540* มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์
- เขาวดี วิบูลย์ศรี (2540) *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* กรุงเทพมหานคร
 สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เขวลักษณ์ ชื่นอารมณ์ (2549) “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E”
 สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ
- รัตนะ บัวรา (2540) “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
 สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538) *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* กรุงเทพมหานคร
 สุวีริยาสาส์น
- วรรณจริย์ มั่งสิงห์ (2541) เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ เรื่อง "Constructivism and Application to Teaching" ระหว่างวันที่ 6 - 8 กรกฎาคม 2541 ณ คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- วรรณทิพา รอดแรงคำ (2542) *การเรียนรู้แบบร่วมมือ* (เอกสารประกอบการสอน)
 กรุงเทพมหานคร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศจี อนันต์โสภากิจตร์ (2540) “ผลของการสอนด้วยการจัดกิจกรรมมุมวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการจัดระบบสารสนเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548) “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ศูนย์ประสานงานการจัดการมัธยมศึกษา ศูนย์ที่ 37 จังหวัดสุโขทัย และจังหวัดตาก (2552) รายงานผลการดำเนินงานการพัฒนาคุณภาพการศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษา จังหวัดสุโขทัย และจังหวัดตาก ประจำปีงบประมาณ 2552 สุโขทัย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) คู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สมจิต สวชนไพบูลย์ (2546) การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สมเดช บุญประจักษ์ (2540) “การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ” วิทยานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สมนึก ภัททิยชนี (2546) การวัดผลการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 4 กาฬสินธุ์ ประสานการพิมพ์
- สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และคณะ (2540) เอกสารประกอบการอบรม เรื่องการวัดผลสัมฤทธิ์ กรุงเทพมหานคร สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2540) รวบรวมบทความทางการประเมินโครงการ กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุกัญญา กตัญญู (2542) “ผลของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2542) สารานุกรมศึกษาศาสตร์ฉบับเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ กรุงเทพมหานคร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ กรุงเทพมหานคร เจเนอรัลบุคเซนเตอร์

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545) 21 *วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*

กรุงเทพมหานคร ภาพพิมพ์

หทัยรัตน์ เจียวเอี่ยม (2543) “การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรณนิยมเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนช่อนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร” ปรินญาพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อารี พันธุ์ณี (2540) *จิตวิทยาการเรียนการสอน* กรุงเทพมหานคร เลิฟแลนด์ ลิฟเพลส

อรอุมา กาญจน (2549) “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้” ปรินญาพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ถ่ายเอกสาร)

อุดมลักษณ์ นกพิงพุ่ม (2545) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ” ปรินญาพนธ์การศึกษา มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Adam, D.M.; & Ham, M.E. (1990). *Coopertive Learning and Collaboration Across the Curriculum*. Illinois: Charies Thomas.

Billings, R. L. (2002). *Assessment of the Learning Cycle and Inquiry-based Learn High School Physics Education*. Education Teacher Training.

Clement, Peter; Harris, Alan; Davis, John (1993). *Finches and Sparrows: an Identification Guide*. Christopher Helm. ISBN 0-7136-8017-2.

Dubois, Dion Joseh. (1990). “The Relationship Between Selected Student Team Learning Strategies and Student Achievement and Attitude In Middle School Mathematic Cooperative Learning Learning Strategies.” *Dissertation Abstracts International*. 52 (August): 408-A.

Good, Carter. (1973). *Dictionary of Education.Education*. Edited by Carter V. Good. New York: McGraw – Hil.

- Griffiths, Alan K. and Preston, Kirk R. (1992). "Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atom and Molecules". *Journal of Research in Science Teaching*.
- Heron, Lory Elen. (1997). "Using constructivist teaching strategies in high school science classroom to cultivate positive attitudes toward Science". *Ed.D. Dissertation*, University Of Nevada, Reno. (Unpublished)
- Hoover, Carolyn J. (1999). "The Effect of System-Model Diagrams with Scientific Text on Explanation Recall and Problem Solving Performance of Community college Student." *Dissertation Abstracts International*. (CD-ROM). 59(9) (March).
- Kagan, S. (1994). *Cooperative Learning*. San Juan Capistrano, CA.: Kagan Cooperative Learning.
- Krogh Suzanne Lowell. (1994). *Educating Young Children Infancy to Grade Three*. New York: McGraw-Hill.
- Norman, John T. (1992). "Systematic Modeling versus the Learning Cycle : Comparative Effects of Integrated Science Process Skill Achievement." *Journal of Research in Science Teaching*. 29 (September 1992): 15 – 27.
- O'Connor A. M. et al. (2006). The gastroenteroinsular response to glucose ingestion during postexercise recovery. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 290(6), E1155 - 161.
- Simsek, P. and Kabapinar, F.. (2010). "The effects of inquiry-based learning on elementary student' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes." *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2: 1190-1194.
- Souviney, Randall J. (1994). *Learning to Teach Mathematics*. 2 rd ed. New York: Macmillan.
- Troutman, A.P., & Lichtenberg, B.K. (1995). *Mathematics: A Good Beginning*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Vanosdall, R., Klentschy, M., Hedges, L.V., and Weisbaum, K.S. (2007). "A randomized study of the effects of scaffolded guided inquiry instruction on student achievement in science." *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Chicago, Illinois.

- Wade, Eileen Gray. (1995). "A Study of the Effects of a Constructivist-Based Mathematics Problem-Solving Instructional Program on the Attitudes, Self-confidence, and Achievement of Post Fifth-grade Students". *Dissertation Abstracts International*.
- Wolf, J. and Fraser, J. (2008). "Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middleschool science Students Using Inquiry-based Laboratory Activities." *Research Science Education* 38: 321-341.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย



รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ เพื่อทำงานวิจัยต่าง ๆ ดังนี้ .

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ และ- แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คลื่นกล
 3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์
-
1. ชื่อ กานต์รวี ผิวฉิม
 สถานที่ทำงาน อาจารย์ฟิสิกส์ ม.4 โรงเรียนปากเกร็ด
 วุฒิการศึกษา การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 การศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ 1. งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
 2. การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา
 2. ชื่อ กานต์นารี ธรรมครบุรี
 สถานที่ทำงาน อาจารย์ชีววิทยา ม.5 โรงเรียนปากเกร็ด
 วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ
 และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ 1. การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา
 2. การจัดทำแผนปฏิบัติการในโรงเรียน
 3. ชื่อ สุภรัชต์ กลายมนต์
 สถานที่ทำงาน อาจารย์ชีววิทยา ม.4 โรงเรียนปากเกร็ด
 วุฒิการศึกษา ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขา การสอน
 วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 ประสบการณ์หรือความชำนาญ 1. กระบวนการสอนที่เน้นการคิดขั้นสูง
 2. กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอน
 วิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ข

คำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือในงานวิจัย



ตารางที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่อง คลื่นกล

ผู้เชี่ยวชาญ					ผู้เชี่ยวชาญ				
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
1	1	1	1	1.00	16	1	0	1	0.67
2	1	1	1	1.00	17	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	18	1	1	1	1.00
4	1	1	0	0.67	19	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	20	1	1	0	0.67
6	1	1	1	1.00	21	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	22	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	23	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	24	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	25	1	1	1	1.00
11	0	1	1	0.67	26	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00	27	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00	28	1	1	0	0.67
14	1	1	1	1.00	29	1	1	0	0.67
15	1	0	0	0.67	30	0	1	1	0.67

ค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.50 - 1.00 สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อฟิสิกส์ เรื่อง กลั่นกล

ผู้เชี่ยวชาญ					ผู้เชี่ยวชาญ				
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC
1	1	1	1	1.00	11	1	0	1	0.67
2	1	1	1	1.00	12	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00	13	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00	14	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00	15	1	1	0	0.67
6	1	1	1	1.00	16	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00	17	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00	18	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00	19	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00	20	0	1	1	0.67

ค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.50 - 1.00 สามารถนำไปใช้ได้



ภาคผนวก ค

ค่าคุณภาพของเครื่องมือในงานวิจัย



ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล

[illegible]

การหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนวณ จากสูตร
KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.87}{61.35} \right\}$$

$$r_{tt} = (1.03)(0.89)$$

$$r_{tt} = 0.92$$

ค่าความเที่ยง = 0.92

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนรวมของแบบทดสอบ
	P	แทน	สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิด
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่า X และ X^2 เพื่อหาค่าความแปรปรวนรวมของแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	18	324	26	13	169
2	31	961	27	18	324
3	24	576	28	36	1296
4	11	121	29	35	1225
5	24	576	30	24	576
6	38	1444	31	34	1156
7	30	900	32	27	729
8	23	529	33	16	256
9	31	961	34	14	196
10	34	1156	35	21	441
11	31	961	36	22	484
12	28	784	37	13	196
13	20	400	38	37	1369
14	23	529	39	23	529
15	24	576	40	17	289
16	17	289	42	28	784
17	20	400	41	22	484
18	14	196	43	11	121
19	38	1444	44	27	729
20	19	361	45	35	1225
21	31	961	46	13	196
22	29	841	47	21	441
23	15	225	48	32	1024
24	16	256	49	28	784
25	15	225	50	29	841

การหาค่าความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
เรื่อง กลิ่นกล

จากสูตร

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

$$S_t^2 = \frac{50(31806) - (1200)(1200)}{50(50-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{1590300 - 1440000}{2450}$$

$$S_t^2 = 61.35$$

เมื่อ	st^2	แทน	ความแปรปรวนร่วมของแบบทดสอบ
	X	แทน	คะแนนสอบของผู้เรียนแต่ละคน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ตารางที่ 5 เกณฑ์การพิจารณา ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องคลื่นกล

ข้อถูก			
ค่า p		ค่า r	
.00 ถึง .09 ยากมาก .10 ถึง .19 ยาก	ไม่มีคุณภาพ	ค่าติดลบใช้ไม่ได้ .00 ไม่มีอำนาจจำแนก .01 ถึง .09 ต่ำ .10 ถึง .19 ค่อนข้างต่ำ	ไม่มีคุณภาพ
.20 ถึง .39 ค่อนข้าง ยาก .40 ถึง .60 ปานกลาง .61 ถึง .80 ค่อนข้าง ง่าย	มีคุณภาพ	.20 ถึง .40 ปานกลาง .41 ถึง .60 ค่อนข้างสูง .61 ถึง 1.00 สูง	มีคุณภาพ
.81 ถึง .90 ง่าย .91 ถึง 1.00 ง่ายมาก	ไม่มีคุณภาพ		
ข้อผิด			
ค่า p		ค่า r	
.00 ถึง .04 ใช้ไม่ได้	ไม่มีคุณภาพ	ค่าติดลบ ใช้ไม่ได้ .00 ถึง .04 ใช้ไม่ได้	ไม่มีคุณภาพ
.05 ถึง .09 พอใช้ .10 ถึง .30 ใช้ได้ .31 ถึง .50 พอใช้	มีคุณภาพ	.05 ถึง .09 พอใช้ .10 ถึง .30 พอใช้ .31 ถึง .50 พอใช้	มีคุณภาพ
.51 ถึง 1.00 ใช้ ไม่ได้	ไม่มีคุณภาพ	.51 ถึง 1.00 ใช้ไม่ได้	ไม่มีคุณภาพ

