ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นางสาวจิระพา สุโขวัฒนกิจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

EFFECTS OF INQUIRY INSTRUCTION USING LEARNING RESOURCES ON PHYSICS LEARNING ACHIEVEMENTAND ANALYZING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss JirapaSukhowattanakit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2013
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นางสาวจิระพา สุโขวัฒนกิจ
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร. วัชราภรณ์ แก้วดี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

จิระพา สุโขวัฒนกิจ: ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (EFFECTS OF INQUIRY INSTRUCTION USING LEARNING RESOURCES ON PHYSICS LEARNING ACHIEVEMENTAND ANALYZING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี, 154 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้กับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบทั่วไป (3) เปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ และ (4) เปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้กับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.86 และแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์คิดเป็นร้อยละ 72.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้สามารถพัฒนานักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ได้

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2556

5283504227: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: INQUIRY INSTRUCTION/ LEARNING RESOURCES/ PHYSICS LEARNING ACHIEVEMENT/ ANALYZING ABILITY

JIRAPA SUKHOWATTANAKIT: EFFECTS OF INQUIRY INSTRUCTION USING LEARNING RESOURCES ON PHYSICS LEARNING ACHIEVEMENTAND ANALYZING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: WATCHARAPORN KAEWDEE, Ph.D., 154 pp.

This study was a quasi-experimental research aimed to (1) study the physics learning achievement of upper secondary school students who learned through the inquiry instruction using learning resources, (2) compare the physics learning achievement of students between an experimental group that learned through the inquiry instruction using learning resources and a control group that learned through a conventional teaching method, (3) compare the analyzing ability of students between, before and after learning science through the inquiry instruction using learning resources, and (4) compare the analyzing ability of students between the experimental group and the control group. The samples were two classes of MatthayomSuksa 4 students at Yantakhaorattachanupathum School during the first semester of the academic year of 2013. The research instruments were the physics learning achievement test with reliability at 0.86 and the analyzing ability test with reliability at 0.76. The collected data was analyzed by arithmetic mean, means of percentage, standard deviation and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1. The experimental group had mean scores of physics learning achievement at 72.83 which was higher than the criterion score set at 70 percent and higher than control group at .05 level of significance.

2. After the experiment, the experimental group had mean scores of analyzing ability higher than before the experiment and higher the control group at .05 level of significance.

Therefore, it could be summarize that the inquiry instruction using learning resources was able to improve student's physics learning achievement and analyzing ability.

Department: Curriculum and Instruction Student's Signature…….....

Field of Study: Science Education Advisor's Signature…….....

Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องมาจากความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ด้วยการให้คำปรึกษา การอบรมสั่งสอน และข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยและการประกอบอาชีพครู ตลอดจนการให้กำลังใจและความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ผู้วิจัยขอกราบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการอุทิศ วัฒนกุล และผู้อำนวยการสมนึก อ้นเพ็ชร ผู้อำนวยการโรงเรียนหาดสำราญวิทยาคม ที่ได้ให้โอกาสและเมตตาอนุญาตให้ลาศึกษาต่อ ขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)ที่ได้ให้ทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษานี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการสุรศักดิ์ ยี่หลัก ผู้อำนวยการโรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ โดยเฉพาะหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำวิจัย ขอขอบคุณคณาจารย์และนักเรียนโรงเรียนหาดสำราญวิทยาคมและโรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ที่ให้ความห่วงใยและให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

เหนือสิ่งอื่นใด ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และเครือญาติทุกท่านที่คอยห่วงใย และเป็นกำลังใจ ตลอดจนให้การสนับสนุนในทุกด้านสำหรับการวิจัยครั้งนี้ และขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่คอยห่วงใย และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญแผนภาพ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
คำถามวิจัย..... 7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 7
สมมติฐานการวิจัย..... 8
ขอบเขตการวิจัย..... 9
ข้อตกลงเบื้องต้น..... 10
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 13
การเรียนการสอนแบบสืบสอบ..... 14
ความสำคัญและความเป็นมาของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ..... 14
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ..... 18
ขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ..... 19
แหล่งเรียนรู้..... 28
ความสำคัญของแหล่งเรียนรู้..... 28
ความหมายของแหล่งเรียนรู้..... 30
ประเภทของแหล่งเรียนรู้..... 31
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 34
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 34

บทที่ **หน้า**

องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 35
แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์..... 37
ความสามารถในการวิเคราะห์..... 41
ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์..... 41
องค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์..... 42
พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์..... 46
แนวทางการวัดความสามารถในการวิเคราะห์..... 47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 50
งานวิจัยภายในประเทศ..... 50
งานวิจัยต่างประเทศ..... 52
กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 55
3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 56
รูปแบบการวิจัย..... 56
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 57
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 58
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 70
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 70
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 72
ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์..... 72
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการวิเคราะห์..... 73
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 76
สรุปผลการวิจัย..... 76
อภิปรายผลการวิจัย..... 77
ข้อเสนอแนะ..... 81
รายการอ้างอิง..... 83

หน้า

ภาคผนวก..... 95
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย..... 96
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 98
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 105
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 145
ภาคผนวก จ ค่าสถิติทดสอบคะแนนเฉลี่ยรายคู่และภาพกิจกรรม..... 151
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 154

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 การเปรียบเทียบขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบดั้งเดิมและวงจรการเรียนรู้ 5E..... 16

2 บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบเน้นการใช้แหล่งเรียนรู้... 25

3 องค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ของนักการศึกษา..... 45

4 จำนวนข้อสอบของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ จำแนกตามหัวข้อและองค์ประกอบที่ต้องการวัด..... 60

5 องค์ประกอบ นิยามเชิงปฏิบัติการ และพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการวิเคราะห์ และจำนวนข้อสอบของแต่ละองค์ประกอบ..... 64

6 หัวข้อและจำนวนคาบในการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่..... 67

7 เปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบเน้นการใช้แหล่งเรียนรู้ และการจัดการเรียนการสอนโดยการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบทั่วไป..... 67

8 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 71

9 คะแนนเฉลี่ย ( ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)คะแนนเฉลี่ยร้อยละ(ร้อยละ) และค่าที (t-test)ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 33 คน) และกลุ่มควบคุม (n = 31คน)..... 72

10 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง (n = 33 คน) และกลุ่มควบคุม (n = 31 คน) 74

11 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 33 คน)..... 74

12 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 33 คน) และกลุ่มควบคุม (n = 31คน)..... 75

13 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างความถูกต้องของข้อคำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องเหมาะสมของภาษา ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์..... 146

14 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่..... 147

ตารางที่ **หน้า**

15 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างความถูกต้องของข้อคำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องเหมาะสมของภาษา ของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์..... 149

16 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์..... 150

17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบรายคู่ของ Bonferroniของคะแนนการสอบเข้าเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4จำนวน 3 ห้องเรียน..... 152

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ **หน้า**

1 การพัฒนาวงจรการเรียนรู้ 5E เป็น รูปแบบการเรียนการสอน 7E..... 17

2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest-Posttest Design..... 56

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งคือ การพัฒนาการเรียนการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน (Basaga, Geban, and Tekkaya, 1994: 29) วิทยาศาสตร์มีความสำคัญ ช่วยเติมเต็มความกระหายใคร่รู้ของมนุษย์ และนำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์เรียนรู้เรื่องราวสำคัญต่างๆ เช่น สุขภาพ สิ่งแวดล้อม ภัยพิบัติทางธรรมชาติ(University of Carifornia Museum of Paleontology, 2013) ในส่วนของฟิสิกส์นั้นจัดได้ว่าเป็นแขนงหรือรายวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญ และเป็นรายวิชาที่ศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การเรียนรู้ฟิสิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีและสังคม (Zhaoyao, 2002)รวมทั้งเป็นการเตรียมนักเรียนให้มีความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาด้านเทคโนโลยีและเศรษฐกิจ และนำไปสู่การปรับปรุงมาตรฐานการดำรงชีวิต (Wambugu and Changeiywo, 2008: 294)ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ให้แก่นักเรียนนั้น ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการพิจารณาแนวทางการจัดการเรียนการสอนการใช้สื่อวัสดุที่เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ฟิสิกส์ได้ดียิ่งขึ้น (Olufunke, 2012)

การวิเคราะห์เป็นความสามารถที่มีความสำคัญ เนื่องจากในปัจจุบัน สังคมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งต้องใช้ความรู้ความเข้าใจเชิงลึกในการอธิบายและจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ให้แก่นักเรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็นความสามารถในการวิเคราะห์นี้สามารถพัฒนาและเรียนรู้ได้โดยการฝึกปฏิบัติจำแนก แยกแยะวัสดุ สิ่งของต่างๆ หรือหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่างๆ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ (Bloom, Hastings, and Madaus, 1971: 180) การวิเคราะห์เป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิต บุคคลที่สามารถวิเคราะห์ได้ดีมักเป็นบุคคลที่ใช้เหตุผลในการประเมินและตัดสินปัญหามากกว่าการใช้อารมณ์ ความรู้สึก (อุไรรัตน์ สำเริงวงศ์, 2549: 46)สังคมปัจจุบันนี้ต้องการให้ทุกคนมีทักษะการวิเคราะห์และความสามารถในจัดการกับปัญหาที่ซับซ้อนดังนั้น

กระบวนการเรียนการสอนควรมีกิจกรรมที่มีการเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว มีการกระตุ้นความคิดริเริ่มและการตอบสนองการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในการที่จะอธิบายความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่างๆ ได้ (So and Kong, 2007: 331)การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนควรเอื้อต่อการพัฒนานักเรียนอย่างรอบด้านทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สามารถวิเคราะห์ แก้ปัญหา มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ รวมทั้งจัดบริการการศึกษาและเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับบุคคลที่มีความสามารถและศักยภาพพิเศษด้านต่างๆ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2545: 15)นอกจากนี้ใจความตอนหนึ่งที่ปรากฏในแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545-2559ระบุสรุปได้ว่า ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนทุกคนได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ ใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเรียนรู้ตลอดชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545)

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) ซึ่งเป็นโครงการที่สมาคมนานาชาติประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement; IEA) ร่วมกับประเทศสมาชิกประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาประเทศไทยได้ร่วมโครงการ TIMSS ซึ่งประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2ในทุก 4 ปี คือ ในปี ค.ศ. 1999 2007 และ 2011 ผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 482 471 และ 451 คะแนน ตามลำดับซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของนานาชาติ คือ 500 คะแนน และเมื่อพิจารณาเฉพาะการเรียนรู้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ พบว่า ในปี ค.ศ.1999 2007 และ 2011 นักเรียนไทยมีคะแนนวิชาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 475 458 และ 430 คะแนน ตามลำดับซึ่งคะแนนมีแนวโน้มลดลงทุกปี (Gonzales et al., 2000; Gonzales et al., 2009; ปรีชาญ เดชศรี, เกตุวดี กัมพลาศิริ และปริชาติ เบ็ญจวรรณ์, 2552) ในส่วนของผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) โดยสำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ปีการศึกษา 2553-2555นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6มีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับร้อยละ 30.90 27.90 และ 33.10 ซึ่งสรุปได้ว่า ในภาพรวมได้คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ทั่วประเทศต่ำกว่าร้อยละ 50 ทุกปีและเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์

ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 13 จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ พบว่า ปีการศึกษา 2553-2555 นักเรียนในเขตพื้นที่ดังกล่าวมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 29.30 26.66 และ 33.12 ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 เช่นกัน(สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556: online)

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากแบบสอบถามและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับการประเมินโครงการ TIMSS 2007 พบว่า ความเพียงพอของแหล่งเรียนรู้ส่งผลต่อคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ (ปรีชาญ เดชศรี, เกตุวดี กัมพลาศิริ และปริชาติ เบ็ญจวรรณ์, 2552)รวมทั้งปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของการวางแผนและการจัดการเรียนรู้คือ การเลือกใช้แหล่งเรียนรู้ ทั้งนี้พบว่า การที่โรงเรียนมีแหล่งเรียนรู้จำนวนน้อยส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอน อาทิ การใช้ห้องสมุด สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ และการเลือกใช้แหล่งเรียนรู้นั้นจำเป็นต้องมีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ตัวอย่างเช่น การใช้วีดิทัศน์หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำเสนอเหตุการณ์ที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในโรงเรียน เช่น ภูเขาไฟระเบิด การคลอดบุตร เป็นต้น และการนำนักเรียนไปเรียนรู้ในแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน เช่น การไปเยี่ยมชมโรงงาน พิพิธภัณฑ์ หรือศูนย์วิทยาศาสตร์ (Welling and Ireson, 2008: 10)

แหล่งเรียนรู้มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนทุกช่วงวัย เพราะแหล่งเรียนรู้ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีการสำรวจและค้นหาข้อมูลอย่างอิสระ มีการเรียนรู้เป็นกลุ่ม นักเรียนได้มีประสบการณ์จากเหตุการณ์จริง ได้รับคุณค่าจากการเรียนรู้ รวมทั้งพัฒนาความสามารถทางด้านสติปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแหล่งเรียนรู้ยังเอื้อต่อการเรียนรู้ได้ต่อเนื่องตลอดชีวิต (Saskachewan Ministry of Education, 2013: 4-5)หลักการสำคัญประการหนึ่งของการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21คือการที่นักเรียนสามารถสำรวจและค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ในชุมชน มีการเรียนรู้โดยลงมือกระทำ และสัมพันธ์กับการดำเนินในชีวิตประจำวัน (Okemura, 2008: 47) ทั้งนี้ ในต่างประเทศ เช่น ประเทศฮ่องกงได้มีการจัดหลักสูตรการศึกษาทั่วไปของประเทศให้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบและใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายมากกว่าการใช้ตำราในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว (So and Kong, 2007: 329) สำหรับประเทศไทยนั้นได้มีการให้ความสำคัญกับการนำแหล่งเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน โดยระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 25 ระบุว่า รัฐต้องส่งเสริมการดำเนินงานและการจัดตั้งแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิต

ทุกรูปแบบ ได้แก่ ห้องสมุดประชาชน พิพิธภัณฑ์ สวนพฤกศาสตร์ หอศิลป์ สวนสัตว์ สวนสาธารณะอุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์การกีฬาและนันทนาการ แหล่งข้อมูลและแหล่งเรียนรู้อื่นอย่างพอเพียงและมีประสิทธิภาพ(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 15)นอกจากนั้นประเทศไทยได้กำหนดกรอบทิศทางการศึกษาในช่วงการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) โดยเน้นการพัฒนาคุณภาพสถานศึกษาและแหล่งเรียนรู้ยุคใหม่สำหรับการศึกษาและเรียนรู้ทั้งในระบบ นอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตและมีคุณภาพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2545: 21-22)

การปฏิรูปการศึกษาในศตวรรษที่ 19 ได้มีการสนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบ (Keys and Bryan, 2000; Osborne et al., 2003; Keller, 2001 อ้างถึงใน Tatar, 2012) สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAs) และสภาการวิจัยแห่งชาติ (National Research Council: NRC) ได้เสนอว่า หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งให้ความสำคัญกับแนวคิดการสอนแบบสืบสอบ(Inquiry Approach)ซึ่งแนวคิดดังกล่าวเป็นผลให้การศึกษาวิทยาศาสตร์มีการปรับเปลี่ยนจากการให้นักเรียนท่องจำข้อเท็จจริงและมโนทัศน์ต่างๆ มาเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อค้นหาคำตอบจากคำถามที่ตนเองตั้งไว้ (Areepattamannil, 2012; Gibson and Chase, 2002)แนวคิดการสอนแบบสืบสอบนั้นมีแนวทางในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน สรุปได้ว่า ควรสนับสนุนให้นักเรียนสนใจธรรมชาติรอบตัว เพื่อนำนักเรียนให้ตั้งคำถามในประเด็นที่สนใจ โดยครูจัดเตรียมอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ และประสบการณ์การเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบจากคำถามที่ตั้งไว้ และอภิปรายผลการศึกษา รวมทั้งสะท้อนในสิ่งที่ได้เรียนรู้ (Carson, 1998) แนวคิดการสอนแบบสืบสอบนี้ช่วยพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ของนักเรียน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Tatar, 2012)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูสามารถจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนมีการส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจปรากฏการณ์ต่างๆ และกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (Hogan and Berkowitz, 2000)การสืบสอบเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดความ

เข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และพัฒนาทักษะการวิเคราะห์ได้ (Asay and Orgill, 2010)และส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีความรู้ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีความสามารถในการวิเคราะห์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ คุ้ยเคยกับกระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในวิธีการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ และการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่ประเด็นทางสังคมและประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบุคคล (Zion, Michalsky,and Mevarech, 2005) การนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สามารถช่วยพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน กล่าวคือ ส่งเสริมให้นักเรียนระบุปัญหาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ สำรวจและค้นหาข้อมูล แก้ปัญหาที่คลุมเครือ และลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่(Bransfield, Holt, and Nastasi, 2007; Orlich, 2010: 290)ดังงานวิจัยของ Basaga, Geban, and Tekkaya(1994) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีวเคมีของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีวเคมีเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของKhan et al. (2011)ที่ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การเรียนรู้แบบสืบสอบช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีดีขึ้น

การเรียนการสอนแบบสืบสอบช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์นำการสอนแบบสืบสอบมาใช้จัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนโดยมีขั้นตอนการสอนต่างๆ กันแม้ว่าการเรียนการสอนแบบสืบสอบมีหลากหลายรูปแบบ แต่มีประเด็นสำคัญที่เหมือนกันคือ การให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือสำรวจตรวจสอบข้อมูลด้วยตนเอง (Keys and Bryan, 2001)ตัวอย่างการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่มีจำนวนขั้นตอนการสอนต่างๆ กัน เช่น วงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจและค้นหา (2) ขั้นสร้าง และ (3) ขั้นค้นพบ (Lawson, 1995)วงจรการเรียนรู้ 4Es ประกอบ 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจและค้นหา (2) ขั้นอธิบาย (3) ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล (Evaluation) (Llewellyn, 2002)วงจรการเรียนรู้ 5Es ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (4) ขั้นขยายความรู้ และ (5) ขั้นประเมินผล (Bass,Contant and Carin, 2009)รูปแบบการเรียนการสอน 7E ประกอบด้วย 7 ขั้น ได้แก่ (1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม (2) ขั้นสร้างความสนใจ (3) ขั้นสำรวจและค้นหา (4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (5) ขั้นขยายความรู้ (6) ขั้นประเมินผลและ (7) ขั้นขยายความรู้รวบยอด (Eisenkraft, 2003)

รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่กล่าวมานี้ รูปแบบการเรียนการสอน 5E เป็นรูปแบบที่มีการนำมาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลายในประเทศไทยโดยการส่งเสริมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสืบสอบสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ให้แก่นักเรียนได้ ดังตัวอย่างงานวิจัยของแสงจัน พูมสะหวัน (2549) ได้ทำวิจัยเรื่องการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และงานวิจัยของนิติกร อ่อนโยน (2551) ได้ทำวิจัยเรื่องการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูง พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

อย่างไรก็ตาม มีรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบหนึ่งที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ โดยรูปแบบการเรียนการสอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการศึกษาค้นคว้า บันทึกข้อมูล ตลอดจนนำเสนอความรู้ความเข้าใจของตนเองรูปแบบการสอนแบบสืบสอบนี้นำเสนอโดย Borich, Hao, and Aw ในปี ค.ศ. 2006ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) **ขั้นตั้งคำถาม** (Ask) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้เกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษา นักเรียนอาจมีการเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิม เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหากิจกรรมที่ใช้ในขั้นนี้ เช่น การแสดงของจริง การสาธิต การใช้รูปภาพ วีดิทัศน์ และนำเสนอสถานการณ์(2) **ขั้นสำรวจตรวจสอบ** (Investigate) เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้า หรือทำการทดลอง โดยมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เป็นจริง (Real World) เพื่อหาคำตอบหรือสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ศึกษา (3) **ขั้นสร้างและวิเคราะห์** (Creative and Analyze) เป็นขั้นที่นักเรียนพิจารณาแยกแยะข้อมูลและหลักฐานต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ มีการจัดระเบียบข้อมูล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและการอธิบาย(4) **ขั้นอภิปราย** (Discuss) เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอผลการศึกษา แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ และผลการศึกษาค้นคว้า หรือผลการทดลองกับเพื่อนและครู นักเรียนมีการซักถามให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การสรุปประเด็นที่ศึกษาและสร้างความรู้ความเข้าใจในบทเรียน(5) **ขั้นสะท้อนการเรียนรู้** (Reflect) เป็นขั้นที่นักเรียนสะท้อนประสบการณ์การเรียนรู้ ข้อค้นพบ หรือความรู้ใหม่ของตนเอง โดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ (Learning Logs) การเขียนอนุทินการเรียนรู้ (Learning Journals) (Borich, Hao, and Aw:33-40) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่เสนอโดย Borich, Hao,

and Awนี้ มีการนำไปใช้วิจัยกับนักเรียนในโรงเรียนเขตชนบท พบว่า การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานและการให้คำปรึกษาอิเล็กทรอนิกส์โดยการประชุมทางวีดิทัศน์ช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น รวมทั้งเป็นการพัฒนาด้านเจตคติ แรงจูงใจ ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และมีการรับรู้ในบทบาทและอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากขึ้น(Li, Moorman, and Dyjur: 2010)

จากสภาพปัญหาของการศึกษาวิทยาศาสตร์และนักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และด้านความสามารถในการวิเคราะห์ รวมถึงแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสืบสอบและแหล่งเรียนรู้ข้างต้น สามารถกล่าวสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบสามารถส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนและการที่นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากแหล่งเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจ แรงจูงใจในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายขึ้น และนำไปสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่นำเสนอโดย Borich, Hao, and Aw ซึ่งมีขั้นตอนการสอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เป็นอย่างไร และเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วย การเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าหรือไม่
2. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้มีความสามารถในวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ และเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่าหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้กับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้กับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

การสอนแบบสืบสอบเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่สัมพันธ์กับธรรมชาติวิทยาศาสตร์และมีการใช้ทักษะสำรวจตรวจสอบในปัญหาที่แต่ละบุคคลสนใจ (Flick and Lederman, 2004: 33) ดังผลการวิจัยของHolme (2011) ที่ใช้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากพิพิธภัณฑ์ ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์และมีความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น และผลการวิจัยของ Li, Moorman, and Dyjur (2010) ที่ใช้การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานและการให้คำปรึกษาอิเล็กทรอนิกส์โดยการประชุมทางวีดิทัศน์ของนักเรียนชาวแคนาดาในเขตชนบท เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ดีขึ้น รวมทั้งสามารถพัฒนาด้านเจตคติแรงจูงใจ และมีการรับรู้ในบทบาทและอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ในขณะที่ผลการวิจัยของนิติกร อ่อนโยน (2551) ที่ใช้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์สูงกว่าก่อนทดลอง และสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ ในขณะที่ สมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง (2553) ได้ใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ โดยศึกษามโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า หลังการ

ทดลอง นักเรียนมีมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น และสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ

จากเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552: 18) ที่ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าร้อยละ 70 จัดว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับดี

ในงานวิจัยนี้มีแนวทางในการกำหนดสมมติฐาน 4 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70

สมมติฐานข้อที่ 2 นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 4 นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. ตัวแปรในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่

2.1.1 การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้

2.1.2 การเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

2.2.2 ความสามารถในการวิเคราะห์

2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

2.3.1 เนื้อหาวิชาและจำนวนเรื่องที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นเนื้อหาเดียวกันคือ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่

2.3.2 ผู้สอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3.3 ระยะเวลาที่สอน โดยมีจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหารายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ข้อตกลงเบื้องต้น

ความแตกต่างของช่วงเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **แหล่งเรียนรู้** หมายถึง ทรัพยากรหรือสิ่งต่างๆ ที่ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเน้นแหล่งเรียนรู้ที่อยู่นอกห้องเรียน ซึ่งมีกิจกรรมต่างๆ เกิดขึ้นและสามารถนำมาเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2. **การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้** หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นการสืบสอบ ซึ่งพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยBorich, Hao, and Aw (2006: 33-37) และมีการนำแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งคำถาม (Ask)เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้เกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษา นักเรียนอาจมีการเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิม เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาโดยครูนำเสนอสถานการณ์ที่เกิดขึ้นนอกห้องเรียน หรือสื่อต่างๆ เพื่อให้นักเรียนตั้งคำถาม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigation)เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบในประเด็นคำถาม หรือสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ศึกษาจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นนอกห้องเรียน แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนที่ครูนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น กิจกรรมกีฬาที่สนามฟุตบอล การใช้พาหนะในการเดินทาง ภูมิปัญญาท้องถิ่น

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างและวิเคราะห์ (Creative and Analyze)เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลและหลักฐานต่างๆ ที่รวบรวมได้จากขั้นสำรวจตรวจสอบ มาแยกแยะหาความสัมพันธ์และจัดระเบียบ เพื่อแสดงความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายผล(Discuss) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลหรือผลการศึกษาค้นคว้า ผลทดลองที่มีการจัดระบบระเบียบแล้วมานำเสนอต่อเพื่อนและครู โดยมีการซักถามและอภิปรายร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การสรุปประเด็นที่ศึกษาและสร้างความรู้ความเข้าใจในบทเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนการเรียนรู้(Reflect) เป็นขั้นที่นักเรียนไตร่ตรองประสบการณ์การเรียนรู้ ทบทวนข้อค้นพบ ความรู้ใหม่ รวมทั้งความรู้สึกในการทำกิจกรรมต่างๆ นอกห้องเรียน โดยนักเรียนแสดงการสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองในรูปแบบต่างๆ เช่น การเขียนบันทึกการเรียนรู้ (Learning Logs) การเขียนอนุทินการเรียนรู้ (Learning Journals)

3. **การเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบตามหนังสือเรียนและหนังสือคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้หรือตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเดิมของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นที่จะศึกษา โดยการใช้คำถาม สถานการณ์หรือรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบข้อมูลเพื่อหาคำตอบในประเด็นที่ศึกษาโดยเรียนรู้จากสื่อการเรียนรู้ต่างๆ เช่น สื่อของจริง วีดิทัศน์สื่อแอนิเมชั่นและนำเสนอผลการศึกษาหรือผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปสาระสำคัญของประเด็นที่ศึกษา โดยครูใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การสรุปผลการศึกษาหรือผลการทดลอง

4. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์** หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ ซึ่งวัดโดยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของAydede and Mytyar (2009)แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ 2) ความเข้าใจ และ 3) การนำไปใช้

5. **ความสามารถในการวิเคราะห์** หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะประเด็น การระบุองค์ประกอบย่อย ความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างองค์ประกอบ และหลักการหรือวัตถุประสงค์ของสารสนเทศ ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Sternberg (2005)แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อวัดความสามารถในการวิเคราะห์ 3 ด้าน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์หน่วยย่อย 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ 3) การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ

6. **นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย** หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนแบบสืบสอบ
    - 1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
    - 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
    - 1.3ขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

2. แหล่งเรียนรู้
    - 2.1 ความสำคัญของแหล่งเรียนรู้
    - 2.2 ความหมายของแหล่งเรียนรู้
    - 2.3 ประเภทของแหล่งเรียนรู้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    - 3.2องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    - 3.3 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4. ความสามารถในการวิเคราะห์
    - 4.1 ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์
    - 4.2องค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์
    - 4.3 พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์
    - 4.4 แนวทางการวัดความสามารถในการวิเคราะห์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การเรียนการสอนแบบสืบสอบ

การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ มีประเด็นนำเสนอ 3 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสำคัญและความเป็นมาของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ (2)ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบและ (3)ขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

ธรรมชาติในการเรียนรู้ของมนุษย์นั้นเริ่มจากความอยากรู้อยากเห็น ตั้งแต่แรกเกิดมนุษย์มีการเรียนรู้สิ่งรอบตัวโดยการลองผิดลองถูก มีการเรียนรู้จากสถานการณ์ที่แปลกใหม่ การเรียนรู้ของเด็กเป็นการค้นหาคำตอบหรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยใช้การสังเกต การใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบผลการศึกษาโดยการแยกแยะและจัดระเบียบข้อมูล และการสื่อความหมายข้อมูลให้เข้าใจได้ กระบวนการดังกล่าวช่วยให้มนุษย์สามารถดำรงชีพในชีวิตประจำวันได้ (National Research Council, 2000: 5) การส่งเสริมให้เด็กเกิดการเรียนรู้นั้นควรให้ความสำคัญกับการตั้งคำถาม การจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้สำรวจและค้นหาคำตอบจากคำถามที่ตั้งไว้ การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ของนักเรียน และเป็นการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Mayer and Alexander, 2011: 361)

ความสำคัญของการสืบสอบปรากฏให้เห็นได้จากมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งระบุว่า การสืบสอบมีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน การสืบสอบเริ่มจากการตั้งคำถาม สำรวจตรวจสอบ สร้างคำอธิบายและสื่อความหมายข้อมูล นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ จากการเรียนรู้แบบสืบสอบ เช่น การสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูล และการทดลอง เป็นต้น (National Science Education Standards, 1996: 2) จากการปฏิรูปการศึกษาในศตวรรษที่ 19 ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยมีการปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนจากที่เน้นการจดจำความรู้ไปเป็นการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Gibson and Chase, 2002: 693) สภาการวิจัยแห่งชาติของประเทศ

สหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC) ได้ระบุไว้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรมุ่งให้ความสำคัญกับการสืบสอบ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในการสร้างมโนทัศน์ สร้างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง (Metz, 2004: 105)

สำหรับประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ส่งเสริมให้ครูนำกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ซึ่งนักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตาม ลงมือปฏิบัติ ออกแบบบันทึกข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 78) และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุถึงการเรียนรู้เน้นการสืบสอบ โดยมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบสอบ มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับทุกระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ,2551: 92)