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (p) ข้อสอบรายข้อของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลิ่นกล

ข้อที่	ตัวเลือก	H	L	p	r	ผลการพิจารณา		แปลผล
						p	r	
1	1	1	2	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	10	7	0.65	0.23	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	3	1	0	0.04	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	1	4	0.19	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
2	1	0	2	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	2	5	0.27	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	9	5	0.54	0.31	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	4	2	1	0.12	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
3	1	8	4	0.50	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	2	0	5	0.15	0.31	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	4	2	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	1	2	0.12	0.15	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
4	1	5	4	0.35	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	7	4	0.42	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	3	1	2	0.12	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	0	2	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
5	1	3	1	0.15	0.15	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	8	4	0.46	0.31	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	3	1	4	0.19	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	0	4	0.15	0.31	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	H	L	p	r	ผลการพิจารณา		แปลผล
						P	r	
6	1	0	1	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	2	5	0.27	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	10	4	0.54	0.46	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	มีคุณภาพ
	4	1	2	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
7	1	7	4	0.42	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	2	2	3	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	4	3	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	0	3	0.12	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
8	1	1	2	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	3	4	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	6	3	0.35	0.23	ค่อนข้างยาก	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	4	3	4	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
9	1	2	3	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	2	5	0.27	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	1	0	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	8	5	0.50	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
10	1	2	3	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	0	1	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	10	7	0.65	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	4	1	2	0.12	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	H	L	p	r	ผลการพิจารณา		แปลผล
						p	r	
11	1	6	3	0.35	0.23	ค่อนข้างยาก	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	2	3	4	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	2	3	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	2	3	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
12	1	0	1	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	5	3	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	4	7	0.42	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	4	4	2	0.23	0.15	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
13	1	1	4	0.15	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	0	1	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	9	6	0.58	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	4	3	2	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
14	1	4	3	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	1	4	0.19	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	3	4	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	5	2	0.27	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
15	1	3	2	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	0	2	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	2	4	0.23	0.15	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	8	5	0.50	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	H	L	p	r	ผลการพิจารณา		แปลผล
						p	r	
16	1	0	2	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	2	5	0.27	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	9	5	0.54	0.31	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	4	2	1	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
17	1	8	5	0.50	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	2	0	4	0.15	0.31	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	4	2	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	1	2	0.12	0.15	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
18	1	3	1	0.15	0.15	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	8	4	0.46	0.31	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	3	1	4	0.19	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	0	4	0.15	0.31	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
19	1	5	4	0.35	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	7	4	0.42	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	3	1	2	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	0	2	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
20	1	1	2	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	10	7	0.65	0.23	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	3	1	0	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	1	4	0.19	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	H	L	p	r	ผลการพิจารณา		แปลผล
						p	r	
21	1	1	2	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	3	4	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	6	3	0.35	0.23	ค่อนข้างยาก	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	4	3	4	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
22	1	0	1	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	9	6	0.58	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	3	3	5	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	2	1	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
26	1	7	4	0.42	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	2	2	4	0.23	0.15	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	4	3	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	0	2	0.08	0.15	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
27	1	2	3	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	0	3	0.12	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	10	7	0.65	0.23	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	4	1	0	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
28	1	8	5	0.50	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	2	4	5	0.35	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	1	2	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	0	1	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	H	L	p	r	ผลการพิจารณา		แปลผล
						p	r	
31	1	2	3	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	2	5	0.27	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	1	0	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	8	5	0.50	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
32	1	0	1	0.04	0.08	พอใช้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	1	3	0.15	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	2	3	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	10	9	0.62	0.31	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
33	1	1	2	0.12	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	2	5	0.27	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	3	2	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	7	4	0.42	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
34	1	4	2	0.23	0.15	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	2	0	3	0.12	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	3	5	0.30	0.15	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	6	3	0.35	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
37	1	7	4	0.42	0.23	ปานกลาง	ปานกลาง	มีคุณภาพ
	2	2	3	0.19	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	3	4	3	0.27	0.08	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ
	4	0	3	0.12	0.23	ใช้ได้	พอใช้	มีคุณภาพ

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่า X และ X^2 เพื่อหาค่าความแปรปรวนรวมของแบบแบบวัดเจตคติต่อ
วิชาฟิสิกส์

คนที่	X	X^2	คนที่	X	X^2
1	99	9801	26	124	15376
2	99	9801	27	99	9801
3	97	9409	28	100	10000
4	103	10609	29	118	13924
5	100	10000	30	119	14161
6	100	10000	31	109	11881
7	122	14884	32	110	12100
8	93	8649	33	98	9604
9	82	6724	34	121	14641
10	101	10201	35	118	13924
11	101	10201	36	116	13456
12	93	8649	37	120	14400
13	101	10201	38	98	9604
14	102	10404	39	115	13225
15	119	14161	40	96	9216
16	97	9409	42	121	14641
17	98	9604	41	100	10000
18	118	13924	43	118	13924
19	112	12544	44	124	15376
20	124	15376	45	123	15129
21	99	9801	46	119	14161
22	96	9216	47	95	9025
23	102	10404	48	100	10000
24	97	9409	49	108	11664
25	97	9409	50	97	9409
			รวม	5318	571432

การหาค่าความแปรปรวนรวมขอแบบวัดเจตคติต่อฟิสิกส์เรื่อง คลื่นกล

จากสูตร

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

$$S_t^2 = \frac{50(571432) - (5318)(5318)}{50(50-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{28571600 - 28281124}{2450}$$

$$S_t^2 = 118.56$$

เมื่อ	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนรวมของแบบทดสอบ
	X	แทน	คะแนนสอบของผู้เรียนแต่ละคน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่า S_i^2 เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ข้อที่	S_i^2	ข้อที่	S_i^2
1	0.93	11	0.12
2	0.51	12	0.41
3	1.00	13	0.95
4	0.80	14	0.33
5	0.76	15	0.88
6	0.87	16	0.79
7	0.99	17	0.87
8	0.39	18	0.86
9	0.95	19	0.36
10	0.55	20	0.77
รวม		14.09	

การหาค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ โดยคำนวณจากสูตร การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบาค (Cranbach)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

$$\alpha = \frac{20}{20-1} \left\{ 1 - \frac{14.09}{118.56} \right\}$$

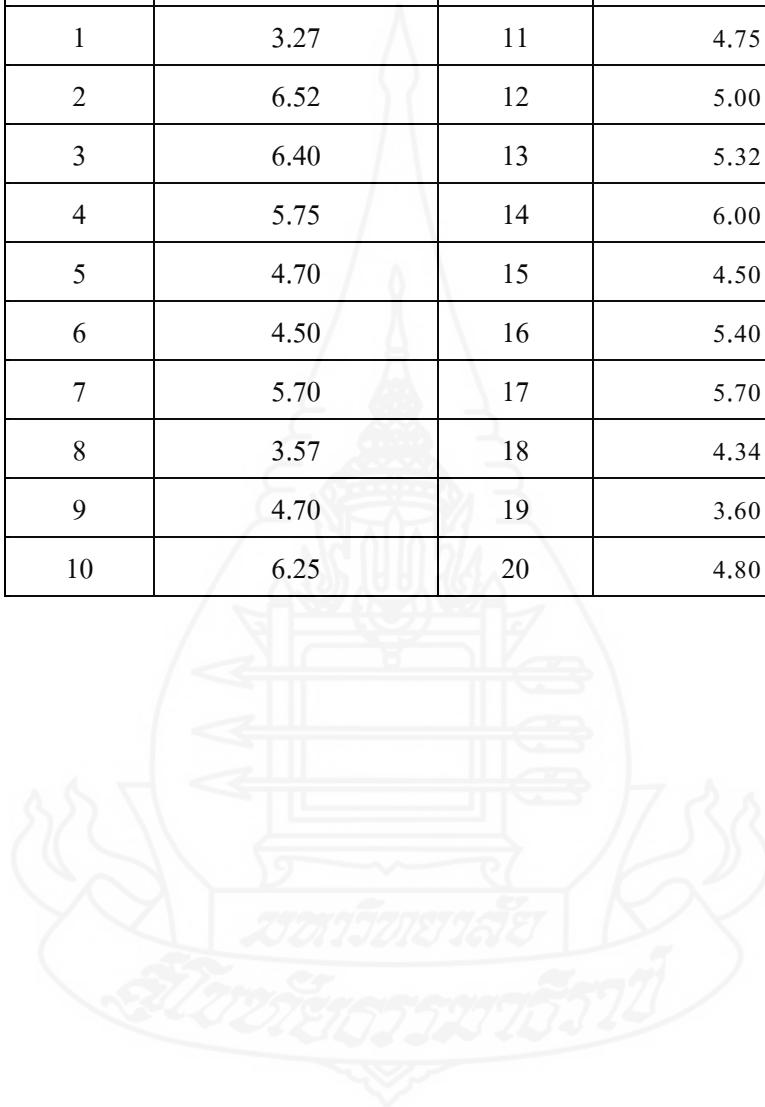
$$\alpha = 1.053 (1 - 0.12)$$

$$\alpha = 0.93$$

เมื่อ	α	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน จำนวนข้อคำถามทั้งหมด
	S_i^2	แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด

ตารางที่ 9 วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ โดยใช้วิธีการของการแจกแจงที (t-test Independent) ในรูป Difference Score ที่มีค่ามากกว่า 1.75 ขึ้นไป มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แล้วคัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ

ข้อ	ค่าอำนาจแจกแจง (t)	ข้อ	ค่าอำนาจแจกแจง (t)
1	3.27	11	4.75
2	6.52	12	5.00
3	6.40	13	5.32
4	5.75	14	6.00
5	4.70	15	4.50
6	4.50	16	5.40
7	5.70	17	5.70
8	3.57	18	4.34
9	4.70	19	3.60
10	6.25	20	4.80



ตารางที่ 10 ตัวอย่างการหาค่าอำนาจจำแนกรายชื่อของแบบวัดเจตคติต่อฟิสิกส์ข้อที่ 1

ข้อที่ 1	กลุ่มสูง (13 คน)					กลุ่มต่ำ (13 คน)				
	ระดับคะแนน (X)	ความถี่การเลือก (f)	fX	X ²	fX ²	ระดับคะแนน (X)	ความถี่การเลือก (f)	fX	X ²	fX ²
5	5	10	50	25	250	5	3	15	25	75
4	4	2	8	16	32	4	2	8	16	32
3	3	1	3	9	9	3	5	15	9	45
2	2	0	0	4	0	2	2	4	4	8
1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
รวม		13	61	55	291		13	43	55	161

การหาค่า อำนาจจำแนกเป็นรายชื่อ ที่ 1

$$t_{\text{คำนวณ}} = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = \frac{4.69 - 4.31}{\sqrt{\frac{0.44}{13} + \frac{0.81}{13}}}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = \frac{1.38}{0.37}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = 3.72$$