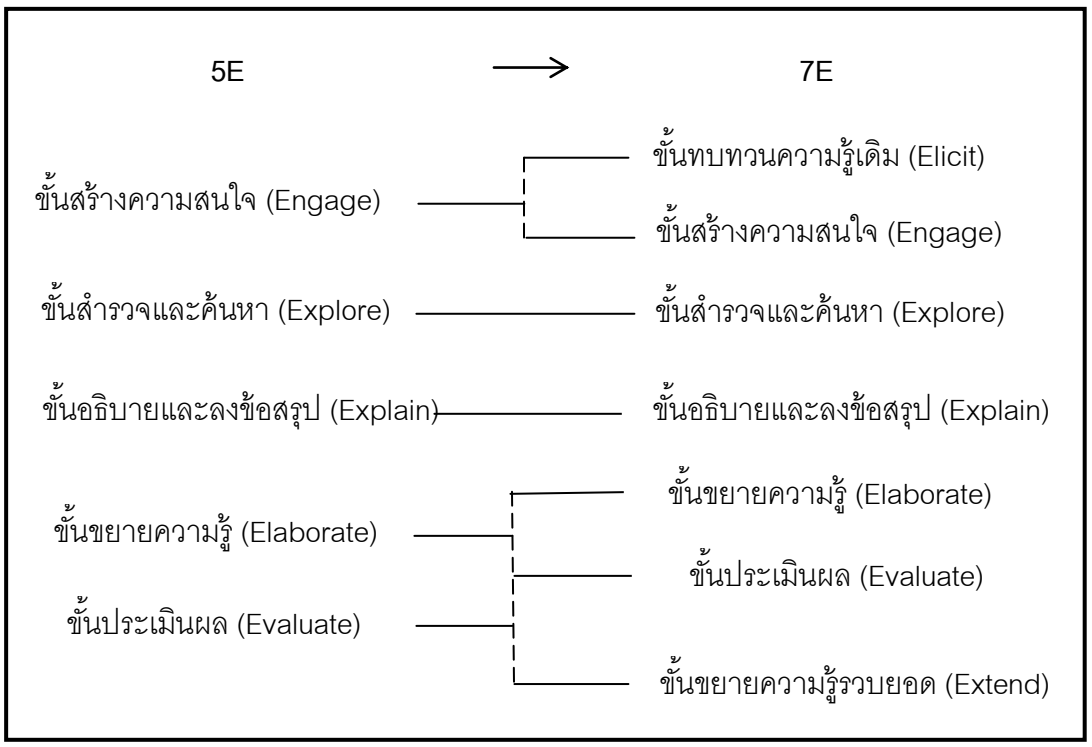
การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบมีการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย รูปแบบแรกของการเรียนการสอนแบบสืบสอบคือ วงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) พัฒนาโดย Atkin and Karplusในปี ค.ศ. 1962 ต่อมาได้นำรูปแบบนี้มาใช้ในการศึกษาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study: SCIS) โดย Karplusและทีมงาน ในปี ค.ศ. 1967 (Llewellyn, 2002: 91) ซึ่งวงจรการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (2) ขั้นสร้าง (Invention) และ (3) ขั้นค้นพบ (Discovery) อย่างไรก็ตาม ในปี ค.ศ. 1976 และ ค.ศ. 1977 พบว่า มีครูหลายท่านไม่เข้าใจในขั้นสร้าง และขั้นค้นพบ Karplusจึงได้ปรับปรุงขั้นตอนการสอนใหม่ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)(2) ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept Introduction) และ (3)ขั้นประยุกต์มโนทัศน์ (Concept Application) ต่อมา นักการศึกษาหลายท่านได้มีการปรับขั้นที่สอง โดยเปลี่ยนชื่อขั้นว่า ขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term Introduction) เนื่องด้วยในขั้นดังกล่าว ครูเป็นผู้แนะนำคำศัพท์ใหม่ให้แก่นักเรียน แต่ครูไม่สามารถแนะนำมโนทัศน์ให้แก่นักเรียนได้ นักเรียนต้องเป็นผู้สร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง (Lawson, 1995: 134-161)

ต่อมา Martin, Sexton and Gerlovichได้เสนอแนะวงจรการเรียนรู้ 4Es โดยจำแนกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (2) ขั้นอธิบาย (Explanation) (3) ขั้นขยายความรู้ (Expansion) และขั้นประเมินผล (Evaluation) (Llewellyn, 2002: 91) และ ปี ค.ศ. 1989 นักการศึกษาวิทยาศาสตร์นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนวงจรการเรียนรู้ 5E ขึ้น เพื่อใช้ในการจัดการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Sciences Curriculum Study) วงจรการเรียนรู้ 5E นั้นประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) (4) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) และ (5) ขั้นประเมินผล (Evaluate) (Bass,Contant and Carin, 2009: 91) ซึ่งเปรียบเทียบขั้นตอนวงจรการเรียนรู้แบบดั้งเดิมและวงจรการเรียนรู้ 5E ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบดั้งเดิมและวงจรการเรียนรู้ 5E (Soomro, 2010: 10)

วงจรการเรียนรู้แบบดั้งเดิม Atkin and Karplus(1960s)	วงจรการเรียนรู้ 5E (BSCS 1980s)
(1) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
(2) ขั้นสร้าง (Invention)	(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
(3) ขั้นค้นพบ (Discovery)	(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
	(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
	(5) ขั้นประเมินผล (Evalution)

Eisenkraft (2003: 58) ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอน 7E ประกอบด้วย 7 ขั้น ได้แก่ (1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit Prior Understandings) (2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) (3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) (4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) (5) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)(6) ขั้นประเมินผล (Evaluate) และ (7) ขั้นขยายความรู้รวบยอด (Extend) นอกจากนี้มีการเปรียบเทียบวงจรการเรียนรู้ 5E และรูปแบบการเรียนการสอน 7E ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 การพัฒนาวงจรการเรียนรู้ 5E เป็น รูปแบบการเรียนการสอน 7E
(Eisenkraft, 2003: 58)

นอกจากวงจรการเรียนรู้ 5E และรูปแบบการเรียนการสอน 7E ซึ่งมีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลายแล้ว ได้มีการนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งครูสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบให้แก่นักเรียนได้ Borich, Hao and Aw (2006: 32) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบประกอบด้วย ขั้นตอนของการเรียนการสอน5 ขั้นตอนได้แก่ (1) ขั้นตั้งคำถาม (Ask)(2) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigation)(3) ขั้นสร้างและวิเคราะห์ (Creative and Analyze)(4)ขั้นอภิปรายผล (Discuss)และ (5)ขั้นสะท้อนการเรียนรู้(Reflect)

1.2ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่นำเสนอต่อไปนี้ คือทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism) ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการพัฒนาการเรียนการสอนแบบสืบสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีสรรคนิยม

ทฤษฎีสรรคนิยมมีความเชื่อว่า การสร้างความรู้อย่างกระตือรือร้นเกิดจากการเรียนรู้เชิงรุกหรือเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น โดยมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือประสบการณ์ที่ได้รับกับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม (Pappas and Tepe, 2002: 25-27) ทฤษฎีสรรคนิยมเป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากปรัชญา สังคมวิทยา มนุษยวิทยา จิตวิทยาและการศึกษา มีหลักการว่า ทฤษฎีสรรคนิยมให้ความสำคัญกับกระบวนการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัวและสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง จนเกิดเป็นความเข้าใจเชิงลึก (Soomro et al., 2010: 6)

ทฤษฎีสรรคนิยมมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ที่อธิบายการเรียนรู้ว่า บุคคลแต่ละคนพยายามที่จะนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือที่เรียกว่า “Schema” โครงสร้างทางปัญญานี้ประกอบด้วยความหมาย หรือความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์นั้น นักเรียนสร้างความหมายโดยใช้เครื่องมือทางปัญญา (Cognitive Apparatus) ของตน ความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่สามารถถ่ายทอดจากครูไปสู่นักเรียนได้ แต่จะถูกสร้างขึ้นในสมองของนักเรียนจากความสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัสของนักเรียนกับโลกภายนอก โครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด (Mental Effort) หากการใช้ความรู้เดิมของตนทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้อง จะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลคงเดิม และมั่นคงมากยิ่งขึ้น แต่ถ้าการคาดคะเนไม่ถูกต้อง นักเรียนจะสงสัย และคับข้องใจ หรือที่เพียเจต์กล่าวว่าเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) เนื่องจากทฤษฎีสรรคนิยมไม่มีแนวปฏิบัติหรือวิธีการสอนอย่างเฉพาะเจาะจง ดังนั้น นักการศึกษาโดยเฉพาะนักวิทยาศาสตร์ศึกษา จึงได้ประยุกต์ใช้วิธีสอนต่างๆ ที่มีผู้เสนอไว้แล้ว และพบว่ามีวิธีการสอน 2 วิธีที่ใช้ประกอบกันแล้วช่วยให้แนวคิดของทฤษฎีสรรคนิยมประสบความสำเร็จในการเรียนการสอน คือ การเรียนการสอบแบบสืบสอบ (Inquiry)

และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) (ศศิธร วิทยะสิรินันท์ทิศนา แขมมณี และพิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 32-33)

ทฤษฎีสรรคนิยมนี้เป็นรากฐานของการเรียนรู้แบบสืบสอบ เพราะมุ่งให้สำคัญกับการปฏิบัติการหรือลงมือกระทำในชั้นเรียน รวมทั้งการให้นักเรียนมีส่วนร่วมเชิงรุกในบทบาทของการตั้งคำถาม การสร้างประเด็นหรือปัญหาด้วยตนเอง อย่างไรก็ตาม ทฤษฎีสรรคนิยมมีลักษณะสำคัญของการเรียนรู้คือ มีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม และมุ่งให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยมีวางแผนการทำงานร่วมกัน สามารถเจรจาต่อรองและแปลความหมายข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ศึกษา (Mayer and Alexander, 2011: 363-364) และทฤษฎีสรรคนิยมถือว่า สมองเป็นเครื่องมือสำคัญที่สำคัญที่สุดที่สามารถใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ และสิ่งต่างๆ ในโลกนี้ ซึ่งการแปลความหมายดังกล่าวเป็นเรื่องเฉพาะตัว เพราะการแปลความหมายของแต่ละบุคคลขึ้นกับการรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจ และภูมิหลังของแต่ละบุคคล ซึ่งมีความแตกต่างกัน สรุปได้ว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรคนิยมเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา (ทิศนา แขมมณี,2554: 93-94)

1.3 ขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบในรูปแบบต่างๆ กัน แต่มีความคล้ายคลึงในประเด็นที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติในการสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ดังต่อไปนี้

Karplus (1977 อ้างถึงใน Lawson, 1995: 134-139) ได้นำเสนอวงจรการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้ นักเรียนลงมือกระทำ สำรวจและค้นหาทดลอง เก็บรวมรวมข้อมูล โดยครูคอยให้คำชี้แนะ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

(2) ขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term Introduction) เป็นขั้นที่นักเรียนคิดเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รวบรวมมาจากการสำรวจและค้นหา โดยครูแนะนำคำศัพท์สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ เพื่อให้นักเรียนจัดระเบียบข้อมูลใหม่

(3)ขั้นประยุกต์มโนทัศน์ (Concept Application)เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้แล้วนำมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนขยายความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นได้ชัดเจนมากขึ้น

Trowbridge and Bybee (1990: 320-321 อ้างถึงใน Lawson, 1995: 164-167) ได้นำเสนอวงจรการเรียนรู้ 5E ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)เป็นขั้นที่ครูสร้างความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นให้แก่นักเรียน โดยตั้งคำถามและท้าทายให้นักเรียนคิดในสถานการณ์ที่ครูนำเสนอ เพื่อสามารถให้นักเรียนตั้งคำถามในประเด็นที่สนใจ

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่นักเรียนสำรวจตรวจสอบ รวบรวมหลักฐานและข้อมูล บันทึกข้อมูล มีการทำงานเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และสังเกตการทำงานของนักเรียน

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)เป็นขั้นที่นักเรียนอภิปรายการแก้ปัญหาหรือตอบคำถามต่างๆ นำเสนอผลการศึกษา และสรุปผล โดยที่ครูสามารถให้รายละเอียด แนะนำคำศัพท์ และสนับสนุนให้นักเรียนอภิปรายมโนทัศน์และคำนิยามด้วยตนเอง

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้กับสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์จริง หรือนำข้อมูลที่ได้มาตั้งคำถาม แก้ไขปัญหานั้น และออกแบบการทดลองใหม่ อีกทั้งสามารถค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม และ

(5) ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนประเมินกระบวนการทำงานและความรู้ของตนเอง โดยครูสามารถประเมินผลโดยการทดสอบคำศัพท์และข้อเท็จจริงที่ได้ศึกษา กระบวนการทำงานของนักเรียน หรือผลงานของนักเรียน

Eisenkraft (2003: 58) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอน 7E ประกอบด้วย 7 ขั้น ได้แก่

(1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit Prior Understandings) เป็นขั้นที่ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน

(2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นที่กระตุ้นความตื่นเต้นและความสนใจของนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

(3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสังเกต ออกแบบและวางแผนการทดลอง บันทึกข้อมูล เขียนกราฟ ตีความหมายข้อมูล และจัดกระทำผลการศึกษา

(4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นที่นักเรียนอภิปรายผลการศึกษาและสรุปผล โดยครูคอยชี้แนะคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ และนำอภิปรายผลโดยใช้คำถามเพื่อช่วยเหลือนักเรียนในการอภิปรายผลการศึกษา

(5) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

(6) ขั้นประเมินผล (Evaluate) เป็นขั้นที่ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจาก การทดสอบด้วยข้อสอบ และการประเมินจากการปฏิบัติงาน การทดลอง

(7) ขั้นขยายความรู้รวบยอด (Extend) เป็นขั้นที่นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียนที่ได้เรียนแล้วไปสู่เนื้อหาบทเรียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

Borich, Hao and Aw (2006: 32-37) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ซึ่งมีขั้นตอนของการเรียนการสอน5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นตั้งคำถาม (Ask)เป็นขั้นที่สนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยนักเรียนจะเป็นผู้กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ และการประเมินการเรียนรู้หลังจากกระบวนการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ โดยนักเรียนแสดงความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นในประเด็นหรือสถานการณ์ที่ครูนำเสนอ เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามในประเด็นที่นักเรียนสนใจ

(2) ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigation)เป็นการให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เป็นจริง (Real World) หรือให้นักเรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญของกระบวนการสืบสอบ โดยมีการรวบรวมและตีความข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

(3) ขั้นสร้างและวิเคราะห์ (Creative and Analyze)เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำการตรวจสอบ จัดระเบียบข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลที่ได้มา เพื่อนำไปสร้างการสื่อความหมายข้อมูล เช่น ผังมโนทัศน์ แผนภาพ นิทรรศการ

(4)ขั้นอภิปรายผล(Discuss) นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดหรือประสบการณ์การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน อภิปรายสิ่งที่ค้นพบ ซึ่งนักเรียนมีโอกาสอภิปรายร่วมกันอย่างใกล้ชิด และ

สามารถแลกเปลี่ยนสิ่งที่แต่ละคนค้นพบ รวมทั้งสามารถให้ข้อเสนอแนะได้ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

(5) ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) เป็นขั้นสะท้อนสิ่งที่ได้นักเรียนได้ค้นพบกระบวนการเรียนรู้ โดยนักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ เพื่อบันทึกสิ่งที่เรียนรู้จากการดำเนินงานและผลสะท้อนความคิดของตนเอง

การเรียนการสอนแบบสืบสอบนั้นส่งเสริมการเรียนรู้ด้านมโนทัศน์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนมีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับธรรมชาติรอบตัว โดยเริ่มจากการตั้งคำถาม การลงมือปฏิบัติ การรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่างๆ การจัดระเบียบข้อมูล การอภิปรายผลการศึกษาจากหลักฐานที่หามาได้ และสรุปผล (National Research Council, 2000) สำหรับขั้นตอนการสะท้อนการเรียนรู้นั้นถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่ให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดของตนเอง และเป็นส่วนสำคัญในการสร้างข้อสรุปในการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไร นักเรียนชอบหรือไม่ชอบอะไรในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล หรือสะท้อนความรู้สึกของนักเรียนในการทำงานร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน (Klentschy and Thompson, 2008: 77) ซึ่งนักเรียนสามารถสะท้อนการเรียนรู้โดยเขียนบันทึกการเรียนรู้ (Science Logs) หรือ อนุทินการเรียนรู้ (Journals) (Bentley and Ebert, 2007: 101) การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินตนเอง และเป็นการสะท้อนประสบการณ์การเรียนรู้ กระบวนการปฏิบัติงาน และความรู้สึกจากกระบวนทำงานนั้น รวมทั้งเป็นการระบุประเด็นสำคัญ สรุปบทเรียน หรือทบทวนข้อค้นพบในการอภิปรายผลการศึกษา (Harada and Yoshina, 2005: 35) ส่วนอนุทินการเรียนรู้นั้นเป็นการให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และมีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่นักเรียนรู้อยู่แล้ว (Sousa, 2006: 163)

การสะท้อนการเรียนรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก และเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการเรียนการสอนซึ่งครูสามารถนำมาใช้ในการสะท้อนการปฏิบัติงานของตนเอง ความเข้าใจการเรียนรู้ของนักเรียน และลักษณะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนแต่ละวัน การฝึกฝนให้นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถฝึกการสะท้อนการเรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม โดยให้นักเรียนเขียนสะท้อนในประเด็นต่างๆ เช่น ปัญหาที่พบ ข้อแนะนำ หรือความรู้สึกจากการดำเนินงาน

(Koballaand Tippins, 2004: 7) สอดคล้องกับ Sawyer (2006: 252) ที่สรุปได้ว่า การสะท้อนการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้มีการเชื่อมโยงระหว่างความคิดเดิมของนักเรียนและผลการศึกษาค้นคว้าจากกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งการสะท้อนการเรียนรู้ดังกล่าวนั้นเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์

จากขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบสอบของ Borich, Hao and Aw ในปี ค.ศ. 2006 บทบาทของครูและนักเรียนตามขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบสอบ มีรายละเอียดดังนี้ (Borich, Hao, and Aw, 2006)

(1) **การตั้งคำถาม** (Ask) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนสงสัย มีความอยากรู้อยากเห็นเพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามในประเด็นที่สนใจ บทบาทของครูจึงต้องกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นในประเด็นที่น่าสนใจ และร่วมกันคิดวิธีการสำรวจและค้นหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ครูนำเสนอ โดยหลังจากที่นักเรียนสังเกตการสาธิตหรือประเด็นที่ครูนำเสนอ ครูควรช่วยเหลือนักเรียนในขั้นตอนนี้ เช่น การนำเสนอประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์จริงในชีวิต หรือการใช้คำถาม เช่น “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...” หรือ “ครูสงสัยว่า...” เป็นต้น เพื่อกระตุ้นความสนใจ จินตนาการและตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ดังนั้นบทบาทนักเรียนจึงควรสนใจ อยากรู้อยากเห็นและร่วมกันคิดประเด็นที่ครูนำเสนอ โดยการตั้งคำถามที่นักเรียนสนใจเกี่ยวกับการสำรวจและค้นหาในประเด็นที่ครูนำเสนอ

(2) **การสำรวจตรวจสอบ** (Investigation)สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการให้นักเรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ในเวลาที่เหมาะสม และสำรวจตรวจสอบจากคำถามของนักเรียนเอง ดังนั้นบทบาทของนักเรียนจึงดำเนินการสำรวจตรวจสอบจากคำถามของนักเรียน และศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ เพื่อบันทึกและรวบรวมข้อมูล สำหรับบทบาทครูนั้นทำหน้าที่จัดเตรียมกิจกรรม และวัสดุอุปกรณ์สำหรับดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ให้คำแนะนำ สนับสนุนและช่วยเหลือนักเรียนในดำเนินกิจกรรม

(3)**การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล** (Creative and Analyze)ในขั้นตอนนี้นักเรียนมีบทบาทในการวิเคราะห์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและคำอธิบาย และจัดระเบียบข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสร้างการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล ขณะที่ครูมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า และแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการใช้สื่อที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอผลงาน

(4) **การอภิปรายผล** (Discuss)บทบาทสำคัญในขั้นตอนนี้คือ นักเรียนอภิปรายการศึกษา รวมทั้งการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ขณะที่ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ และเป็นผู้นำอภิปรายเกี่ยวกับผลการศึกษาของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผล

(5) **การสะท้อนการเรียนรู้**(Reflect)ในขั้นตอนนี้นักเรียนมีบทบาทในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่สะท้อนความรู้ความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา กระบวนการดำเนินกิจกรรม และพิจารณาคำถามใหม่ๆ ที่สามารถเป็นไปได้ ในขณะที่ครูมีบทบาทในการสนับสนุนให้นักเรียนสะท้อนความรู้ความเข้าใจจากการค้นพบความรู้ใหม่

จากบทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสืบสอบของ Borich, Hao and Aw ในปี ค.ศ. 2006 สรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากสภาพจริง และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ และมีทักษะการสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้(Borich, Hao and Aw, 2006: 33-37)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. **การตั้งคำถาม** (Ask) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้เกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษา นักเรียนอาจมีการเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิม เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาโดยครูนำเสนอสถานการณ์ที่เกิดขึ้นนอกห้องเรียน หรือสื่อต่างๆ เพื่อให้นักเรียนตั้งคำถาม	1. ตั้งคำถามหรือเสนอประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันแก่นักเรียน 2. กระตุ้นความสนใจ จินตนาการและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน 3. ตรวจสอบประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียน	1. แสดงความสนใจและอยากรู้อยากเห็นในประเด็นที่ศึกษา 2. ตั้งคำถามหรือสมมติฐานโดยมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประเด็นที่ศึกษา
2. **การสำรวจตรวจสอบ** (Investigation) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบในประเด็นคำถาม หรือสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ศึกษาจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นนอกห้องเรียน แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนที่ครูนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น กิจกรรมกีฬาที่สนามฟุตบอล การใช้พาหนะในการเดินทาง ภูมิปัญญาท้องถิ่น	1. จัดเตรียมกิจกรรมที่เน้นการใช้แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนสำหรับดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 2. กระตุ้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า หรือหาคำตอบด้วยตนเอง 3. ให้คำแนะนำและช่วยเหลือนักเรียนในดำเนินกิจกรรม 4. สนับสนุนให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม	1. ศึกษา ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน เพื่อรวบรวมข้อมูล 2. ระดมสมองในการคิด และแก้ปัญหา

ตารางที่ 2บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ (ต่อ)(Borich, Hao and Aw, 2006: 33-37)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. **การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล** (Creative and Analyze) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลและหลักฐานต่างๆ ที่รวบรวมได้จากขั้นสำรวจตรวจสอบ มาแยกแยะหาความสัมพันธ์และจัดระเบียบ เพื่อแสดงความเข้าใจของตนเอง	1. กระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า 2. สังเกตและให้คำแนะนำแก่นักเรียน 3. แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับการใช้สื่อที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอผลงาน	1. วิเคราะห์และจัดระเบียบข้อมูลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติจากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน 2. สังเคราะห์ข้อมูลและสร้างการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล เช่น การวาดแผนภาพ การสร้างกราฟ ตาราง
4. **การอภิปรายผล** (Discuss) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลหรือผลการศึกษาค้นคว้า ผลทดลองที่มีการจัดระบบระเบียบแล้วมานำเสนอต่อเพื่อนและครู โดยมีการซักถามและอภิปรายร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน	1. นำนักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ 2. ช่วยเหลือนักเรียนในการสร้างความรู้ความเข้าใจและข้อสรุป	1. นำเสนอผลการศึกษา 2. แลกเปลี่ยนและอภิปรายผลการทดลอง ผลการศึกษา และความรู้ความเข้าใจซึ่งกันและกัน 3. เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอ 4. สรุปผล

ตารางที่ 2บทบาทครูและนักเรียนตามขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ (ต่อ)(Borich, Hao and Aw, 2006: 33-37)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. **การสะท้อนการเรียนรู้**(Reflect) เป็นขั้นที่นักเรียนไตร่ตรองประสบการณ์การเรียนรู้ ทบทวนข้อค้นพบ ความรู้ใหม่ รวมทั้งความรู้สึกในการทำกิจกรรมต่างๆ นอกห้องเรียน โดยนักเรียนแสดงการสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองในรูปแบบต่างๆ เช่น การเขียนบันทึกการเรียนรู้ (Learning Logs) การเขียนอนุทินการเรียนรู้ (Learning Journals)	1. สนับสนุนให้นักเรียนสะท้อนความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น	1. พิจารณาหรือสะท้อนความคิดในสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน 2. เขียนบันทึกการเรียนรู้ (Learning Logs) อนุทินการเรียนรู้ (Learning Journals)

2. แหล่งเรียนรู้

การศึกษาเกี่ยวกับแหล่งเรียนรู้ มีประเด็นนำเสนอ 3 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสำคัญของแหล่งเรียนรู้ (2) ความหมายของแหล่งเรียนรู้ และ (3) ประเภทของแหล่งเรียนรู้

2.1 ความสำคัญของแหล่งเรียนรู้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิตด้วยเหตุผลที่ว่า ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาแล้วนักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้นท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์ มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น (อลิศรา ชูชาติ, 2549: 186-187) และสมาคมอเมริกันสำหรับบรรณารักษ์ (American Association of School Librarians: AASL) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ว่า นักเรียนสามารถร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มในการค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ในชุมชน มีการเรียนรู้ตามสภาพจริง และสัมพันธ์กับการดำเนินในชีวิตประจำวัน (Okemura, 2008: 47) สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนคือ การใช้แหล่งเรียนรู้ ถือว่าเป็นบทบาทสำคัญในการให้นักเรียนได้รับโอกาสเท่าเทียมกันทางการศึกษา โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างทางด้านฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมของนักเรียน และช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางกาเรียนของนักเรียน (Savasci and Tomul, 2013: 114)

ความสำคัญของแหล่งเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความสามารถและความสนใจของนักเรียนแต่ละคน ช่วยกระตุ้นความสนใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน มีการเรียนรู้โดยการลงมือกระทำ และสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง (Martin, Sexton and Wagner, 1994: 365-378) รวมทั้งเอื้อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี ตระหนักในข้อมูลที่ค้นหามาได้ สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ และส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจอาชีพต่างๆ หรือให้ข้อคิดในการเลือกศึกษาต่อเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Educational Resource Acquisition Consortium, 2008: 5)

ขณะที่การกำเนิดของแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย เริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2501 โดยจัดเป็นพิพิธภัณฑ์สำหรับเด็ก นับว่าเป็นพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติ ประวัติศาสตร์ และสโมสรสำหรับเด็กแห่งแรกในประเทศไทย ต่อมา ปี พ.ศ. 2505 คณะรัฐมนตรีได้อนุมัติให้กระทรวงศึกษาธิการดำเนินการสร้างท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ และหอดูดาว ซึ่งมีประโยชน์ต่อการศึกษาวิชาภูมิศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และดาราศาสตร์ และในปี พ.ศ. 2514 ได้ดำเนินการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี พ.ศ. 2537 ได้ถูกเปลี่ยนชื่อเป็นศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เพื่อให้สะท้อนถึงหน้าที่ และภารกิจที่ปฏิบัติให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเน้นการจัดการศึกษาและจัดแหล่งข้อมูลทางการศึกษา เพื่อการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบโรงเรียน ในปี พ.ศ. 2533 ได้จัดตั้งอุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในปี พ.ศ. 2537 ได้จัดตั้งศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษารังสิต ปทุมธานี ต่อมาคณะรัฐมนตรีมีมติให้ขยายโอกาสทางการศึกษาโดยขยายงานศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาไปสู่ต่างจังหวัด (วิชัย ฤกษ์ภูริทัต และคณะ, 2548: 13-14) ซึ่งแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียนนั้น นักเรียนสามารถเยี่ยมชมและศึกษาได้ด้วยตนเอง (Omosewo and Ogunlade, 2012: 86)

ครูวิทยาศาสตร์สามารถนำแหล่งเรียนรู้ต่างๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ตัวอย่างแหล่งเรียนรู้ ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้วัดทิศทางลม เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน เป็นต้น (Olagunju and Abiona, 2008: 49) ซึ่งการใช้แหล่งเรียนรู้อย่างหลากหลายสามารถทำให้การสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Kola, 2013) ดังตัวอย่างต่อไปนี้ Chang (2007: 247) ได้กล่าวถึงอินเตอร์เน็ต ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งของแหล่งเรียนรู้ สรุปได้ว่า อินเตอร์เน็ต มีส่วนทำให้นักเรียนมีการเรียนรู้เชิงรุก ช่วยให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีความสุขกับการเรียนรู้ Pilo (2011: 81) ได้กล่าวถึงศูนย์วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งของแหล่งเรียนรู้ สรุปได้ว่า การให้นักเรียนได้สำรวจและค้นหาข้อมูลจากศูนย์วิทยาศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ มีจินตนาการ มีความสนุกสนาน และได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย Oladejo et al. (2011: 113) สรุปว่า ผลของการใช้แหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ให้ดีขึ้น

จากข้อความข้างต้น กล่าวโดยสรุปได้ว่า แหล่งเรียนรู้มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน เพราะช่วยให้นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ในวิทยาศาสตร์มากขึ้น ได้รับประสบการณ์การ

เรียนรู้และความสุขจากการสำรวจและค้นหาข้อมูล ช่วยส่งเสริมด้านความรู้และทักษะการสังเกต การตั้งคำถาม การคิด การแก้ปัญหา และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 **ความหมายของแหล่งเรียนรู้**

คำว่า แหล่งเรียนรู้ มาจากภาษาอังกฤษ “Learning Resources” ซึ่งมีผู้แปลเป็นภาษาไทยในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น แหล่งสื่อการสอน แหล่งวิทยาการ แหล่งความรู้ แหล่งทรัพยากร เป็นต้น ซึ่งมีผู้เรียบเรียงความหมายของคำว่า แหล่งเรียนรู้ ไว้ดังนี้