เปิดตาราง t ที่ระดับในสำคัญ .01 ที่ df = 24 t คำนวณ = 3.72 > t ตาราง = 2.79 จึงยอมรับว่าทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	คะแนน (X)	X^2	ลำดับที่	คะแนน (X)	X^2
1	22	484	24	25	625
2	20	400	25	26	676
3	19	361	26	25	625
4	24	576	27	23	529
5	27	484	28	17	289
6	21	441	29	18	324
7	22	484	30	16	256
8	23	529	31	22	484
9	29	841	32	17	289
10	20	400	33	18	324
11	18	324	34	22	484
12	19	361	35	23	529
13	22	484	36	15	225
14	17	289	37	15	225
15	16	256	38	21	441
16	16	256	39	19	361
17	16	256	40	15	225
18	18	324	41	14	196
19	15	225	42	23	529
20	17	289	43	25	625
21	23	529	44	22	484
22	22	484	45	18	324
23	15	225	รวม	900	18616

$$\overline{X}_1 = \frac{\sum X}{N}$$

$$\overline{X}_1 = \frac{900}{45}$$

$$\overline{X}_1 = 20$$

เมื่อ $\overline{X}_1$ คือ คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์

$$S_1^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_1^2 = \frac{45(18616) - (900)(900)}{45(45-1)}$$

$$S_1^2 = \frac{837720 - 810000}{1980}$$

$$S_1^2 = \frac{27720}{1980}$$

$$S_1^2 = 14$$

$$S_1 = 3.74$$

S_1^2 แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง คลื่นกล ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ลำดับที่	คะแนน (X)	X^2	ลำดับที่	คะแนน (X)	X^2
1	11	121	24	19	361
2	18	324	25	15	225
3	17	289	26	4	16
4	12	144	27	17	289
5	15	225	28	16	256
6	11	121	29	21	441
7	18	324	30	10	100
8	9	81	31	18	324
9	13	169	32	11	121
10	10	100	33	14	196
11	16	256	34	19	361
12	16	256	35	12	144
13	14	196	36	17	289
14	12	144	37	15	225
15	18	324	38	17	289
16	12	144	39	13	169
17	18	324	40	20	400
18	19	361	41	19	361
19	17	289	42	15	225
20	12	144	43	15	225
21	13	169	44	10	100
22	18	324	45	16	256
23	21	441	รวม	683	10643

$$\overline{X}_2 = \frac{\sum X}{N}$$

$$\overline{X}_2 = \frac{683}{45}$$

$$\overline{X}_2 = 15.18$$

เมื่อ $\overline{X}_2$ คือ คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

$$S_2^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_2^2 = \frac{45(10643) - (683)(683)}{45(45-1)}$$

$$S_2^2 = \frac{478935 - 466489}{1980}$$

$$S_2^2 = \frac{12446}{1980}$$

$$S_2^2 = 12.67$$

$$S_2 = 3.56$$

S_2^2 แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

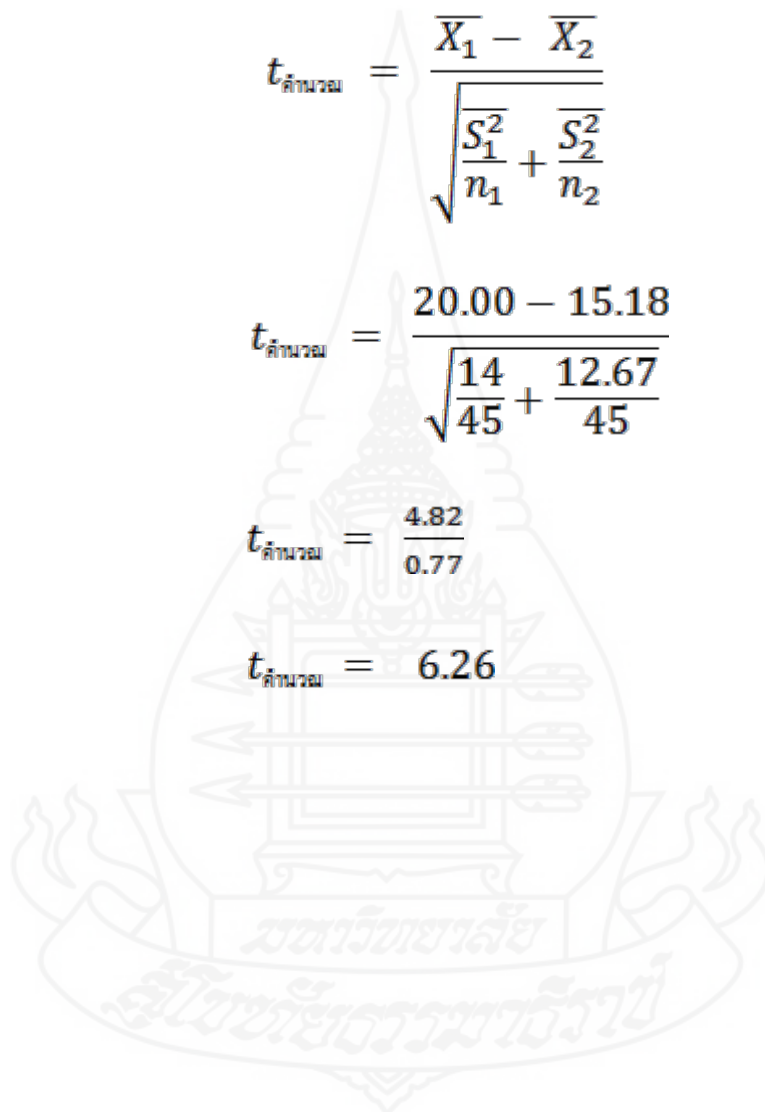
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ค่าทางสถิติ t - test for Independent Sample

$$t_{\text{คำนวณ}} = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = \frac{20.00 - 15.18}{\sqrt{\frac{14}{45} + \frac{12.67}{45}}}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = \frac{4.82}{0.77}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = 6.26$$



ตารางที่ 13 คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์

ลำดับที่	คะแนน (X)	X^2	ลำดับที่	คะแนน (X)	X^2
1	87	7569	24	77	5929
2	81	6561	25	86	7396
3	82	6724	26	91	8281
4	59	3481	27	77	5929
5	87	7569	28	77	5929
6	77	5929	29	73	5329
7	76	5776	30	96	9216
8	73	5329	31	95	9025
9	84	7056	32	89	7921
10	76	5776	33	72	5184
11	69	4761	34	73	5329
12	79	6241	35	89	7921
13	67	4489	36	78	6084
14	84	7056	37	86	7396
15	76	5776	38	81	6561
16	67	4489	39	62	3844
17	72	5184	40	80	6400
18	74	5476	41	51	2601
19	63	3969	42	72	5184
20	86	7396	43	80	6400
21	85	7225	44	75	5625
22	86	7396	45	84	7056
23	83	6889	รวม	3517	278607

$$\overline{X}_1 = \frac{\sum X}{N}$$

$$\overline{X}_1 = \frac{3517}{45}$$

$$\overline{X}_1 = 78.16$$

เมื่อ $\overline{X}_1$ คือ คะแนนเฉลี่ยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์

$$S_1^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_1^2 = \frac{45(278607) - (3517)(3517)}{45(45-1)}$$

$$S_1^2 = \frac{12537315 - 12369289}{1980}$$

$$S_1^2 = \frac{168026}{1980}$$

$$S_1^2 = 84.86$$

$$S_1 = 9.27$$

S_1^2 แทน ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 14 คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ลำดับที่	คะแนน (X)	X^2	ลำดับที่	คะแนน (X)	X^2
1	79	6241	24	71	5041
2	75	5625	25	74	5476
3	74	5476	26	74	5476
4	75	5625	27	69	4761
5	70	4900	28	71	5041
6	75	5625	29	77	5929
7	71	5041	30	79	6241
8	78	6084	31	71	5041
9	70	4900	32	78	6084
10	76	5776	33	70	4900
11	70	4900	34	78	6084
12	76	5776	35	71	5041
13	77	5929	36	77	5929
14	77	5929	37	78	6084
15	75	5625	38	71	5041
16	75	5625	39	75	5625
17	65	4225	40	66	4356
18	78	6084	41	72	5184
19	74	5476	42	74	5476
20	80	6400	43	68	4624
21	75	5625	44	70	4900
22	79	6241	45	74	5476
23	79	6241	รวม	3330	247179

$$\overline{X}_2 = \frac{\sum X}{N}$$

$$\overline{X}_2 = \frac{3330}{45}$$

$$\overline{X}_2 = 74.02$$

เมื่อ $\overline{X}_2$ คือ คะแนนเฉลี่ยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

$$S_2^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_2^2 = \frac{45(247179) - (3330)(3330)}{45(45-1)}$$

$$S_2^2 = \frac{11123055 - 11088900}{1980}$$

$$S_2^2 = \frac{34155}{1980}$$

$$S_2^2 = 13.91$$

$$S_2 = 3.73$$

S_2^2 แทน ค่าความแปรปรวนของเจตคติต่อวิชาชีพศึกษากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

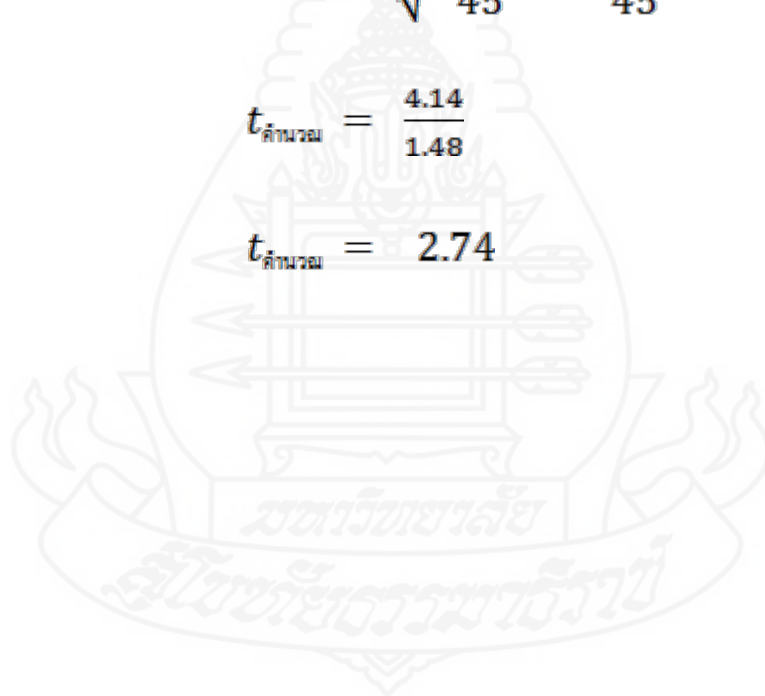
การเปรียบเทียบเจตคติต่อฟิสิกส์หลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนทาง
วิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้ค่าทางสถิติ t - test for
Independent Sample

$$t_{\text{คำนวณ}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = \frac{78.16 - 74.02}{\sqrt{\frac{84.86}{45} + \frac{13.91}{45}}}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = \frac{4.14}{1.48}$$

$$t_{\text{คำนวณ}} = 2.74$$



ภาคผนวก ง
เครื่องมือในงานวิจัย



เครื่องมือที่ 1 : แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
(แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์)