Good (1959: 114) กล่าวว่า แหล่งเรียนรู้ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่มีอยู่ในชุมชน เป็นสิ่งที่มีคุณค่าทางการศึกษาที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ เช่น พิพิธภัณฑ์ โรงมหรสพ ห้องสมุด สวนสาธารณะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงบุคคลหรือกลุ่มคนที่อยู่ในชุมชนด้วย

Martin, Sexton and Wagner (1994: 365) กล่าวว่า แหล่งเรียนรู้ คือ สิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ได้แก่ วีดิทัศน์ การ์ตูน พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เป็นต้น โดยครูเป็นผู้จัดเตรียมประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายให้แก่นักเรียน

Ferrett (2006: 2)กล่าวว่า แหล่งเรียนรู้ คือ บุคคล รายการ เอกสาร วัสดุ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่สนับสนุนให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้

Saskachewan Ministry of Education (2013: 14) กล่าวว่า แหล่งเรียนรู้ หมายถึง สิ่งที่นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ของจริง หรือของตัวอย่าง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีคุณค่า

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549: 34) กล่าวว่า แหล่งเรียนรู้ คือ ถิ่น ที่อยู่ บริเวณ ศูนย์รวม บ่อเกิด แห่ง ที่ ที่ให้ประสบการณ์ทำให้มีความเข้าใจความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ราชบัณฑิตยสถาน (2555:329) กล่าวว่า แหล่งเรียนรู้ หมายถึง บุคคล สถานที่ ธรรมชาติ และเทคโนโลยี ที่ให้ความรู้ อำนวยความสะดวก ส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ เช่น ผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ ปราชญ์ชาวบ้าน ห้องสมุด เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ศูนย์การเรียนชุมชน ศาสนสถาน องค์การในชุมชน สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ

จากความหมายของแหล่งเรียนรู้ข้างต้น สามารถสรุปความหมายของแหล่งเรียนรู้ได้ว่า แหล่งเรียนรู้ หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ เช่น ของจริงหรือตัวอย่างจริง วีดิทัศน์หรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้เชี่ยวชาญ ปราชญ์ชาวบ้าน พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

2.3 ประเภทของแหล่งเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่าน ได้จำแนกประเภทของแหล่งเรียนรู้ไว้หลากหลาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

Olagunju and Abiona (2008) ได้ศึกษาการนำอุปกรณ์การเรียนรู้ (Material Resources) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา โดยมีตัวอย่างแหล่งเรียนรู้ เช่น แผนภาพ ตัวอย่างพืชและสัตว์ อุปกรณ์เพาะเลี้ยงพืช พิพิธภัณฑ์พืช ธรรมชาติจำลองขนาดเล็ก และกล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น

Oladejo et al. (2011) ได้ศึกษาการใช้วัสดุทางการเรียนการสอน (Instructional Materials) ในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งสรุปได้ว่า วัสดุทางการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) วัสดุการเรียนการสอนประเภทเสียง (Audio Instructional Materials)เช่น วิทยุ เครื่องบันทึกเสียง

(2) วัสดุการเรียนการสอนประเภทภาพ (Visual Instructional Materials)เช่น กระดานดำ ภาพนิ่ง แผนภาพ ฟิล์มภาพยนตร์

(3) วัสดุการเรียนการสอนประเภทภาพและเสียง (Audio- Visual Instructional Materials)เช่น โทรทัศน์ ภาพยนตร์ คอมพิวเตอร์

Stephen (2011) ได้กล่าวถึงอุปกรณ์การเรียนรู้ (Material Resources) ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งของแหล่งเรียนรู้ สำหรับวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีตัวอย่างแหล่งเรียนรู้ดังกล่าว เช่น ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ กัลวานอมิเตอร์ ถ่านไฟฉาย เซลล์กำเนิดไฟฟ้าที่เป็นสารอิเล็กโตรไลท์ เครื่องปรับกระแสไฟฟ้า ตัวต้านทาน หลอดไฟ และแท่งแม่เหล็ก เป็นต้น

Mudulia (2012)ได้นำเสนอแหล่งเรียนรู้ (Learning Resources) ที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) แหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคลและสถานที่ (Human and Physical Resources) เช่น ครู ผู้ช่วยห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ห้องสมุด และห้องเรียน

(2) แหล่งเรียนรู้ที่ไม่เป็นบุคคล (Non-Human Resources) เช่นหนังสือ สารเคมี เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

Omosewo and Ogunlade (2012) ได้ศึกษาเจตคติของครูในการนำแหล่งเรียนรู้ชุมชน (Community Resources) มาใช้ในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งได้สรุปว่า แหล่งเรียนรู้ชุมชนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) แหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคล (Human Resources) เช่น ครู นักเรียน นักการศึกษา ผู้ปกครอง และบุคคลที่อยู่ในสังคม

(2) แหล่งเรียนรู้ที่ไม่เป็นบุคคล (Non-Human Resources) เช่นวัสดุทางการเรียนการสอน เครื่องมือ และสิ่งอำนวยสะดวกต่างๆ

คณะอนุกรรมการพัฒนาคุณภาพวิชาการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (2546: 249) กล่าวถึงแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

(1) สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ หนังสือพิมพ์ วารสาร เป็นต้น

(2) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ มัลติมีเดีย CAIวีดิทัศน์ และรายการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านสื่อวิทยุ โทรทัศน์ CD-ROM อินเตอร์เน็ต

(3) แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน เช่น ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สวนพฤกษศาสตร์ สวนธรณีในโรงเรียน ห้องสมุด

(4) แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เช่น อุทยานแห่งชาติ สวนพฤกษศาสตร์ สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โรงงานอุตสาหกรรม หน่วยงานวิจัยในท้องถิ่น เป็นต้น

(5) แหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคล เช่น ปราชญ์ท้องถิ่น ผู้นำชุมชน ครู อาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย เป็นต้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2549: 35) ได้จำแนกแหล่งเรียนรู้ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน ได้แก่ ศูนย์วิทยบริการ ห้องสมุดโรงเรียน ห้องสมุดหมวดวิชา มุมหนังสือในห้องเรียน ห้องพิพิธภัณฑ์ ศูนย์ศิลปวัฒนธรรม ห้องมัลติมีเดีย ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องอินเตอร์เน็ต ห้องโสตทัศนศึกษา สวนธรรมมะ สวนวรรณคดี สวนสมุนไพร สวนหนังสือ เป็นต้น

(2) แหล่งเรียนรู้นอกโรงเรียน ได้แก่ ห้องสมุดประชาชน พิพิธภัณฑ์ ศูนย์ศิลปวัฒนธรรม หอศิลป์ สวนสัตว์ สวนสาธารณะ สวนพฤกษชาติ อุทยานแห่งชาติ ศูนย์กีฬา ภูมิปัญญา เป็นต้น

จากการศึกษาแหล่งเรียนรู้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าแหล่งเรียนรู้แบ่งได้ 2 ประเภท ดังนี้

(1) แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน หมายถึง สิ่งต่างๆ และกิจกรรมทั้งหลายที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถนำมาใช้สำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น ห้องสมุดโรงเรียน ห้องคอมพิวเตอร์ สวนสมุนไพร สวนธรรมมะ เป็นต้น

(2) แหล่งเรียนรู้นอกโรงเรียน หมายถึง สถานที่หรือสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ การตีมีดพร้า การทอผ้าพื้นเมือง เป็นต้น

นอกจากนี้มีแหล่งเรียนรู้ที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ทั้งในและนอกโรงเรียน คือ แหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคล ซึ่งแหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคล หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ความสามารถ ความถนัดพิเศษ และความเชี่ยวชาญในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่สามารถถ่ายทอดความรู้ทักษะ และเจตคติให้แก่นักเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ เช่น ครู อาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย ช่างฝีมือ ปราชญ์ชาวบ้าน เป็นต้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาฟิสิกส์ พบว่า การเรียนรู้ส่วนใหญ่เป็นการใช้สื่อ อุปกรณ์ในห้องเรียน เช่น วีดิทัศน์ แผนภาพ เอกสารความรู้ ส่วนการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนนั้นค่อนข้างน้อย เมื่อพิจารณาการนำแหล่งเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จากหนังสือเรียนและคู่มือครูวิทยาศาสตร์ พบว่า มีการระบุถึงการนำแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนและนอกโรงเรียนไม่นากนัก

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีประเด็นนำเสนอ 3 ประเด็น ได้แก่ (1) ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (2) องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ (3) แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการสืบค้นเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Lee (1998: 30-31) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Lee (1999: 83) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การเรียนรู้และความสำเร็จที่ได้รับในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

Lee and Paik(2000: 17) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรู้และลงมือกระทำเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยครูจัดเตรียมกิจกรรมและแหล่งเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายที่วางไว้

Smith et al. (2000: 8) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ การตีความและการใช้ข้อมูลจากแผนผัง ตาราง หรือกราฟ รวมทั้งการรวบรวมข้อมูลเพื่ออธิบายและลงข้อสรุปได้

Educational Policy Improvement Center (2011: 14) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน

Herbert Hoover High School (n.d.: 1) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึง ความเข้าใจ วิเคราะห์ และสื่อความหมายข้อมูล รวมทั้งการมีทักษะต่างๆ ที่ได้รับจากโรงเรียนและชีวิตประจำวัน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 109)กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนการสอน

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.2องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Bloom et al. (1956: 6-7) ได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน ดังนี้

(1) ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนานักเรียนเกี่ยวกับการระลึกหรือการจดจำความรู้และการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา

2) ด้านจิตพิสัย(Affective Domain) เป็นวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนานักเรียนเกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ คุณค่า ความซาบซึ้งและการปรับตัว

(3) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)เป็นวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนานักเรียนเกี่ยวกับทักษะ ความชำนาญในการดำเนินงาน

Klopfer (1971: 566-580) ได้จำแนกวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(1) ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension) คือ การที่นักเรียนแสดงถึงความรู้และความเข้าใจเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ โดยได้รับจากการอ่านหนังสือ การฟังบรรยาย และจากแหล่งเรียนรู้ทุติยภูมิต่างๆ

(2) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Processes of Scientific Inquiry) คือ การที่นักเรียนแสดงถึงการมีส่วนร่วมในการสืบสอบหาความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ และสร้างแนวคิดใหม่ๆ ขึ้นมา

(3) การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods) คือ การที่นักเรียนแสดงถึงการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ในวิชา

วิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ๆ ได้ ซึ่งนักเรียนควรฝึกการแก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ในสาขาอื่นๆ และเทคโนโลยี เช่น ทำไมน้ำจึงเคลื่อนที่ขึ้นไปตามลำต้นของพืช

(4) ทักษะการใช้เครื่องมือ (Manual Skill) คือ การที่นักเรียนแสดงถึงการมีทักษะในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่วๆ ไป เช่น เครื่องชั่ง กล้องจุลทรรศน์ ไม้บรรทัด เป็นต้น และสามารถปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคในการทดลองทั่วๆ ไปได้อย่างประณีตและปลอดภัย เช่น การหาค่าความต้านทานไฟฟ้าของลวดที่กำหนดให้ การตรวจสอบความแข็งของตัวอย่างแร่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงการป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องมือและผู้ทำการทดลองด้วย

(5) เจตคติและความสนใจ (Attitudes and Interests) คือ การที่นักเรียนแสดงถึงการมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ ความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

(6) การมีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ (Orientation) คือ การที่นักเรียนแสดงถึงความประทับใจในวิทยาศาสตร์ การมีโลกทัศน์ที่กว้างขวางและสามารถปรับตัวได้ดี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 11-15) ได้กล่าวถึงเป้าหมายที่ต้องการประเมินจากการทำกิจกรรมต่างๆ ที่สะท้อนถึงสมรรถภาพของนักเรียน โดยจำแนกได้เป็น 3 ด้าน ดังนี้

(1) ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก

(2) กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้ และการลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาวน์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ

(3) เจตคติ หมายถึง จิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ

จากการศึกษาองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ข้างต้น กล่าวได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องพัฒนาความสามารถของนักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ครอบคลุมทั้งด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ดังนั้นพอสรุปได้ว่า องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัยโดยในด้านพุทธิพิสัย ประกอบด้วย ความรู้ความเข้าใจ

ทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ไปใช้ ด้านจิตพิสัย ประกอบด้วย เจตคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ แนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะพิสัย ประกอบด้วย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้เครื่องมือ

3.3 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะประเมินจากพฤติกรรมที่ต้องการวัดในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ซึ่งมีแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังต่อไปนี้

Hales (1972: 8-9) กล่าวว่า การสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นให้วัดตามวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอน โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่จำแนกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Understanding) และการนำไปใช้ (Application) ดังงานวิจัยของ Aydede and Mytyar (2009: 129) ได้สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) และการนำไปใช้ (Application)

Gronlund (1993: 8-11) เสนอว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่มีคุณภาพนั้นจะต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) นิยามผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชา เช่น บอกความหมายของคำศัพท์ได้ หรือบอกความแตกต่างระหว่างคำศัพท์ได้

2) วัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ โดยกำหนดผลการเรียนรู้ที่จะวัดให้มีทั้งระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น

3) ควรจะวัดพฤติกรรมที่เป็นตัวแทนของการเรียนการสอน โดยกำหนดตัวชี้วัดและขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัดก่อน จากนั้นจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัดจากขอบเขตที่กำหนด

4) ควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

5) คำนึงถึงการวางแผนสำหรับการนำผลการทดสอบไปใช้ เช่น การสอบก่อนเรียนสำหรับตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อนำผลการทดสอบไปปรับปรุงการเรียนการสอน เป็นต้น และการสร้างแบบวัดควรวัดความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน

6) ควรตรวจให้คะแนนแก่นักเรียน โดยไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด ซึ่งการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีควรจัดเตรียมผลลัพธ์ให้คงเส้นคงวา เพื่อที่จะสามารถนำแบบวัดไปใช้กับนักเรียนได้ ในกรณีที่ทดสอบในเวลาที่แตกต่างกัน

Nitko and Brookhart (2007: 166-167) กล่าวไว้ว่า แบบสอบที่นิยมใช้มากที่สุด คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Items) ซึ่งคุณค่าของข้อสอบดังกล่าวมี 4 ประการ ดังนี้ (1) ข้อสอบแบบเลือกตอบสามารถประเมินได้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากกว่าข้อสอบแบบถูกผิด (True-FalseItems) หรือข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Items) ดังนั้นจึงมีความตรงที่เพิ่มขึ้นสำหรับการประเมินผลในชั้นเรียน(2) รูปแบบการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย กล่าวคือ เมื่อการให้คะแนนมีความเป็นปรนัยมาก ก็สามารถประเมินนักเรียนได้ถูกต้องมากขึ้น(3) การประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้เหมาะสำหรับการประเมินที่ใช้เวลาอย่างจำกัดและสามารถประเมินได้ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้(4) รูปแบบข้อสอบแบบนี้สามารถตรวจได้ง่าย ส่วนจำนวนข้อสอบและเวลาที่ใช้ในแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่ผู้สอน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Aka, Goven and Aydogdu (2010: 17)สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า โดยวัดพฤติกรรมทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยตามวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนของ Bloom ซึ่งออกข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 25 ข้อ