วิชา ฟิสิกส์ 3

รหัส ว 32102

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

เวลา 2 ชั่วโมง

เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

ผู้สอน นางสาวธิดินันท์ นานาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนปากเกร็ด

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบเสาะหาความรู้ และอธิบายเกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล อธิบายการสั่น การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น คำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้ รวมทั้งบอกชนิดของคลื่นได้

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อธิบายและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

การถ่ายโอนพลังงานของคลื่น และชนิดของคลื่น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ความรู้

1. อธิบายนิยามของการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกลได้
2. สรุปลักษณะสำคัญของการรบกวนแหล่งกำเนิดและทิศทางการเคลื่อนที่ของพลังงานได้

3. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะการถ่ายโอนพลังงานได้
4. จำแนกความแตกต่างระหว่างคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง คลื่นคลและคลื่นต่อเนื่องได้

3.2 ทักษะ / กระบวนการ

1. สื่อสาร เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกลได้
2. วิพากษ์การนำความรู้ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างสมเหตุสมผล
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (การลงข้อสรุปและการสื่อสาร)

3.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

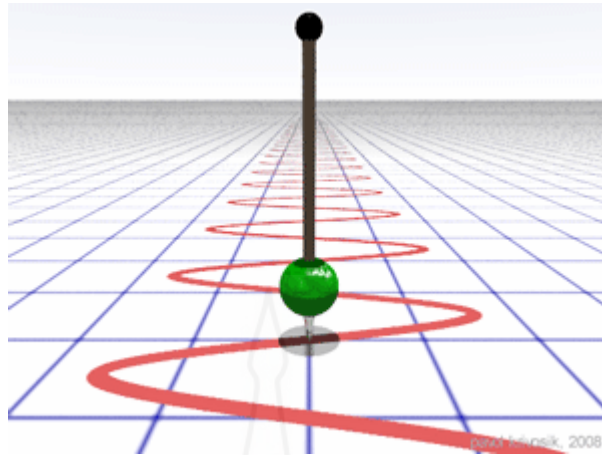
1. มีจิตสาธารณะ
2. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น
3. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
4. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

4. สารการเรียนรู้

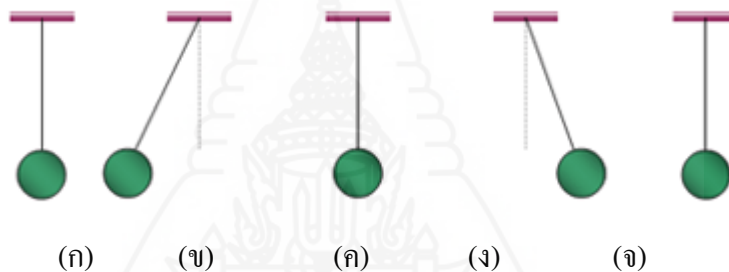
การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล คือ การรบกวนคลื่นจะทำให้เกิดการถ่ายโอนพลังงานจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง โดยการรบกวนนี้อาจมีตัวกลางหรือไม่ก็ได้ ในกรณีที่มีตัวกลางเมื่อแหล่งกำเนิดเกิดการสั่นก็จะถ่ายโอนพลังงานให้ กับตัวกลางที่อยู่หนึ่ง โมเลกุลของตัวกลางจะมีการสั่นแล้วถ่ายโอนพลังงานให้กับโมเลกุลข้างเคียงจำนวนมากต่อเนื่องกันไป ทำให้คลื่นเคลื่อนที่ออกไป โดยโมเลกุลของตัวกลางจะสั่นกลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิม

1. การสั่น การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและคลื่น

การสั่น (Oscillation) คือการเคลื่อนที่เป็นจังหวะซ้ำ ๆ กัน โดยมี คาบ (period) หรือช่วงเวลาที่ยสั่นครบหนึ่งรอบเท่าเดิมเสมอ ตัวอย่างเช่น การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา การสั่นของสปริง การสั่นของอนุภาคของตัวกลางที่มีคลื่นเคลื่อนที่ผ่าน เป็นต้น ตัวอย่างที่แสดงให้เห็นการสั่นอย่างง่ายที่สุดก็คือ การแกว่งของลูกตุ้ม



รูปที่ 1 แสดงการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา



รูปที่ 2 แสดงการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา

จากรูปที่ 2 แสดงการแกว่งของลูกตุ้มที่จังหวะต่างๆกันในหนึ่งรอบของการแกว่ง ในรูป (ก) ลูกตุ้มอยู่ในสภาวะสมดุล ถ้าออกแรงดึงลูกตุ้มให้อยู่ในตำแหน่งที่เลียดออกจากสภาวะสมดุล ตามรูป (ข) แล้วปล่อย ลูกตุ้มจะแกว่งไปมา และผ่านตำแหน่งตามแสดงในรูป (ค) (ง) และ (จ) แล้วกลับไปยังตำแหน่งในรูป (ข) ซึ่งถือได้ว่าแกว่งครบหนึ่งรอบพอดี ถ้านักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของลูกตุ้ม พบว่าจะเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางเดิมในทิศทางตรงข้ามกันกลับไปกลับมา และสิ่งสำคัญก็คือจะเคลื่อนที่กลับมา ยังตำแหน่งเดิมในช่วงเวลาที่เท่าๆ กันด้วย เราจึงเรียกการเคลื่อนที่ในลักษณะเช่นนี้ได้อีกอย่างหนึ่งว่า การเคลื่อนที่อย่างเป็นคาบ (periodic motion)

ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการสั่น : แอมพลิจูด คาบ ความถี่ เฟส โดยปริมาณที่ควรรู้จักหลายปริมาณซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาการสั่น ดังนี้

คาบของการสั่น (T) หมายถึง ช่วงเวลาของการสั่นครบหนึ่งรอบ มีหน่วยเป็นวินาที

ความถี่ของการสั่น (f) หมายถึง จำนวนรอบของการสั่นที่มีในหนึ่งวินาที

จะเห็นว่าความถี่มีค่าเป็นส่วนกลับของคาบ เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{หรือ} \quad T = \frac{1}{f}$$

หน่วยของความถี่เป็น วินาที⁻¹ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เฮิรตซ์ (hertz : Hz)

ชนิดของคลื่น

เราแบ่งชนิดคลื่นตามลักษณะการสั่นของอนุภาคของตัวกลางได้ 2 แบบคือ

1. คลื่นตามขวาง(Transverse wave) ถ้าพิจารณาการเคลื่อนที่ของอนุภาคในเส้นเชือก จะเห็นว่าอนุภาคมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงตามแนวดิ่ง ขณะที่คลื่นในเส้นเชือกเคลื่อนที่ไปตามแนวราบ เราเรียก การเคลื่อนที่ของ คลื่นในลักษณะที่อนุภาคมีทิศการสั่นตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น ว่า คลื่นตามขวาง เช่น คลื่นแสงและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น



รูปที่ 3 แสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นตามขวาง

2. คลื่นตามยาว(Longitudinal wave) ถ้าเรานำสปริงยาวๆมาวางตามแนวนอน ใช้มือดีสปริงที่ปลายข้างหนึ่ง จะทำให้เกิดคลื่นที่มีช่วงอัดและช่วงขยายสลับกันและเคลื่อนที่ไปตามแนวแกนของสปริง ซึ่งแสดงไว้ในรูป คลื่นที่เกิดขึ้นในสปริงเคลื่อนที่ไปทางขวามือโดยที่แต่ละขดของสปริงมีการสั่นตามแนวแกนของสปริง



รูปที่ 4 แสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นตามยาว

เราแบ่งชนิดของคลื่นตามการใช้และไม่ใช้ตัวกลางได้ 2 แบบ

1. คลื่นกล (Mechanical wave) เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงานจึงจะทำให้คลื่นแผ่ออกไปได้ ได้แก่คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก คลื่นเสียง คลื่นแผ่นดินไหว เป็นต้น

2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic wave) เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการถ่ายโอนพลังงาน เช่นแสง คลื่นวิทยุ เป็นต้น

เราแบ่งชนิดของคลื่นตามลักษณะการเกิดได้ 2 แบบ

1. คลื่นคด (Pulse wave) คือคลื่นที่เกิดจากการสั้นของแหล่งกำเนิดในช่วงสั้นๆ เช่น 1 - 2 ลูก

2. คลื่นต่อเนื่อง (Continuous wave) คือคลื่นที่เกิดจากการสั้นของแหล่งกำเนิดอย่างต่อเนื่อง

5. หลักฐานหรือร่องรอยของการเรียนรู้ / การวัดและประเมินผล

5.1 ความรู้

ภาระงาน / ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
การตอบคำถาม	ตรวจสอบคำตอบของคำถาม	คำถามในกิจกรรม	ตอบคำถามแต่ละกิจกรรมถูกต้องอย่างน้อย 70%	เพื่อนนักเรียน ครู
เขียนสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้	ตรวจสอบสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้	แผ่นพับตัวออก	เขียนสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ถูกต้องอย่างน้อย 80 %	ครู

5.2 ทักษะ / กระบวนการ

ภาระงาน / ชิ้นงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
ผลการระดมสมองอภิปรายปัญหา	ตรวจสอบการเขียนคำตอบลงในกระดาษแผ่นใหญ่ โดยวัดทั้งด้านเนื้อหาและความคิดสร้างสรรค์	ใบเกลยคำตอบ	เนื้อหาถูกต้องอย่างน้อย 70%	เพื่อนนักเรียน ครู
ใบกิจกรรมแข่งขันขาย	ตรวจสอบการประยุกต์ความรู้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ความรู้ดังกล่าว	ใบกิจกรรมแข่งขันขาย	ผ่านเกณฑ์ทั้งด้านเนื้อหาและความคิดสร้างสรรค์อย่างน้อย 70 %	เพื่อนนักเรียน ครู

5.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ภาระงาน / ชิ้นงาน / พฤติกรรม	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
- การทำงานเป็นกลุ่ม - พฤติกรรมระหว่างเรียน	สังเกตการทำงานกลุ่ม ตามตัวชี้วัดต่อไปนี้ ความซื่อสัตย์ ความมีวินัย ความมุ่งมั่น ความอดทน ความรอบคอบ ประหยัด ความรับผิดชอบ ความมีเหตุผล การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ระดับ 4 ดีเยี่ยม 4 คะแนน = แสดงพฤติกรรม 9-10 รายการ ระดับ 3 ดี 3 คะแนน = แสดงพฤติกรรม 7-8 รายการ ระดับ 2 พอใช้ 2 คะแนน = แสดงพฤติกรรม 5-6 รายการ ระดับ 1 ต้องปรับปรุง 1 คะแนน = แสดงพฤติกรรม 1-4 รายการ	ครู นักเรียน

6. คำถามสำคัญ

1. การเคลื่อนที่แบบกลิ้งมีลักษณะอย่างไร
2. การเคลื่อนที่แบบกลิ้งแตกต่างจากการเคลื่อนที่แบบอนุภาคอย่างไร
3. ความยาวของลูกตุ้มนาฬิกาค่าหนึ่งจะมีค่าความถี่เฉพาะค่าหนึ่ง เรียกว่าอะไร
4. การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาหรือการสั่นขึ้นลงของมวลที่ติดปลายสปริง มีค่าความถี่ของการสั่นอย่างไร
5. คลื่นเสียงจัดเป็นคลื่นชนิดใด เมื่อจำแนกตามเกณฑ์ทั้งสาม จงอธิบายเหตุผล

7. การจัดกระบวนการเรียนรู้ (ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ : 5E)

1) ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูสร้างความสนใจเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน โดยการนำเสนอ กรณีตัวอย่าง เกี่ยวกับการเกิดคลื่นสึนามิ เรื่อง จักรยานร่ำลึกรับ 8 ปี สึนามิตล่มภาคใต้ ซึ่งเป็นข่าวออนไลน์จากครอบครัวข่าว 3 ฉบับวันพุธที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2555 แล้วถามนักเรียนว่าเกิดเหตุการณ์อะไรบ้าง

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสิ่งที่รู้ และสิ่งที่อยากรู้เกี่ยวกับ การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล ลงในกระดาษโน้ตขาว แผ่นที่ 1 และคิดต่อไปว่าอยากเรียนรู้อะไรอีกบ้างเกี่ยวกับ การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล โดยเขียนลงในกระดาษโน้ตขาวแผ่นที่ 2 (ซึ่งใช้สีต่างจากแผ่นที่ 1) นำกระดาษแต่ละแผ่นไปติดบริเวณที่กำหนด

3. ครูกับนักเรียนร่วมกันจัดกลุ่มสิ่งที่นักเรียนรู้ไปแล้ว และสิ่งที่นักเรียนอยากรู้ และนำมาอภิปรายเพื่อเชื่อมโยงสู่การเรียนรู้เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล และร่วมกันกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้บทเรียนเรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

2) ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ตัวแทนนักเรียนออกมาสาธิตโดยใช้ขวดพลาสติก สว่างคลื่นในสองลักษณะ คือการบีบอัดและการสะบัด แล้วให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของขวดพลาสติก

2. นักเรียนร่วมกันอภิปราย ผลจากการสาธิต จนได้ข้อสรุปดังนี้

- การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกลจะเกิดขึ้นพร้อมกับการเคลื่อนที่เสมอ
- ลักษณะการรบกวนแหล่งกำเนิดกับการเคลื่อนที่ของขวดมี 2 ลักษณะ

3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง การเคลื่อนที่แบบซิมเพิลฮาร์มอนิกส์ และการเกิดคลื่นกล จากนั้นครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มทำให้เกิดคลื่น โดยรับชมคลิปวิดีโอเพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนขึ้น

4. ครูนำอภิปราย เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า การรบกวนคลื่นจะทำให้เกิดการถ่ายโอนพลังงานจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง โดยการรบกวนนี้อาจมีตัวกลางหรือไม่ก็ได้ ในกรณีที่ไม่มีตัวกลางเมื่อแหล่งกำเนิดเกิดการสั่นก็จะถ่ายโอนพลังงานให้กับตัวกลางที่อยู่หนึ่ง โมเลกุลของตัวกลางจะมีการสั่นแล้วถ่ายโอนพลังงานให้กับโมเลกุลข้างเคียงจำนวนมากต่อเนื่องกันไป ทำให้คลื่นเคลื่อนที่ออกไป

5. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดของคลื่น โดยครูย้ำว่า คลื่นแต่ละชนิดมีเกณฑ์ในการจำแนกแตกต่างกัน จากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสมบัติที่สำคัญของการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล ตามรายละเอียดในใบความรู้

6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล และชนิดของคลื่น ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

นักเรียนร่วมกันระดมสมอง โดยมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1. ครูกำหนดปัญหา ตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

1.1 การเคลื่อนที่แบบคลื่นมีลักษณะอย่างไร

1.2 การเคลื่อนที่แบบคลื่นแตกต่างจากการเคลื่อนที่แบบอนุภาคอย่างไร

1.3 ความยาวของลูกตุ้มนาฬิกาค่าหนึ่งจะมีค่าความถี่เฉพาะค่าหนึ่ง เรียกว่าอะไร

1.4 การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาหรือการสั่นขึ้นลงของมวลที่ติดปลายสปริง มีค่าความถี่ของการสั่นอย่างไร

1.5 คลื่นเสียงจัดเป็นคลื่นชนิดใด เมื่อจำแนกตามเกณฑ์ทั้งสาม จงอธิบายเหตุผล

2. แบ่งกลุ่มผู้เรียน และเลือกประธานหรือเลขา เพื่อช่วยในการอภิปรายและบันทึกผล

3. สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบหรือทางเลือกสำหรับปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด โดยปัญหาของแต่ละกลุ่มอาจเป็นปัญหาเดียวกันหรือต่างกันได้

4. แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของตน โดยเขียนลงในกระดาษแผ่นใหญ่แล้วนำไปติดไว้ที่ผนังห้อง แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินเวียนดูผลงานของกลุ่มเพื่อนประมาณอย่างน้อย 2 กลุ่ม ใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที ขณะเดินชมผลงานให้แต่ละกลุ่มปฏิบัติดังนี้ (Gallery Walk)

- เขียนคำถามหรือข้อสงสัยบนผลงานที่ดู

- ทำเครื่องหมายถูกหรือผิดเมื่อนักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยลงบนผลงานที่ดูในขณะที่นักเรียนเดินชมผลงาน (คิดวิพากษ์) ครูสังเกตการณ์แสดงความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และดูคำถามที่นักเรียนสงสัย

5. เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว ให้นักเรียนเดินกลับมาที่ผลงานของกลุ่มตนเอง ให้เจ้าของผลงานตอบคำถามที่เพื่อนถามไว้ และสรุปให้คนอื่น ๆ ฟังทั้งชั้นเรียน นักเรียนในชั้นร่วมแสดงความคิดเห็นจนได้ข้อสรุป ครูฟังนักเรียนตอบคำถามและลงข้อสรุปเพื่อตรวจสอบแนวความคิดหลักและความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียน

4) ขยายความรู้

1. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมและการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

2. นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจใบกิจกรรมกิจกรรมแข่งขันขาย ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันจากความรู้เรื่องการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มสมมติว่าเป็นบริษัทจำหน่ายผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ผลิตโดยใช้ความรู้เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล และนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาเขียนแผ่นพับโฆษณาของบริษัทและร่วมกันกำหนดเกณฑ์ในการประเมินงานของเพื่อน และรับดาวกลุ่มละ 3 ดวงจากครู

4. นักเรียนร่วมกันทำแผ่นพับ และติดผลงานของกลุ่มในที่จัดไว้ให้ ครูบอกกับนักเรียนว่า ข้อมูลที่นักเรียนจะต้องนำเสนอในแผ่นพับคือ

- ชื่อบริษัท
- ชื่อผลิตภัณฑ์
- หลักการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกลที่นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ของบริษัท
- จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ หรือข้อมูลอื่นๆ ที่จะทำให้ลูกค้าสนใจในผลิตภัณฑ์

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเดินดูผลงานของเพื่อน พร้อมทั้งประเมินผลงานตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยติดดาวไว้ที่ผลงาน

6. ครูเดินตรวจผลงานของนักเรียนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้ในการแก้ไขความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนและอธิบายความรู้เพิ่ม

7. นักเรียนที่ได้รับคะแนนมากที่สุดนำเสนอผลงานในบทบาทตัวแทนฝ่ายขาย ครูนำอภิปรายและสรุปความรู้การใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันจากการศึกษาเรื่องการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

5) ขั้นประเมิน

1. ประเมินนักเรียน จากประจักษ์พยานและวิธีการประเมินตามสภาพจริงในสิ่งต่อไปนี้
 - ทักษะการตั้งคำถาม
 - การอธิบายคำตอบ และการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้
 - ตรวจสอบคำตอบของนักเรียนต่อคำถามที่อยากรู้ในตอนแรก
 - การทำงานเป็นกลุ่ม
 - ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยง สิ่งที่ได้เรียน กับเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
 - การตอบคำถามสะท้อนความคิด
 - คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน
2. ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรมตัวออก (Exit Ticket) 3 - 2 - 1 ในแผ่นพับที่ครูแจกให้ ดังนี้
 - เขียนสรุปแนวความคิดหลัก 3 เรื่อง
 - เขียนสิ่งที่จะนำไปใช้ประโยชน์ 2 เรื่อง
 - เขียนคำถามที่สงสัย 1 ข้อ
3. ครูวิเคราะห์สิ่งที่นักเรียนเขียนในแผ่นพับตัวออก และแก้ไขความเข้าใจผิดของนักเรียนในครั้งต่อไป

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้
2. ใบกิจกรรม ตัวออก
3. สื่อโปรแกรมนำเสนอ power point
4. ใบกิจกรรมข่าวรำลึกครบรอบ 8 ปี การเกิดสึนามิ
5. กระดาษโน้ตขาว
6. กระดาษแผ่นใหญ่ และปากกาเคมี

9. กิจกรรมเสนอแนะ

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับประโยชน์เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล และสิ่งที่นักเรียนอยากรู้เพิ่มเติม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. วิธีแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวธิดิษฐ์ นานาน)

การนิเทศ/กำกับ/ติดตาม

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้นิเทศ

(.....)

ตำแหน่ง.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (แบบปกติ)

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของคลื่นกล การเกิดคลื่นกล และความแตกต่างระหว่างคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว
2. อธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของอนุภาคของตัวกลางและความถี่ธรรมชาติ
3. อธิบายความหมายของต้นคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น ความถี่ คาบ มุมเฟสและหน้าคลื่น

เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

แนวการจัดการเรียนรู้

1. กิจกรรมนำสู่บทเรียน

ครูควรเลือกสถานการณ์เหมาะสมกับสถานศึกษาในการนำเข้าสู่บทเรียนหัวข้อนี้ เช่น ถ้าสะดวกที่จะนำนักเรียนไปสังเกตแหล่งน้ำธรรมชาติ อาจจะนำนักเรียนไปสำรวจตรวจสอบการเกิดคลื่นผิวน้ำ การเคลื่อนที่ของคลื่น และการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมและสัมผัสรับรู้การเกิดคลื่นด้วยตนเอง ควรให้นักเรียนรบกวนผิวน้ำด้วยวิธีใด วิธีหนึ่ง แต่ต้องเน้นความปลอดภัยมาก่อน แล้วสังเกตลักษณะคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่มีลักษณะเป็นจุด มีลักษณะยาวและลักษณะอื่นๆ หรือหากไม่มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เชือก เช่น เชือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4 เมตร ปลายด้านหนึ่งตรึงกับที่และเชือกวางบนพื้นราบ ให้นักเรียนสะบัดปลายเชือกอีกข้างหนึ่ง สังเกตการถ่ายโอนพลังงาน แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน

2. กิจกรรมระหว่างการเรียนรู้การสอน

- 2.1 ให้นักเรียนโยนก้อนหินลงแหล่งน้ำ แล้วสังเกตการถ่ายโอนพลังงานไปยังวัตถุที่ลอยอยู่บริเวณนั้น รวมทั้งให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวัตถุและตำแหน่งของวัตถุที่ลอย เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ผ่านไปเทียบกับตำแหน่งเดิม ให้นักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปว่า พลังงานจากก้อนหินที่โยนลงไปกระทบผิวน้ำจะถ่ายโอนพลังงานให้กับอนุภาคของน้ำ ทำให้อนุภาคของน้ำมีการขยับขึ้นลง และถ่านโอนพลังงานให้อนุภาคของน้ำที่อยู่ถัดๆ ไป จนเห็นผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงแผ่ขยายออกไป ครูให้ความรู้ว่าการกระเพื่อมของผิวน้ำที่แผ่ขยายไปเรียกว่า คลื่นผิวน้ำ และขณะคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่แผ่ขยายออกไปนั้น อนุภาคของน้ำไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นสังเกตได้จากเมื่อคลื่นไปกระทบกับวัตถุที่ลอยน้ำอยู่ วัตถุจะขยับขึ้นลงที่ตำแหน่งเดิม
- 2.2 ให้นักเรียนทดลองสะบัดเชือกซึ่งมีเมดโฟมติดอยู่ และผูกปลายเชือกข้างหนึ่งของเชือกกับเสาหรือสิ่งอื่น แล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือกและเมดโฟม จากนั้นอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปว่า คลื่นในเส้นเชือกถ่ายโอนพลังงานไปตามเส้นเชือกทำให้อนุภาคของเชือกขยับขึ้นลงอยู่กับที่ ไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นด้วย
- 2.3 ครูใช้หลอดสปริงทำให้เกิดคลื่นตามขวาง โดยยึดปลายข้างหนึ่งของหลอดสปริงไว้ให้อยู่กับที่ และสะบัดปลายหลอดสปริงอีกด้านหนึ่งในแนวตั้งฉากกับความยาวของหลอดสปริงจะเห็นทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคของตัวกลางตั้งฉากกับทิศทางการแผ่ของคลื่น จากนั้นใช้หลอดสปริงทำให้เกิดคลื่นตามยาว โดยอัดหลอดสปริงในแนวยาวของหลอดสปริง จะเห็นทิศการแผ่คลื่นกับทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคของตัวกลางไปในแนวเดียวกัน (อาจแขวนหลอดสปริงในแนวดิ่งแล้วสะบัดหรืออัดดังรูป 9.15 และ รูป 9.16 ในหนังสือเรียน)
- 2.4 ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยครูให้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงาน ชนิดของคลื่น ลักษณะของกราฟรูปไซน์ในวิชาคณิตศาสตร์เทียบกับลักษณะของคลื่นในเส้นเชือก และมุมเฟสของคลื่น

3. กิจกรรมหลังการเรียนรู้การสอน

- 3.1 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท คำถามข้อ 1-4
- 3.2 ให้นักเรียนเขียนตัวอย่างกรณีการใช้ประโยชน์จากการถ่ายโอนพลังงานคลื่น

เรื่อง การสั่น การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและการเกิดคลื่น

1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

ครูให้นักเรียนทบทวนลักษณะการเคลื่อนที่อนุภาคของตัวกลางขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเองการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และการสั่น จากนั้นครูอาจจะสาธิตการแกว่งลูกตุ้ม และการสั่นของวัตถุติดปลายสปริง แล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มและวัตถุที่ติดอยู่กับสปริง

2. กิจกรรมระหว่างการเรียนรู้การสอน

2.1 ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย (simple pendulum) ในกรณีมุม θ มีค่าน้อย ดังรูป 9.7 ในหนังสือเรียน จนได้ สมการ $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$ และ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ครูใช้คำถามเพื่อสรุปว่า คาบ และความถี่ของการแกว่งของลูกตุ้ม ขึ้นอยู่กับความยาวของเชือกที่ติดลูกตุ้ม (ในการวัดค่า l ต้องวัดจากจุดที่แขวนถึงจุดศูนย์กลางมวล) จากนั้นครูให้ความรู้ถึงความถี่ของการแกว่งของลูกตุ้มซึ่งมีค่าเฉพาะค่าหนึ่ง เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ (natural frequency) สำหรับกรณีของมวล m ที่ติดอยู่กับสปริงก็ อภิปรายเช่นเดียวกับกรณีลูกตุ้ม

2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ เช่น การกระจัด ความเร็ว และเวลา โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและการเคลื่อนที่แบบวงกลม จนได้ว่า การกระจัดในแนวตั้งฉากตั้ง (S) มีความสัมพันธ์กับเวลาตามสมการ $S_y = A \sin \theta$ หรือ $S_y = A \sin \omega t$ เมื่อ A คือ การกระจัดที่มากที่สุดจากตำแหน่งสมดุล θ คือ การกระจัดเชิงมุมของวัตถุ

2.3 ครูอธิบายลักษณะของคลื่นในเส้นเชือกที่เวลาต่างๆ ตามรูป 9.11 ในหนังสือเรียน และสรุปว่า เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ในเส้นเชือกอย่างต่อเนื่อง อนุภาคของเส้นเชือกที่ตำแหน่งต่างๆ จะเคลื่อนที่ขึ้นลงแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วยเฟสที่ต่าง ๆ กัน และสองตำแหน่งใด ๆ บนเส้นเชือกที่มีเฟสต่างกัน 2π เรเดียน ก็จะมีระยะห่างกัน 1 ความยาว (λ) พิจารณาได้ว่า ในเวลา T คลื่นเคลื่อนที่ได้ระยะทาง λ และสามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและอัตราเร็วได้ว่า $v = f \lambda$ เมื่อ

$$f = \frac{1}{T}$$

3. กิจกรรมหลังการเรียนรู้การสอน

3.1 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท คำถามข้อ 5-7

3.2 ให้นักเรียนเขียนสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและเวลา และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและเวลา

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

เพื่ออธิบายที่มาของสมการการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย สามารถพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและการเคลื่อนที่แบบวงกลมดังรูปต่อไปนี้

เรื่อง ชนิดของคลื่น

1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

ครูใช้คำถามว่าในกรณีการแผ่คลื่น หรือการถ่ายโอนพลังงานของคลื่น จำเป็นต้องมีตัวกลางเสมอไปหรือไม่ ให้นักเรียนอภิปราย

2. กิจกรรมระหว่างการเรียนการสอน

2.1 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายชนิดของคลื่น โดยให้นักเรียนอภิปรายความหมายของคลื่นชนิดต่างๆ จากนั้นครูให้ความรู้ที่ คลื่นมีการถ่ายโอนพลังงานโดยไม่ต้องผ่านตัวกลาง เรียกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) เนื่องจากสามารถถ่ายโอนพลังงานโดยอาศัยการแผ่ของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงและเหนี่ยวนำของสนามทั้งสอง ส่วนคลื่นมีการถ่ายโอนพลังงานผ่านตัวกลาง เรียกว่า คลื่นกล (mechanical wave)

2.2 ครูให้นักเรียนสาธิตคลื่นในหลอดสปริง โดยสับหลอดสปริงในแนวตั้งฉากกับความยาวของหลอดสปริง เพื่อทำให้เกิดคลื่นตามขวาง (transverse wave) และอีกหลอดสปริงในแนวของหลอดสปริง เพื่อทำให้เกิดคลื่นตามยาว (longitudinal wave) แล้วครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าคลื่นกลมีทั้งคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นคลื่นตามขวาง

3. กิจกรรมหลังการสอน

3.1 ให้นักเรียนรวบรวมและจัดประเภทของคลื่น แล้วอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

3.2 ให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับคลื่นสสาร (matter wave) จากหนังสือหรืออินเทอร์เน็ต แล้วอภิปรายตามบริบทของเวลาที่มี

เครื่องมือที่ 2 : แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ลักษณะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง คลื่นกล ลักษณะแบบวัดเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 ข้อ
2. ข้อสอบ จัดประเภทตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด 6 ระดับ ดังนี้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนข้อสอบ	ระดับพฤติกรรม					
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
1. อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ความหมายของคลื่นกล คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางได้	10 ข้อ (1-10)	1	3	2	2	1	1
2. อธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือก และคลื่นผิวน้ำคำนวณหาอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่นได้	10 ข้อ (11-20)	-	2	1	7	-	-
3. อธิบายหลักการซ้อนทับของคลื่นและสมบัติของคลื่นโดยใช้กฎของสเนลล์และหลักของฮอยเกนส์ และคำนวณหาปริมาณต่างๆที่โจทย์กำหนดได้	10 ข้อ (21-30)	-	1	-	7	-	2
รวม	30	1	6	3	16	1	3



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คลื่นกล
 ประกอบการวิจัยเชิงทดลอง เรื่อง ผลการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ 5E
 ที่ใช้กลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบการเรียน เรื่อง คลื่นกล
 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง อธิบายปรากฏการณ์คลื่น ความหมายของคลื่นกล คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางได้

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความรู้ความจำ

1. คลื่นคืออะไร

- ก. การทำให้ตัวกลางสั่นสะเทือน
- ข. ผลของการรบกวนที่แผ่กระจายออกไปจากแหล่งกำเนิด
- ค. ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นรูปกราฟทางตรีโกณมิติ
- ง. ลักษณะการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วและความเร่งไปพร้อมๆ กัน

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ

2. ข้อใดเป็นคลื่นกลทุกคลื่น

- ก. คลื่นความร้อน คลื่นวิทยุ รังสีเอกซ์
- ข. คลื่นรังสีแกมมา คลื่นอัลตราโซนิก คลื่นแสงเลเซอร์
- ค. คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก
- ง. คลื่นเสียง คลื่นอัลตราโซนิก คลื่นในขดสปริง

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำความรู้ไปใช้

3. ในการเคลื่อนที่แบบคลื่นนั้นพลังงานจากการสับปลายนเส้นเชือกด้านหนึ่งจะถ่ายทอดไปยังปลายเส้นเชือกอีกด้านหนึ่งได้แสดงว่าพลังงานมีการถ่ายทอดในลักษณะใด

- ก. พลังงานถ่ายทอดไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของคลื่น
- ข. พลังงานถ่ายทอดหลังการเคลื่อนที่ของคลื่น
- ค. พลังงานจะถ่ายทอดไปก่อนที่คลื่นจะเคลื่อนที่มาถึง
- ง. พลังงานจากคลื่นจะถ่ายเทให้อนุภาคและอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปยังปลายเชือก

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

4. จงพิจารณาว่า คลื่นในเส้นเชือกที่เกิดจากการสับปลายเชือกขึ้นลง คลื่นผิวน้ำที่เกิดจากวัตถุกระทบผิวน้ำและคลื่นเสียงในน้ำ ข้อใดกล่าวผิด
- คลื่นทั้งสามชนิดเป็นคลื่นกล
 - คลื่นทั้งสามชนิดเป็นคลื่นตามยาว
 - คลื่นทั้งสามชนิดเป็นการถ่ายโอนพลังงาน
 - คลื่นทั้งสามชนิดจะสะท้อนเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ

5. คลื่นที่เกิดจากการสับเส้นเชือก เป็นคลื่นชนิดใด

- 1) คลื่นกล
- 2) คลื่นตามยาว
- 3) คลื่นตามขวาง

ข้อความใดถูกต้อง

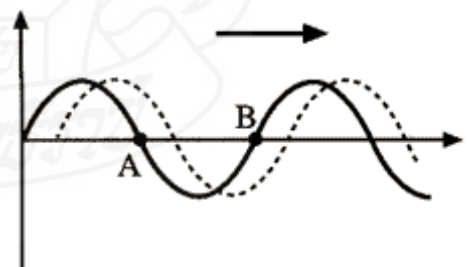
- ก. ข้อ 1 , 2 และ 3
- ค. ข้อ 2 , 3

- ข. ข้อ 1 , 3
- ง. ข้อ 1 , 2

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำความรู้ไปใช้

6. คลื่นผิวน้ำมีการเคลื่อนที่ไปทางขวามือ ดังรูป อนุภาค ตำแหน่ง A และ B มีการเคลื่อนที่อย่างไร

- ก. A และ B เคลื่อนที่ขึ้น
- ข. A และ B เคลื่อนที่ลง
- ค. A เคลื่อนที่ขึ้น B เคลื่อนที่ลง
- ง. A เคลื่อนที่ลง B เคลื่อนที่ขึ้น



พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การประเมินค่า

7. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. อัตราเร็วคลื่นหมายถึงผลคูณระหว่างความยาวคลื่นกับความถี่คลื่น
2. เมื่อใช้นิ้วมือแตะลงบนผิวน้ำหนึ่งครั้ง คลื่นที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นคลื่นคลเส้นตรง
3. เมื่อมีคลื่นผิวน้ำแผ่ไปถึงวัตถุซึ่งลอยอยู่ที่ผิวน้ำ วัตถุจะเคลื่อนที่กระเพื่อมขึ้นลงตาม

แนวดิ่ง

ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

ก. ข้อ 1 , 3

ข. ข้อ 2 , 3

ค. ข้อ 1 , 2

ง. ข้อ 1 , 2 , 3

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การประเมินค่า

8. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. เราเรียกคลื่นที่อนุภาคตัวกลางสั่นในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ว่าคลื่นตามขวาง
2. ความถี่หมายถึงช่วงเวลาที่คลื่นผ่านตำแหน่งใดๆครบ 1 คลื่น
3. เส้นที่ลากผ่านตำแหน่งมีเฟสตรงกันในคลื่นลูกหนึ่งๆ เรียกว่าหน้าคลื่น

ข้อใดถูก

ก. 1, 2

ข. 2, 3

ค. 1, 3

ง. 1, 2, 3

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

9. ข้อใดถูกต้องที่สุดสำหรับคลื่นตามขวาง

- ก. อัตราเร็วอนุภาคตัวกลางเท่ากับอัตราเร็วคลื่นที่เกิดขึ้นในตัวกลาง
- ข. เมื่อคลื่นเกิดขึ้นในตัวกลาง อนุภาคในตัวกลางต้องเคลื่อนที่ตรงข้ามกับคลื่น
- ค. ความถี่ของคลื่นมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของความถี่ของแหล่งกำเนิด
- ง. ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นและของอนุภาคในตัวกลางจะตั้งฉากกัน

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ

10. ในการเคลื่อนที่แบบคลื่น สิ่งที่เคลื่อนที่ไปกับคลื่นคือข้อใด

- ก. อนุภาคของจุดกำเนิด
- ข. โมเลกุลของตัวกลางที่เคลื่อนผ่าน
- ค. พลังงานจากจุดกำเนิด
- ง. ถูกทุกข้อ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง อธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่นในเส้นเชือก และคลื่นผิวน้ำคำนวณหาอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่นได้

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

11. คลื่นชนิดหนึ่งเกิดจากการสั่น 3000 รอบต่อนาทีคลื่นนี้มีความถี่เท่าไร

- ก. 50 Hz
- ข. 100 Hz
- ค. 150 Hz
- ง. 300 Hz

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

12. ในการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ของคลื่น โดยใช้ถาดน้ำกับตัวกำเนิดคลื่นซึ่งเป็นมอเตอร์ที่หมุน 4 รอบต่อวินาทีถ้าคลื่นบนผิวน้ำเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 12 เซนติเมตร/วินาทีจงหาค่าความยาวคลื่นบนผิวน้ำที่เกิดขึ้น

- ก. 1.5 cm
- ข. 3.0 cm
- ค. 4.5 cm
- ง. 6.0 cm

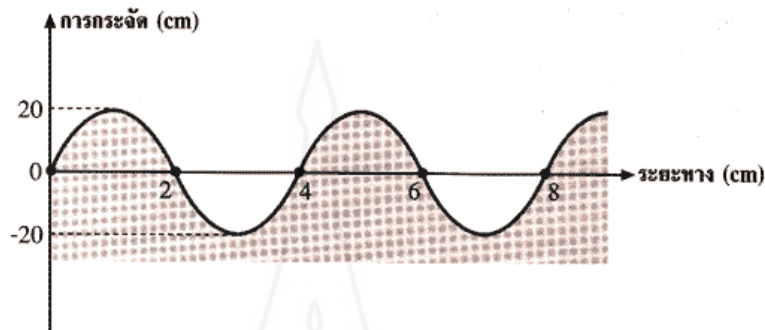
พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

13. แหล่งกำเนิดคลื่นสั้นอย่างสม่ำเสมอด้วยอัตรา 30 ครั้งใน 1 นาทีทำให้เกิดคลื่นน้ำแผ่ออกไปอย่างต่อเนื่องเมื่อพิจารณาคลื่นที่เกิดขึ้นพบว่าคลื่นแต่ละลูกเคลื่อนที่จากเสาต้นหนึ่งไปยังเสาอีกต้นหนึ่งซึ่งปักอยู่ห่างกัน 20 เมตรต้องใช้เวลา 2 วินาทีความยาวคลื่นน้ำมีค่าเท่าใด

- ก. 10 เมตร
- ข. 15 เมตร
- ค. 20 เมตร
- ง. 25 เมตร

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

14. คลื่นผิวน้ำมีอัตราเร็ว 20 เซนติเมตร/วินาทีกระจายออกจากแหล่งกำเนิดคลื่นซึ่งมีความถี่ 5 เฮิรตซ์การกระเพื่อมของผิวน้ำที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิด 30 เซนติเมตรและ 48 เซนติเมตรจะมีเฟสต่างกันกี่องศา



ก. 30°

ข. 60°

ค. 90°

ง. 180°

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

15. ถ้าคลื่นผิวน้ำนี้มีความถี่ 12 ลูกคลื่นใน 30 วินาที คลื่นผิวน้ำนี้มีความเร็วเท่าใด

ก. 0.8 cm/s

ข. 1.0 cm/s

ค. 1.2 cm/s

ง. 1.6 cm/s

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์ การนำไปใช้

16. คลื่นผิวน้ำกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ สังเกตได้ในเวลา 1 วินาที เป็นยอดคลื่นเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 100 เซนติเมตร ขณะที่ผิวน้ำเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่งได้ครบ 5 รอบ จากข้อมูลที่ได้สรุปได้ว่าอย่างไร

1. ความยาวคลื่นของคลื่นน้ำเป็น 20 เซนติเมตร
2. ความถี่ของคลื่นน้ำเป็น 5 รอบ/วินาที
3. ความเร็วของคลื่นน้ำเป็น 100 เซนติเมตร/วินาที

ข้อที่ถูกต้อง คือ

ก. ข้อ 1

ข. ข้อ 2

ค. ข้อ 1, 2, 3

ง. ข้อ 2, 3

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

17. กระทุมน้ำด้วยความถี่ 25 ครั้งต่อวินาที อย่างสม่ำเสมอ สันคลื่น 2 ลูก ที่อยู่ติดกันจะเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งหนึ่งในเวลาที่ห่างกันกี่วินาที

ก. 0.04

ข. 0.02

ค. 0.4

ง. 0.2

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

18. คลื่นลวดสปริงมีการสั่น 0.05 วินาที เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 cm/s จงหาความยาวคลื่นสปริง

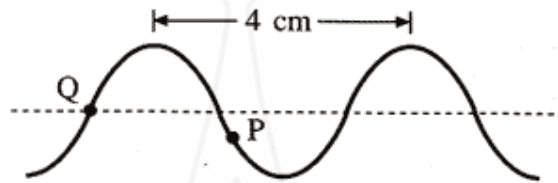
ก. 0.05 cm

ข. 0.1 cm

ค. 1 cm

ง. 2 cm

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์ ความเข้าใจ



19. คลื่นน้ำความยาวคลื่น 4 เซนติเมตร เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องด้วยความเร็วเฟส 2 เซนติเมตร/วินาที ในรูป ถ้า Q และ P มีเฟสเท่ากับ 0 องศา และ 225 องศาตามลำดับ อยากทราบว่าใช้เวลาเท่าใด จุด P จึงมีตำแหน่งเหมือน Q

ก. 0.75 S

ข. 1.5 S

ค. 2 S

ง. 3 S

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์ ความเข้าใจ

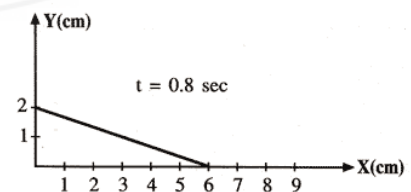
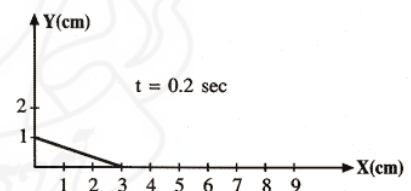
20. คลื่นรูปสามเหลี่ยมที่เวลา $t = 0.2$ วินาที เคลื่อนที่เป็นดังรูป ถ้าที่เวลา $t = 0.8$ วินาที จงหาความเร็วของคลื่น

ก. 2.5 cm/s

ข. 5 cm/s

ค. 7.5 cm/s

ง. 10 cm/s



ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง อธิบายหลักการซ้อนทับของคลื่นและสมบัติของคลื่น โดยใช้กฎของสเนลล์และหลักของฮอยเกนส์ และคำนวณหาปริมาณต่างๆที่โจทย์กำหนดได้

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การประเมินค่า

21. ข้อความใดกล่าวผิด

- ก. การสะท้อนของคลื่นน้ำความยาวคลื่นไม่เปลี่ยน
- ข. การสะท้อนของคลื่นเชือกปลายอิสระเฟสไม่เปลี่ยน
- ค. การหักเหของคลื่นอัตราเร็วไม่เปลี่ยน
- ง. การหักเหเกิดขึ้นได้ในตัวกลางเดียวกัน

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความรู้ความจำ ความเข้าใจ

22. เชือกเส้นหนึ่งมีปลายข้างหนึ่งผูกแน่นติดกับเสาเมื่อสร้างคลื่นจากปลายอีกข้างหนึ่งเข้ามาตกกระทบจะเกิดคลื่นสะท้อนขึ้นคลื่นสะท้อนนี้มีเฟสเปลี่ยนไปกี่องศา

- | | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| ก. 90 | ข. 180 | ค. 270 | ง. 360 |
|-------|--------|--------|--------|