Caliskan, Selcuk and Erol (2010: 23) สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ 5 เรื่อง ได้แก่ การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ การเคลื่อนที่ในสองมิติ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการถ่ายโอนพลังงาน โดยออกข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 37 ข้อ

Ogunkola (2011: 567) สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยออกข้อสอบแบบเลือกตอบ จำนวน 50 ข้อ

Parveen (2012: 155) สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยออกข้อสอบแบบเลือกตอบและแบบจับคู่ จำนวน 30 ข้อ และได้จำแนกอัตราส่วนจำนวนข้อของข้อสอบเป็น 2 ส่วน คือ ข้อสอบที่ใช้วัดความรู้เดิมของ

นักเรียน ได้กำหนดจำนวนข้อเป็นร้อยละ 30 และข้อสอบที่ใช้วัดเนื้อหาที่สอน ได้กำหนดจำนวนข้อเป็นร้อยละ 70 ทั้งนี้ได้กำหนดเวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530:19)กล่าวว่าแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) เป็นแบบวัดที่มุ่งตรวจสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของสมองในด้านต่างๆ ของนักเรียนว่า หลังการเรียนรู้เรื่องนั้นๆแล้ว นักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นๆ เพียงใด

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537: 324-328) กล่าวว่า ในการสร้างข้อสอบนั้น ครูต้องพิจารณาว่าจะใช้ข้อสอบชนิดใด เป็นข้อสอบอัตนัย (Subjective Tests) หรือข้อสอบปรนัย (Objective Tests) โดยครูจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับข้อสอบทั้งสองชนิด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ข้อสอบอัตนัย มีลักษณะที่สำคัญคือ การตอบของนักเรียนจะเป็นอย่างอิสระตามความคิดและความเข้าใจของนักเรียนเอง นักเรียนจะต้องอ่านโจทย์คำถามแล้วคิดว่าจะตอบอย่างไร เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการที่จะสร้างแนวคิด รวบรวมแนวความคิดและเขียนแสดงออกของความคิดนั้น

(2) ข้อสอบปรนัย เป็นข้อคำถามมีชัดเจน มีความเข้าใจความหมายของคำถามตรงกัน คำตอบที่ถูกต้องคืออะไร และการตรวจให้คะแนนจะเหมือนกัน ข้อสอบแบบปรนัยที่นิยมเลือกใช้ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Items) ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Items) ข้อสอบแบบถูกผิด (True-False Statements) และข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Items)

หลักการในการวางแผนสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดังนี้

(1) ระบุวัตถุประสงค์ของการใช้แบบสอบให้ชัดเจน

(2) ข้อสอบแต่ละข้อในแบบสอบจะต้องเป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้สอนไปแล้วตามหลักสูตร

(3) จำนวนข้อสอบจะต้องเป็นสัดส่วนกับความสำคัญมากน้อยในสิ่งที่ครูได้เน้นในการสอน

(4) ควรจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบ

เอมอร จังศิริพรปกรณ์ (2550: 30) กล่าวว่า แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพด้านสมอง ที่มุ่งวัดสมรรถนะสูงสุด (Maximum Performance) อันบ่งบอกถึงสถานภาพการเรียนรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) แบบสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-Made Test) เป็นแบบสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์เฉพาะกลุ่มนักเรียนที่ครูสอน ทำให้วัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ครูต้องการ โดยทั่วไปแบบสอบที่ครูสร้างขึ้นเองจะมี 2 ชนิด ได้แก่ แบบสอบที่ใช้วัดระหว่างการเรียนการสอน (Formative Test) เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียน และนำผลมาใช้เพื่อการปรับปรุงการสอนของครูและปรับปรุงการเรียนของนักเรียน อีกชนิดคือ แบบสอบที่ใช้วัดหลังสิ้นสุดการเรียนการสอน (Summative Test) เพื่อนำผลการวัดไปใช้ในการสรุปรวบยอด หรือตัดสินผลการเรียนของนักเรียน แบบสอบที่ครูสร้างเองนั้น ส่วนใหญ่มักไม่ได้มีการทดลองใช้เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพว่าเป็นแบบสอบมีคุณภาพหรือไม่ อย่างไร ส่วนการตรวจให้คะแนนและการแปลผลมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกันหรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ครูกำหนดไว้

(2) แบบสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่วๆ ไป มีความเป็นมาตรฐาน 3 ประการ ได้แก่ การสร้าง การดำเนินการสอบ และการแปลความหมายของคะแนนที่เป็นมาตรฐาน โดยมีเกณฑ์ในการเปรียบเทียบที่เป็นมาตรฐาน เรียกว่า เกณฑ์ปกติ (Norm) สำหรับแปลความหมายของคะแนนของผู้เข้าสอบเมื่อเปรียบเทียบกับคนส่วนใหญ่ ทำให้ผลคะแนนที่ได้มีความน่าเชื่อถือ และนำไปเปรียบเทียบกันได้กว้างขวางมากกว่าแบบสอบที่ครูสร้างขึ้น

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าว พอสรุปได้ว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้ตามวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอน โดยวัดสมรรถภาพของสมองในด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้ผ่านการเรียนรู้มาแล้ว และในการสร้างข้อสอบนั้นสามารถสร้างได้ 2 แบบ คือ ข้อสอบปรนัย และข้อสอบอัตนัย ทั้งนี้ข้อสอบที่นิยมใช้มากที่สุด คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Items)

4. ความสามารถในการวิเคราะห์

การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์ มีประเด็นนำเสนอ 4 ประเด็น ได้แก่ (1) ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์ (2) องค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ (3) พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์ และ (4) แนวทางการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์

จากการสืบค้นเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่าการวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

Bloom (1956: 144) กล่าวว่า การวิเคราะห์ หมายถึงการแยกเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย แล้วค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยต่างๆ และวิธีที่ส่วนย่อยประกอบรวมกันเป็นส่วนใหญ่

Clark (1968: 53) กล่าวว่า การวิเคราะห์ คือการแยกองค์ประกอบหรือส่วนต่างๆ และทำการเชื่อมโยงการจัดระบบของความคิดว่ามีความชัดเจนหรือไม่

Anderson et al. (1970: 32) กล่าวว่า การวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะความคิดออกเป็นส่วนย่อย และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยนั้น เช่น พิจารณาข้อความจากการทดลองว่าเป็นข้อเท็จจริงหรือสมมติฐาน

Good (1973: 29) กล่าวว่า การวิเคราะห์ คือกระบวนการจำแนกความแตกต่างองค์ประกอบของความคิดที่ซับซ้อน

Hannah and Michaelis (1977: 100) กล่าวว่า การวิเคราะห์ คือ การแยกแยะองค์ประกอบเพื่อจำแนกออกเป็นชิ้นส่วน ประเภท คุณภาพหรือวัตถุประสงค์ และระบุความสัมพันธ์เพื่อจำแนกเหตุและผล หรือเปรียบเทียบ รวมทั้งจัดระเบียบข้อมูลให้เป็นแบบแผน

Banks (1985: 461) กล่าวว่า การวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะส่วนต่างๆ ซึ่งต้องการให้นักเรียนแยกข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็น สมมติฐาน หรือข้อสรุป รวมทั้งค้นหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในแต่ละส่วนของข้อมูล

Oosterhof (1994: 38) กล่าวว่า การวิเคราะห์ คือ การแยกแยะมโนทัศน์หรือการสื่อความหมายขององค์ประกอบย่อย รวมทั้งค้นหาความสัมพันธ์หรือหลักการจัดระเบียบของข้อมูล

Anderson et al. (2001: 67) กล่าวว่า การวิเคราะห์ คือ การแยกแยะองค์ประกอบออกเป็นส่วนย่อย และค้นหาความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบย่อยนั้น รวมทั้งค้นหาโครงสร้างหรือวัตถุประสงค์ของข้อมูลทั้งหมด

Letteri(1985 อ้างถึงใน Wilen et al., 2004: 55) กล่าวว่า การวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อระบุและจำแนกประเภท

Kaufman and Singer (2004: 327) กล่าวว่า การวิเคราะห์ คือ การแก้ปัญหาและตัดสินใจในความคิดนั้น

Jackson (2010: 11) กล่าวว่า การวิเคราะห์ คือการค้นหาองค์ประกอบย่อย พิจารณาความสัมพันธ์ต่างๆ และค้นหาโครงสร้างจากเรื่องราวทั้งหมดได้

สรุปได้ว่า ความสามารถในการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะสิ่งต่างๆ ของข้อมูล เพื่อหาค้นหาองค์ประกอบย่อย ความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น รวมทั้งหาหลักการหรือวัตถุประสงค์ของความรู้นั้นได้ อันก่อให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจในข้อมูลเหล่านั้น

4.2องค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

Bloom et al. (1956: 145-148) ได้เสนอองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ 3 ประการ ดังนี้

(1) การวิเคราะห์หน่วยย่อย (Analysis of Elements) หมายถึง การจำแนกข้อมูล อันนำไปสู่การสรุปอย่างชัดเจน ดังตัวอย่างเช่น

(1.1) ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่มีความไม่ชัดเจน

(1.2) ทักษะในการแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากสมมติฐาน

(1.3) ความสามารถในการแยกแยะข้อเท็จจริงจากข้อความที่กำหนดให้

(1.4) ทักษะการระบุสิ่งจูงใจ และการพิจารณาพฤติกรรมของแต่ละบุคคลและของกลุ่ม

(1.5) ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปออกจากข้อความที่กำหนดให้

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) หมายถึง การระบุความแตกต่างของเนื้อหาจากการสื่อความหมายข้อมูล โดยมีการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและส่วนต่างๆของการสื่อความหมายข้อมูล รวมทั้งพิจารณาความสัมพันธ์ของสมมติฐานและหลักฐาน และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและสมมติฐาน ดังตัวอย่างเช่น

(2.1) ความเข้าใจความสัมพันธ์ของความคิดในข้อความต่างๆ

(2.2) ความสามารถในการค้นหารายละเอียดที่มีความเกี่ยวข้องกับการตัดสินผลนั้น

(2.3) ความสามารถในการค้นหาข้อเท็จจริงที่มีความจำเป็นในการสนับสนุนข้อสรุปนั้นได้

(2.4) ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานกับข้อมูลที่ให้มา

(2.5) ความสามารถในการแยกแยะความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลออกจากความสัมพันธ์อื่นๆ อย่างเป็นลำดับ

(2.6) ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีการขัดแย้งกันและการแยกแยะข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกันได้

(2.7) ความสามารถในการตรวจสอบการอ้างเหตุผลหรือความเชื่อที่ไม่ถูกต้องจากการโต้แย้ง

(2.8) ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลที่สำคัญและไม่สำคัญในข้อความนั้นได้

(3) การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง การวิเคราะห์โครงสร้าง และการจัดระเบียบของการสื่อความหมายข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจเหตุการณ์ ดังตัวอย่างเช่น

(3.1)ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลและองค์ประกอบย่อยต่างๆ อย่างเป็นระบบ

(3.2) ความสามารถในการรับรู้รูปแบบและแบบแผนจากข้อมูลที่ให้มา

(3.3) ความสามารถในการบ่งบอกถึงวัตถุประสงค์ มุมมองหรือความคิด และความรู้สึกในข้อความของผู้เขียนได้

(3.4) ความสามารถในการบ่งบอกถึงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ปรัชญา หรือยกตัวอย่างในข้อความของผู้เขียนได้

(3.5) ความสามารถในการมองเห็นเกี่ยวกับการใช้เทคนิคในสื่อที่โน้มน้าวใจได้ เช่น การโฆษณา ข้อมูลประชาสัมพันธ์

(3.6) ความสามารถในการค้นหาใจความสำคัญหรือความโน้มเอียงในคำอธิบายของผู้เขียน

Clark (1968: 54) ได้เสนอองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้

(1) การวิเคราะห์หน่วยย่อย (Analysis of Elements) คือ การระบุเนื้อหา การสื่อความหมายข้อมูล และสามารถจำแนกข้อเท็จจริงออกจากสมมติฐาน

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) คือการเชื่อมโยงและการหาความเกี่ยวข้องกันระหว่างหน่วยย่อย

(3) การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ (Analysis of Organizational Principles) คือ การจัดระเบียบข้อมูลอย่างเป็นระบบ รวมทั้งมีความชัดเจนและสร้างการสื่อความหมายข้อมูลโดยรวม

Hannah and Michaelis (1977: 100) เสนอว่าการวิเคราะห์สามารถจำแนกออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

(1) การวิเคราะห์หน่วยย่อย (Breaking of an Item into Elements) คือ การระบุ การให้ความหมายข้อมูลในแต่ละส่วนย่อย การจำแนกข้อมูลที่สัมพันธ์กัน และการแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็นหรือข้อสรุป

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) คือความสามารถในการเชื่อมโยงความคิดจากการสื่อความหมายข้อมูลได้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและสมมติฐานหรือข้อโต้แย้ง การระบุเหตุและผล การเปรียบเทียบ การลำดับเหตุการณ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา และการจำแนกสิ่งที่เกี่ยวข้องกันจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกันได้

(3) การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ (Analysis of Organizing Principles) คือ ความสามารถในการระบุสาระสำคัญ หลักการ ช่วงเวลา แบบแผน รวมทั้งการลงความเห็นภายใต้วัตถุประสงค์ที่กำหนด

Anderson et al. (2001:79-83) เสนอว่าการวิเคราะห์สามารถจำแนกออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

(1) การจำแนก (Differentiating) คือ การแยกแยะส่วนประกอบย่อยออกจากโครงสร้างโดยรวมที่มีความสำคัญหรือความสัมพันธ์กัน และเป็นการแยกข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกัน รวมทั้งระบุข้อมูลที่มีความสำคัญหรือตรงประเด็นมากที่สุด

(2) การจัดการอย่างเป็นระบบ (Organizing)คือ การระบุหลักเกณฑ์ และค้นหาความสัมพันธ์ที่เห็นพ้องตรงกันของมูลหรือสถานการณ์ที่ให้มา

(3) การคาดคะเน (Attributing) คือ การค้นหามุมมอง ความโน้มเอียง คุณประโยชน์หรือจุดมุ่งหมายของข้อมูลที่ให้มา

จากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ข้างต้น พบว่า นักการศึกษาได้เสนอองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ที่มีความคล้ายคลึงกัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ของนักการศึกษา

Bloom et al. (1956: 145-148)	Clark (1968: 54)	Hannah and Michaelis (1977: 100)	Anderson et al. (2001: 79-83)
1. การวิเคราะห์หน่วยย่อย 2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3. การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ	1. การวิเคราะห์หน่วยย่อย 2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3. การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ	1. การวิเคราะห์หน่วยย่อย 2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3. การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ	1. การจำแนก 2. การจัดการอย่างเป็นระบบ 3. การคาดคะเน

จากตารางการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของนักการศึกษาทั้ง 4 ท่านนั้นพบว่ามีความคล้ายคลึงกัน และสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่

สำคัญของความสามารถในการวิเคราะห์มี 3 องค์ประกอบ ซึ่งได้สรุปความหมายของแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