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

23. ถ้าคลื่นเคลื่อนจากบริเวณน้ำตื้นมีความยาวคลื่น 45 cm ไปสู่น้ำลึกความยาวคลื่นเปลี่ยนเป็น 60 cm จงหาดัชนีหักเหของตัวกลางน้ำลึกเทียบกับตัวกลางน้ำตื้น

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ก. 0.75 | ข. 1.50 | ค. 3.00 | ง. 4.50 |
|---------|---------|---------|---------|

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

24. ถ้าคลื่นน้ำเคลื่อนที่ผ่านจากเขตน้ำลึกไปยังเขตน้ำตื้นแล้วทำให้ความยาวคลื่นลดลงครึ่งหนึ่งจงหาอัตราส่วนของอัตราเร็วของคลื่นในน้ำลึกกับอัตราเร็วของคลื่นในน้ำตื้น

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ก. 0.5 | ข. 1.0 | ค. 2.0 | ง. 4.0 |
|--------|--------|--------|--------|

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การประเมินค่า

25. คลื่นใดๆ เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางหนึ่งไปอีกตัวกลางหนึ่ง โดยที่ไม่ตั้งฉากกับเส้นเขต

ระหว่างตัวกลาง จะมีการหักเห ข้อใดเป็นข้อที่ดีที่สุดที่เป็นสาเหตุของการหักเห

- ก. ความเร็วของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน
- ข. ความยาวคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน
- ค. ความถี่ของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน
- ง. แอมพลิจูดของคลื่นในตัวกลางทั้งสองไม่เท่ากัน

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

26. S_1, S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นน้ำอยู่ห่างกัน 16 เซนติเมตรให้คลื่นเฟสตรงกันมีความถี่และ

แอมพลิจูดเท่ากับความยาวคลื่น 4 เซนติเมตรระหว่าง S_1 กับ S_2 จะมีแนวปฏิบัพกี่แนว

- ก. 4 แนว
- ข. 5 แนว
- ค. 8 แนว
- ง. 9 แนว

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

27. การหักเหและการเลี้ยวเบนของคลื่นมีข้อที่แตกต่างกันอะไรบ้าง

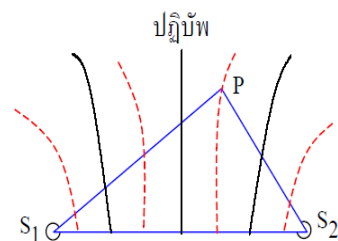
- ก. การเลี้ยวเบนจะให้พลังงานมากกว่าการหักเห
- ข. การหักเหไม่เกี่ยวข้องกับความเร็วคลื่นแต่การเลี้ยวเบนเกี่ยวข้องกับความเร็วคลื่น
- ค. ถ้ามีตัวกลางต่างชนิดกัน การหักเหจะเกิด แต่การเลี้ยวเบนจะไม่เกิด
- ง. การเลี้ยวเบนเกิดขึ้นได้ในตัวกลางเดียวกันแต่การหักเหจะเกิดได้ต้องมีตัวกลางต่างกัน

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์ การนำไปใช้

28. จากรูปแสดงภาพการแทรกสอดของคลื่นผิวน้ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดอำพันธ์ S_1 และ S_2 มี P เป็นจุดบนเส้นบัพ ถ้า S_1P เท่ากับ 10 เซนติเมตรและ S_2P เท่ากับ 7 เซนติเมตรถ้าอัตราเร็วของคลื่นทั้งสองเท่ากับ 30 เซนติเมตรต่อวินาที

แหล่งกำเนิดทั้งสองมีความถี่เท่าใด

- ก. 2 Hz
- ข. 3 Hz
- ค. 4 Hz
- ง. 5 Hz



พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

29. คลื่นนิ่งเป็นคลื่นที่เกิดจากการแทรกสอดกันของคลื่นสองขบวนที่เหมือนกันทุกประการแต่เคลื่อนที่สวนทางกันถ้าคลื่นนิ่งที่เกิดขึ้นมีตำแหน่งบัพและปฏิบัพอยู่ห่างกัน 1.0 เมตร คลื่นที่มาแทรกสอดกันนี้จะต้องมีความยาวคลื่นกี่เมตร

ก.1.0

ข. 2.0

ค. 3.0

ง.4.0

พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์

30. ระยะห่างระหว่างจุดปฏิบัพกับจุดปฏิบัพที่อยู่ถัดไปของคลื่นนิ่งเป็น 12.5 ซม. ตัวคลื่นมีความเร็ว 75 ซม.ต่อวินาทีจงหาความถี่ของคลื่นนิ่งมีค่ากี่เฮิรตซ์

ก.1.5

ข. 3.0

ค. 4.5

ง. 6.0



เครื่องมือที่ 3 : แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ลักษณะแบบวัดเจตคติ

1. แบบวัดเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ
2. เป็นแบบวัดเชิงนิมิต จำนวน 11 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1,2,4,8,10,11,13,14,17,18 และ 19 เป็นแบบวัดเชิงนิเสธ จำนวน 9 ข้อ ได้แก่ 3,5,6,7,9,12,15,16 และ 20

หมายเลขคำตอบที่เลือก	คะแนนแบบวัดเชิงนิมิต	คะแนนแบบวัดเชิงนิเสธ
1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5
2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย	2	4
3 หมายถึง ไม่แน่ใจ	3	3
4 หมายถึง เห็นด้วย	4	2
5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1

นิยาม	คำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
เจตคติต่อการจัดการเรียนรู้	6. นักเรียนรู้สึกง่วงนอนทุกครั้งในขณะที่เรียนวิชาฟิสิกส์				
	12. นักเรียนคิดว่าตนเองไม่สามารถเรียนวิชาฟิสิกส์ได้				
	13. ในห้องเรียน นักเรียนมีความสำคัญต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์มากที่สุด				
	14. ผู้เรียนวิชาฟิสิกส์ต้องเป็นผู้ที่มีความสนใจเป็นพิเศษ				
	16. กิจกรรมในวิชาฟิสิกส์ เป็นกิจกรรมที่ไม่น่าเบื่อ				
	17. การเรียนวิชาฟิสิกส์ ผู้เรียนต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
	19. วิชาฟิสิกส์ เป็นวิชาที่ผู้เรียนต้องมีการประสบการณ์ถึงจะเรียนได้				
	20. เมื่อครูให้ทำการทดลองวิชาฟิสิกส์ นักเรียนต้องตั้งใจทำงานสำเร็จ				

นิยาม	คำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
เจตคติต่อด้านเนื้อหา	4. ในช่วงโม่งวิชาฟิสิกส์นักเรียนสนใจมากกว่าวิชาอื่น				
	5. นักเรียนรู้สึกว่ายากเรียนวิชาอื่นแทนวิชาฟิสิกส์				
	8. ถ้าให้เลือกเรียนนักเรียนจะเลือกวิชาฟิสิกส์เป็นอันดับแรก				
	9. การเรียนวิชาฟิสิกส์จะทำให้เกิดความเครียด เพราะต้องขบคิดปัญหาตลอดเวลา				
	10. นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาฟิสิกส์มากกว่าวิชาอื่น				
	15. ถ้าเลือกได้นักเรียนจะไม่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์				
เจตคติต่อด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน	1. นักเรียนเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยความสุข				
	2. วิชาฟิสิกส์ช่วยให้นักเรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ				
	3. ในช่วงโม่งวิชาฟิสิกส์แต่ละครั้งนักเรียนต้องการให้หมดไปเร็วๆ				
เจตคติต่อด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน (ต่อ)	7. เรียนวิชาฟิสิกส์แล้วไม่สามารถนำไปใช้พัฒนาตนเองได้				
	11. วิชาฟิสิกส์ช่วยฝึกให้คนแก้ปัญหาชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ				
	18. การเรียนวิชาฟิสิกส์ ทำให้เราเป็นคนมีความละเอียดรอบคอบ				



แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

ประกอบการวิจัยเชิงทดลอง เรื่อง ผลการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบ 5E

ที่เน้นกลวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบการเรียน เรื่อง คลื่นกล

ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้เป็นแบบวัดความรู้สึกพึงพอใจ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ในด้านการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน
2. การตอบแบบสอบถามไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด คำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด
3. ให้พิจารณาข้อความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ หลังข้อความแต่ละข้อความลงในช่องที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

- | | | |
|---|---------|----------------------|
| 1 | หมายถึง | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 2 | หมายถึง | ไม่เห็นด้วย |
| 3 | หมายถึง | ไม่แน่ใจ |
| 4 | หมายถึง | เห็นด้วย |
| 5 | หมายถึง | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	วิชาวิทยาศาสตร์เรียนแล้วเข้าใจยาก			✓		

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	นักเรียนเรียนวิชาฟิสิกส์ด้วยความสุข					
2	วิชาฟิสิกส์ช่วยให้นักเรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ					
3	ในช่วงโม่งวิชาฟิสิกส์แต่ละครั้งนักเรียนต้องการให้หมดไปเร็วๆ					
4	ในช่วงโม่งวิชาฟิสิกส์นักเรียนสนใจเรียนมากกว่าวิชาอื่น					
5	นักเรียนรู้สึกว่ายากกว่าอยากเรียนวิชาอื่นแทนวิชาฟิสิกส์					
6	นักเรียนรู้สึกง่วงนอนทุกครั้งในขณะที่เรียนวิชาฟิสิกส์					
7	เรียนวิชาฟิสิกส์แล้วไม่สามารถนำไปใช้พัฒนาตนเองได้					
8	ถ้าให้เลือกเรียนนักเรียนจะเลือกวิชาฟิสิกส์เป็นอันดับแรก					
9	การเรียนวิชาฟิสิกส์จะทำให้เกิดความเครียด เพราะต้องขบคิดปัญหาตลอดเวลา					
10	นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาฟิสิกส์มากกว่าวิชาอื่น					
11	วิชาฟิสิกส์ช่วยฝึกให้คนแก้ปัญหาชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
12	นักเรียนคิดว่าไม่สามารถเรียนวิชาฟิสิกส์ได้					
13	ในห้องเรียน นักเรียนมีความสำคัญต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์มากที่สุด					
14	นักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ได้ดีต้องเป็นผู้ที่มีความสนใจเป็นพิเศษ					
15	ถ้าเลือกได้นักเรียนจะไม่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์					
16	กิจกรรมในวิชาฟิสิกส์ เป็นกิจกรรมที่ไม่น่าเบื่อ					
17	การเรียนวิชาฟิสิกส์ นักเรียนต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
18	การเรียนวิชาฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนเป็นคนมีความละเอียดรอบคอบ					
19	วิชาฟิสิกส์ เป็นวิชาที่นักเรียนต้องมีการฝึกฝนถึงจะเรียนได้					
20	เมื่อครูให้ทำการทดลองวิชาฟิสิกส์ นักเรียนต้องตั้งใจทำจนสำเร็จ					

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวธิดินันท์ นานาน
วัน เดือน ปีเกิด	28 เมษายน 2530
สถานที่เกิด	เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต เอกฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนปากเกร็ด ต.ปากเกร็ด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี โทร. 02-9606060
ตำแหน่ง	ครู ค.ศ.1