(1) การวิเคราะห์หน่วยย่อย (Analysis of Elements) หมายถึง การจำแนกองค์ประกอบย่อย และค้นหาความสำคัญของเรื่องใดๆ ที่ไม่ได้กล่าวอย่างชัดเจนในข้อความให้สื่อความหมายออกมา

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) หมายถึง การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อย หรือระหว่างส่วนต่างๆ ไว้ด้วยกัน

(3) การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง การระบุโครงสร้างของการจัดรวบรวมข้อมูล หลักการ หรือค้นหาวัตถุประสงค์ เพื่อให้เข้าใจเรื่องราวในการสื่อความหมายข้อมูล

4.3 พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์

Bloom et al. (1956: 145) เสนอว่า พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์ มีดังนี้

(1) แยกแยะเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยได้

(2) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยได้

(3) จัดกระทำและประกอบข้อมูลที่สื่อความหมายทั้งหมดได้

Hannah และMichaelis (1977: 100) เสนอว่า พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์ มีดังนี้

(1) แยกแยะข้อเท็จจริงออกจากความคิดเห็นหรือข้อสรุป

(2) ระบุเหตุผล เปรียบเทียบข้อมูล ลำดับเหตุการณ์ที่กำหนดมาให้ หาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา และจำแนกสิ่งที่เกี่ยวข้องกันจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกันได้

(3) ระบุสาระสำคัญ หลักการ ช่วงเวลา และแบบแผนได้

Elder และ Pual (2007: 5) เสนอว่า พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์ มีดังนี้

(1) สร้างจุดประสงค์ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ได้

(2) ตั้งคำถามจากประเด็นที่นำเสนอหรือปัญหาที่ให้มาได้

(3) สังเกตและใช้ข้อมูล ข้อเท็จจริง เพื่อตั้งสมมติฐานได้

(4) ตีความและลงความเห็นจากข้อมูลในการสรุปข้อสรุปได้

(5) ระบุมโนทัศน์ ทฤษฎี ความหมาย กฎ หลักการ และรูปแบบได้

(6) ระบุเหตุและผลได้

Heimannและ Slomianko (1985: 16 อ้างถึงใน Robbins, 2011: 44) เสนอว่า พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์ มีดังนี้

(1) ตั้งคำถามจากเรื่องราวใหม่ หรือบทสนทนาที่ซ่อนเร้น รวมทั้งตั้งสมมติฐาน

(2) ระบุส่วนประกอบย่อยจากแนวคิดหรือหลักการที่ซับซ้อน และจำแนกเรื่องราวออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้

(3) ออกแบบข้อมูลย้อนกลับเพื่อประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเองได้

(4) ตั้งวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอน

(5) เข้าใจความหมายของข้อความและค้นหาคำตอบ

สรุปได้ว่า พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

(1) จำแนกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้

(2) ระบุคุณลักษณะสำคัญหรือสิ่งที่ซ่อนเร้นจากข้อความที่กำหนดมาให้ได้

(3) แยกแยะข้อเท็จจริงออกจากสมมติฐานได้

(4) ตั้งสมมติฐานจากข้อความที่ให้มาได้

(5) แสดงความสอดคล้องระหว่างข้อความที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันและส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกันได้

(6) เปรียบเทียบและจัดลำดับข้อมูลได้

(7) สรุปความ หลักการ วัตถุประสงค์ แนวคิดสำคัญจากข้อมูลหรือสาระที่ซับซ้อนได้

4.4 แนวทางการวัดความสามารถในการวิเคราะห์

Bloom et al. (1956: 149) กล่าวว่า ในการทดสอบความสามารถในการวิเคราะห์ ข้อคำถามจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีความคล้ายคลึงกัน หรือเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ที่อาจจะ

เกิดขึ้นกับตนเองในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งการกำหนดข้อมูลสำหรับแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์อาจจะเป็นบทความ การบรรยายการทดลองทางวิทยาศาสตร์หรือสถานการณ์ทางสังคม ข้อโต้แย้ง รูปภาพ เป็นต้น ทั้งนี้อาจเป็นการจัดเตรียมสถานการณ์ที่เกิดขึ้นตามความจริง เช่น การวิเคราะห์เรื่องปฏิกิริยาของสสารในห้องปฏิบัติการทดลอง หรือการวิเคราะห์เกี่ยวกับการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มที่เกิดขึ้นในห้องเรียน เป็นต้น

Grigorenko, Jarvinและ Sternberg (2002:195) ได้เสนอแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ไว้ 2 แบบ ได้แก่ แบบวัดแบบเลือกตอบ (Multiple-choice test) และแบบวัดอัตนัย (Essay test) ซึ่งในส่วนของข้อคำถามจะเป็นบทความที่มีความยาวประมาณ 150 คำ และแต่ละบทความจะมี 2-3 คำถาม โดยเป็นประเมินความรู้เชิงคำศัพท์ (Vocabulary Knowledge) และทักษะความเข้าใจ (ComprehensionSkills)

ให้นักเรียนอ่านข้อความและตอบคำถามด้านล่างต่อไปนี้ให้ชัดเจน

ภาพระบายสีของอลัน สโตกเกอร์มีความสวยงามมาก โดยเนื้อหาของภาพมีความเกี่ยวข้องกับความตกใจ ความวุ่นวาย ความซับซ้อน ซึ่งภาพของเขามีขนาดใหญ่และใช้สีต่างๆ ได้แก่ สีแดง สีทอง และสีน้ำตาลแดง บางส่วนของภาพจะแทรกด้วยสีแดงเข้ม สีม่วงเข้ม และบางส่วนของภาพจะแสดงถึงความกว้างขวาง ความอ่อนแอ โดยจะใช้สีควันบุหรี่ สีเงิน เมื่อพิจารณาภาพใกล้ๆ พบว่า พื้นผิวของภาพจะมีเรื่องราวเกี่ยวกับนก สัตว์ป่า มนุษย์ สัตว์ประหลาด และปีศาจ ซึ่งเรื่องราวทั้งหมดของภาพจะมีความเกี่ยวข้องกับนรก

1. คำว่า *"ความซับซ้อน"* ของภาพที่กล่าวมาข้างต้น มีความหมายตรงกับข้อใด
   ก. ความยุ่งเหยิง
   ข. ความถ่อมตัว
   ค. การมองไม่เห็น
   ง. ความมีเหตุผล
2. ให้นักเรียนเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างระหว่างภาพระบายสีของอลัน สโตกเกอร์และภาพระบายสีของผู้แต่งท่านอื่นที่นักเรียนรู้จัก

……

……

……

Sternberg (2005: 195) ได้เสนอแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ไว้ 2 แบบ ได้แก่แบบวัดแบบเลือกตอบ (Multiple-choice test) และแบบวัดอัตนัย (Essay test) ดังนี้

(1) แบบวัดแบบเลือกตอบ (Multiple-choice test) แบบวัดแบบนี้จะพิจาณาองค์ประกอบ 3 ลักษณะ ได้แก่

(1.1) การวิเคราะห์ทางภาษา (Analytical-Verbal) คือ การเข้าใจความหมายใหม่ของคำจากบริบทที่ให้มา และลงความเห็นจากข้อมูลได้

(1.2) การวิเคราะห์ทางปริมาณ (Analytical-Quantitative) คือ การคำนวณหรือเปรียบเทียบเกี่ยวกับอนุกรมตัวเลข (Number Series)

(1.3) การวิเคราะห์รูปภาพ (Analytical-Figural) คือ การเข้าใจกฎเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงของอนุกรมภาพ 2 มิติ

(2) แบบวัดอัตนัย (Essay test) แบบวัดแบบนี้ต้องการให้นักเรียนวิเคราะห์เกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยในโรงเรียน เช่น ข้อดีและข้อเสียของการให้คำแนะนำในการรักษาความปลอดภัยในโรงเรียนมีมีอะไรบ้าง

Human Factor International (2011: 38) ได้เสนอลักษณะแบบวัดทักษะการวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นการวัดความสามารถในการจับใจความสำคัญจากผู้พูดหรือข้อโต้แย้ง การสรุปข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล และสื่อความหมายข้อมูลของปัญหาได้

เอมอร จังศิริพรปกรณ์ (2550: 63-64) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการวิเคราะห์เป็นการถามแยกแยะส่วนประกอบของเรื่องราว การกระทำ ข้อเท็จจริง เพื่อสกัดให้เห็นถึงสาระสำคัญ หรือแก่นสาร โดยได้ตั้งเกณฑ์ การตั้งคำถามเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์ดังนี้

(1) การวิเคราะห์หน่วยย่อย เป็นการถามองค์ประกอบที่สำคัญ วัตถุประสงค์ สาระสำคัญ หัวใจของเรื่อง สาเหตุ และต้นกำเนิด

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการถามความสอดคล้องสัมพันธ์ ความขัดแย้งกัน เหตุและผลที่ตามมา

(3) การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ เป็นการถามโครงสร้าง หลักหรือวิธีการที่ยึดถือ

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ม.ป.ป.:3) กล่าวว่า ข้อสอบที่วัดความสามารถในการวิเคราะห์ เน้นหนักด้านการใช้เชาวน์ปัญญาที่เลื่อนไหล ปัญหาที่ใช้ข้อสอบในด้านนี้จะไม่อิงความรู้ความเข้าใจในวิชาที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอนในห้องเรียน โจทย์ส่วนใหญ่จะเป็นสถานการณ์ใหม่ๆ ที่สมมติขึ้น หรือเป็นแผนภูมิ ตาราง หรือสัญลักษณ์ที่มีความหมายแตกต่างจากที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การสร้างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์นั้น ข้อคำถามควรมีลักษณะเป็นข้อความ บทความหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยมีเนื้อหาที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในห้องเรียน ซึ่งลักษณะของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์มีลักษณะเป็นแบบวัดแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) ตามแนวคิดของ Sternberg (2005)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

แสงจัน พูมสะหวัน (2549) ได้ทำวิจัยเรื่องผลของการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยแห่งชาติดงโดก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบ (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสืบสอบและกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบในวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยแห่งชาติดงโดก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง เรียนด้วยวิธีการสืบสอบ และกลุ่มเปรียบเทียบ 1 ห้อง เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบในวิชาเคมี ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบในวิชาเคมีมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เท่ากับ 83.4 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (2) หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบในวิชาเคมีมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบในวิชาเคมี มีความพึงพอใจในด้านบรรยากาศในห้องเรียนอยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจในด้านการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง

แก้วพา สุวันนะสี (2549) ทำเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาการใช้แหล่งเรียนรู้สำหรับการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในนครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ตัวอย่างประชากร คือ ครูวิชาชีววิทยาที่สอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 85 คน เก็บรวบรวมโดยการใช้แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) แหล่งเรียนรู้ที่ครูส่วนใหญ่ใช้ แบ่งตามประเภทของแหล่งเรียนรู้ได้แก่ (1.1) ประเภทบุคคล คือ บุคคลในสายวิชาการ (1.2) ประเภทสถานที่ คือ ห้องสมุดโรงเรียน (1.3) ประเภทสิ่งมีชีวิต คือ พืชชั้นต่ำ (1.4) ประเภทวัสดุ อุปกรณ์ คือ แผนภาพ ส่วนระดับการใช้ พบว่า ครูส่วนใหญ่ใช้แหล่งเรียนรู้ประเภทบุคคล ประเภทสถานที่ และประเภทวัสดุ อุปกรณ์ ในระดับน้อย ส่วนแหล่งเรียนรู้ประเภทสิ่งมีชีวิต มีการใช้ในระดับปานกลาง (2) วัตถุประสงค์ของการใช้แหล่งเรียนรู้คือ เพื่อประโยชน์ต่อตัวนักเรียนใน 3 ด้านได้แก่ ความรู้ เจตคติ และกระบวนการเรียนรู้และเพื่อประโยชน์ด้านการจัดการเรียนการสอนของครู และ (3) ปัญหาการใช้แหล่งเรียนรู้ที่ครูส่วนใหญ่พบคือ ครูไม่มีความรู้เกี่ยวกับแหล่งเรียนรู้และการใช้แหล่งเรียนรู้ และขาดงบประมาณสนับสนุนในการค้นหาและใช้แหล่งเรียนรู้

นิติกร อ่อนโยน (2551) ได้ทำการวิจัยแบบกึ่งทดลอง เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูง และกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งเรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ผลวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง (2553) ได้ทำการวิจัยการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้TSOIซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ เพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง นักเรียนมีมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น และสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Basaga, Geban, and Tekkaya (1994) ทำวิจัยเรื่อง ผลของการสอนแบบสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีวเคมีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้การวิจัยคือ นักเรียนระดับมหาวิทยาลัย สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 85 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองจำนวน 42 คน ที่สอนโดยใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบ และกลุ่มควบคุมจำนวน 43 คน ที่สอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไป และใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 12 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีวเคมี และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีวเคมีและคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป

So and Kong (2007) ได้ทำการศึกษาแนวการสอนแบบสืบสอบร่วมกับการใช้แหล่งเรียนรู้ประเภทสื่อมัลติมีเดีย มีวัตถุประสงค์เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องปรากฏการณ์ธรรมชาติและการเคลื่อนที่ของโลก มีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองจำนวน 34 คน ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดีย และกลุ่มควบคุมจำนวน 36 คน ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองมีกระบวนการเรียนรู้เป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมโยงกับระบบอินเตอร์เน็ต โดยค้นหาข้อมูลจากเวปไซต์ สังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ จากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเองผลการวิจัยปรากฏว่า แนวการสอนแบบสืบสอบร่วมกับการใช้แหล่งเรียนรู้ประเภทสื่อมัลติมีเดียสามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

Chang (2007) ทำการศึกษาเรื่องการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากแหล่งเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์คือ ศึกษาปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนจากแหล่งเรียนรู้ ซึ่งมีสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ 2 ประเด็น คือ ภาวะโลกร้อน และพลังงานทดแทน โดยให้นักเรียน

สำรวจตรวจสอบข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลซึ่งกันและกันระหว่างนักเรียนจากประเทศต่างๆ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 78 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์นักเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การที่นักเรียนได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจในการสำรวจตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้

Li, Moorman and Dyjur (2010) ทำการวิจัยเรื่อง การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานและการให้คำปรึกษาอิเล็กทรอนิกส์โดยการประชุมทางวีดิทัศน์ซึ่งเป็นการศึกษาการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาวแคนาดาในเขตชนบท มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและดำเนินการใช้การสืบสอบกับการให้คำปรึกษาอิเล็กทรอนิกส์ (E-Mentoring) โดยการประชุมทางวีดิทัศน์ และศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นโครงการระยะที่ 2 ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 3 ปี และมีการใช้การเรียนรู้ที่ใช้การสืบสอบเป็นฐานที่ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นตั้งคำถาม ขั้นสำรวจตรวจสอบ ขั้นวิเคราะห์ ขั้นอภิปราย และขั้นการสะท้อน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนเกรด 3-8 ประกอบด้วย กลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม จำนวน 26 คน กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม จำนวนรวม 41 คน และใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการวิจัย พบว่า การเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานและการให้คำปรึกษาอิเล็กทรอนิกส์มีส่วนช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น รวมทั้งเป็นการพัฒนาด้านเจตคติ แรงจูงใจ ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และมีการรับรู้ในบทบาทและอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากขึ้น

Holmes (2011) ได้ทดลองเรื่องผลของการเรียนรู้จากพิพิธภัณฑ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 2 แบบ ได้แก่ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีการทดสอบก่อนและหลังทดลอง ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการเรียนรู้จากพิพิธภัณฑ์ส่งผลให้มีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้น

Khan et al. (2011) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนเคมีของนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบสืบสอบและนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนเกรด 10 จำนวน 70 คน และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ผลปรากฏว่า การเรียนการสอนแบบสืบสอบช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีดีขึ้นและมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบทั่วไป

Pilo (2011) ทำการศึกษาเรื่องแหล่งเรียนรู้สำหรับโรงเรียนและชุมชุน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนหรือบุคคลในชุมชนมีโอกาสเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา โดยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้จากวัตถุจริง การสังเกตวัสดุต่างๆ การชมนิทรรศการที่มีวิทยากรคอยให้คำแนะนำ ผลจากการศึกษาดังกล่าวช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสนุกสนานจากสิ่งที่พบเห็น มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักวิทยาศาสตร์ และสนับสนุนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

Areepattamannil (2012) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสนใจวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสนใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเทศกาตาร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 7-12 จำนวน 5,718 คน จาก 131 โรงเรียน จากการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานที่ผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสนใจวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest-Posttest Design ประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่สอนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่สอนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสองกลุ่มก่อนและหลังการทดลอง ดังแผนภาพที่ 2

แผนภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest-Posttest Design

กลุ่มทดลอง	O_1----------X----------O_2
กลุ่มควบคุม	O_1--------~X----------O_2

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการทดลองด้านความสามารถในการวิเคราะห์

X หมายถึง การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้

~X หมายถึง การเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลองด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และด้านความสามารถในการวิเคราะห์

2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) คือ โรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ จังหวัดตรัง โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และจำนวนห้องเรียนมีเพียงพอในการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้ผู้บริหารและครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนย่านตาขาวรัฐชนูปถัมภ์ได้ให้การสนับสนุนและร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีจำนวน 3 ห้องเรียน การวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากห้องเรียน 3 ห้อง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

(1) นำคะแนนการสอบเข้าเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 ห้อง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) โดยใช้สถิติทดสอบค่าเอฟ (F-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) พบว่า มีอย่างน้อยหนึ่งห้องที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากห้องอื่น

(2) วิเคราะห์การทดสอบภายหลัง (Post Hoc Tests) เพื่อเปรียบเทียบรายคู่ด้วยสถิติของ Bonferroniซึ่งได้ผลปรากฏว่า มีห้องเรียนที่มีคะแนนสอบเข้ารายวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันจำนวน 1 คู่ คือ ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 กับ 4/4 (ค่าสถิติทดสอบรายคู่แสดงในภาคผนวก จ)

(3) ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากในการเลือกห้องที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 33 คน เป็นกลุ่มทดลอง และห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 31 คน เป็นกลุ่มควบคุม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่

1.1 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

1.2 แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งมี 2 แบบดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้

2.2 แผนการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป

รายละเอียดของขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมีดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 2 แบบ ได้แก่ (1) แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และ (2) แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างและตรวจสอบเครื่องมือแต่ละแบบ ดังนี้

1.1 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่โดยทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ ดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าองค์ประกอบในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของKlopfer, 1971; Hales, 1972 และ Aydede and Mytyar, 2009แบ่งเป็น3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ดังนั้นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ในการวิจัยครั้งนี้ จึงกำหนดองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ตามแนวคิดดังกล่าว

(2) ศึกษานิยามขององค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ทั้ง 3 แบบ โดยศึกษาจากหนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

(3) ศึกษาลักษณะแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากหนังสือและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ เช่น Gronlund, 1993;Nitko and Brookhart, 2007; Aka, Goven and Aydogdu, 2010; Caliskan, Selcuk and Erol, 2010; Ogunkola, 2011; Parveen, 2012 เพื่อกำหนดลักษณะแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

(4) ศึกษาเนื้อหาเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมกับผลการเรียนรู้ของหลักสูตร

(5) วิเคราะห์โครงสร้างของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วย หัวข้อ และจำนวนข้อสอบใน 3 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ คือ ความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4จำนวนข้อสอบของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ จำแนกตามหัวข้อและองค์ประกอบที่ต้องการวัด

หัวข้อ	**องค์ประกอบที่ต้องการวัด**			**รวม (ข้อ)**
	ความรู้ (ร้อยละ20)	**ความเข้าใจ (ร้อยละ40)**	**การนำไปใช้ (ร้อยละ40)**	
1. ความหมายของแรงและการหาแรงลัพธ์ในแนวตรง	1	1	1	3
2. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	1	2	2	5
3.กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	-	2	2	4
4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	1	1	2	4
5. น้ำหนัก	1	1	1	3
6. การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน	-	2	2	4
7. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	1	1	1	3
8. แรงเสียดทาน	1	2	1	4
รวม (ข้อ)	6	12	12	30

(6) ดำเนินการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หัวข้อ และองค์ประกอบที่ต้องการวัด โดยสร้างเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

(7) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของเนื้อหา รวมทั้งความชัดเจนของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

(8) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามดังผนวก ก) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (Revinelli and Hambleton, 1977 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 239) จากนั้นจึงปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

1) ปรับรูปภาพประกอบข้อคำถามให้มีความถูกต้อง เช่น ปรับตำแหน่งของบุคคลในภาพที่ยืนอยู่บนผิวโลกจาก “...ประเทศฝรั่งเศส...” เป็น “...ประเทศนิวซีแลนด์...” เพื่อให้เห็นถึงความเร่งโน้มถ่วงของโลกและตำแหน่งละติจูดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

2) ปรับภาษาของข้อคำถามให้มีความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น เช่น แก้ไขจาก “...การออกแรงกระทำต่อถุงกระดาษ...” เป็น “...แรงทั้งหมดที่กระทำต่อถุงกระดาษ...”

3) ปรับกราฟของตัวเลือกให้มีความถูกต้อง เช่น แก้ไขตัวเลือก ข. โดยปรับเส้นกราฟไม่ให้ติดแกนแนวตั้งและแกนแนวนอน

4) ปรับภาษาของตัวเลือกให้มีความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น เช่น แก้ไขตัวเลือก ข้อ ข. จาก “เพราะมีแรงภายนอกมากระทำต่อภาณุ” เป็น “เพราะมีแรงภายนอกมากระทำต่อหลังของภาณุ”

(9) นำแบบสอบที่ปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นจึงนำแบบสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนวิเชียรมาตุ จำนวน 35 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่มาแล้ว เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ โดยพิจารณาหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากที่มีค่าระหว่าง 0.2-0.8 (อวยพร เรืองตระกูล, 2552: 18) และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (Ebel, 1986: 399) และตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับ โดยพิจารณาหาค่าความเที่ยงด้วยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพ สรุปได้ว่า มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.65 และแบบวัดฉบับนี้มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.86 (รายละเอียดแสดงในภาพผนวก ง)

(9) นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นนำไปใช้จริงในการวิจัย (ภาคผนวก ข)

1.2 แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ ดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าความสามารถในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของBloom et al., 1956แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การวิเคราะห์หน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ ดังนั้นการความสามารถในการวิเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์ตามแนวคิดดังกล่าว

(2) ศึกษานิยามขององค์ประกอบความสามารถในการวิเคราะห์จากหนังสือของ Bloom et al., 1956; Clark, 1968; Hannah and Michaelis, 1977 และ Anderson et al., 2001 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามของแบบวัด

(3) ศึกษาพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์จากหนังสือของ Bloom et al., 1956; Hannah and Michaelis, 1977; Elder andPual, 2007 และHeimann and Slomianko, 1985 อ้างถึงใน Robbins, 2011 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามของแบบวัดให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการวิเคราะห์

(4) ศึกษาลักษณะแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ จากหนังสือและงานวิจัยของ Bloom et al., 1956; Grigorenko, Jarvin andSternberg, 2002; Sternberg, 2005 และ Human Factor International, 2011 เพื่อกำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามแนวคิดของ Sternberg, 2005 ดังมีรายละเอียดดังนี้

1) สถานการณ์ กำหนดสถานการณ์ที่ใช้ในการอ้างอิงการตอบและมีเนื้อหาที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในห้องเรียน จำนวน 8 สถานการณ์ ได้แก่ 1) จรวดลูกโป่ง 2)

ลิฟต์ที่เร็วที่สุดในโลก 3) ความลึกของจงอยปาก 4) โรคไข้หวัดใหญ่ 5) การออกกำลังกายเพื่อเผาผลาญไขมันส่วนเกิน 6) กาแฟขี้ชะมด 7) รองเท้ากีฬา และ 8) การให้นิโคตินทดแทน

2) ข้อคำถาม ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วย ข้อคำถาม 3 ข้อ ได้แก่

ข้อที่ 1 เป็นข้อคำถามที่แสดงถึงองค์ประกอบด้านการวิเคราะห์หน่วยย่อย

ข้อที่ 2 เป็นข้อคำถามที่แสดงถึงองค์ประกอบด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ข้อที่ 3 เป็นข้อคำถามที่แสดงถึงองค์ประกอบด้านการวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ

3) ตัวเลือก ในแต่ละข้อคำถามกำหนด 4 ตัวเลือก

(5)สร้างตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบของแต่ละองค์ประกอบที่ต้องการวัด เพื่อกำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ และวัดตามองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์หน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5องค์ประกอบ นิยามเชิงปฏิบัติการ และพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการวิเคราะห์ และจำนวนข้อสอบของแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	นิยามเชิงปฏิบัติการ	พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
1. การวิเคราะห์หน่วยย่อย	การจำแนกองค์ประกอบย่อย และค้นหาความสำคัญของเรื่องใดๆ ที่ไม่ได้กล่าวอย่างชัดเจนในข้อความให้สื่อความหมายออกมา	1. จำแนกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้ 2. ระบุคุณลักษณะหรือสิ่งที่ซ่อนเร้นจากข้อความที่กำหนดมาให้ได้ 3. แยกแยะข้อเท็จจริงออกจากสมมติฐานได้	8
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อย หรือระหว่างส่วนต่างๆ ไว้ด้วยกัน	1. ตั้งสมมติฐานจากข้อความที่ให้มาได้ 2. แสดงความสอดคล้องระหว่างข้อความที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันและส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกันได้ 3. เปรียบเทียบและจัดลำดับข้อมูลได้	8
3. การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ	การระบุโครงสร้างของการจัดรวบรวมข้อมูลหลักการ หรือค้นหาวัตถุประสงค์ เพื่อให้เข้าใจเรื่องราวในการสื่อความหมายข้อมูล	1. สรุปความ หลักการ วัตถุประสงค์ แนวคิดสำคัญจากข้อมูลหรือสาระที่ซับซ้อนได้	8

(6) ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับตารางองค์ประกอบ นิยามเชิงปฏิบัติการ และพฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการวิเคราะห์

และจำนวนข้อสอบของแต่ละองค์ประกอบ โดยสร้างเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ และเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

(7) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และพิจารณาภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

(8) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามดังผนวก ก) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (Revinelli and Hambleton, 1977 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 239) จากนั้นจึงปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

1) ปรับแก้ภาษาของสถานการณ์ให้มีความชัดเจน และไม่ทำให้เกิดความสับสนในการอ่าน เช่น แก้ไขการใช้คำให้มีความชัดเจนจาก “เร็ว” เป็น “ความเร็ว”

2) ปรับภาษาของข้อคำถามให้มีความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น เช่น แก้ไขจาก “แก่นของบทความเรื่องนี้คืออะไร” เป็น “ผู้เขียนต้องการสื่อสารข้อมูลที่สำคัญอะไรกับผู้อ่าน”

3)ปรับภาษาของตัวเลือกให้มีความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น เช่น แก้ไขตัวเลือก ข้อ ข. จาก “นิโคตินถูกดูดซึมได้น้อย” เป็น “นิโคตินถูกดูดซึมเร็วเกินไป”

(9) นำแบบวัดที่ปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นจึงนำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนวิเชียรมาตุ จำนวน 38 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ โดยพิจารณาหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ซึ่งเกณฑ์การพิจารณาค่าความยากที่มีค่าระหว่าง 0.2-0.8 (อวยพร เรืองตระกูล, 2552: 18) และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (Ebel, 1986: 399) และตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับ โดยพิจารณาหาค่าความเที่ยงด้วยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพ สรุปได้ว่า มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.21-0.61 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-0.58 และแบบวัดฉบับนี้มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76 (รายละเอียดแสดงในภาพผนวก ง)

(10) นำแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นนำไปใช้จริงในการวิจัย(ภาคผนวก ข)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งมี 2 ประเภท ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ สำหรับสอนกลุ่มทดลอง และ (2) แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป สำหรับสอนกลุ่มควบคุม โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบคุณภาพ ดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาขั้นตอนการสอน และบทบาทครูและนักเรียนตามการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่พัฒนาโดย Borich, Hao, and Aw, 2006 เพื่อสรุปขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบและบทบาทครูและนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการตั้งคำถาม ขั้นสำรวจตรวจสอบ ขั้นการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นการอภิปรายผล และขั้นการสะท้อนการเรียนรู้ รวมทั้งแนวทางการจัดกิจกรรมแบบสืบสอบจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(2) ศึกษาแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้สำหรับการเรียนการสอน รวมทั้งรวบรวมข้อมูลแหล่งเรียนรู้นอกโรงเรียนในจังหวัดตรัง โดยสำรวจด้วยตนเอง สอบถามจากผู้รู้ หรือศึกษาจากอินเตอร์เน็ต เพื่อนำมาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

(3) ศึกษาเนื้อหาและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ จากหนังสือคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 และหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 7 แผน ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 24 คาบ และสร้างตารางวิเคราะห์หัวข้อและจำนวนคาบในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 หัวข้อและจำนวนคาบในการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่

ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1	ความหมายของแรงและการหาแรงลัพธ์ในแนวตรง	3
2	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	3
3	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	3
4	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน	6
5	น้ำหนัก	3
6	การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน	3
7	กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	3
	รวม	24

(5) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบตามหัวข้อและจำนวนคาบที่กำหนด โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันนี้มาจากผลการเปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้กับการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป สรุปได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7การเปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ และการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป

การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้	การเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป
ขั้นที่ 1 การตั้งคำถาม (Ask) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในประเด็นที่ศึกษา โดยมีการเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมเพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาโดยครูนำเสนอสถานการณ์ที่เกิดขึ้นนอกห้องเรียน หรือสื่อต่างๆ เพื่อให้นักเรียนตั้งคำถาม	**ขั้นที่ 1การนำเข้าสู่บทเรียน** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ หรือตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นที่จะศึกษาโดยการใช้คำถาม สถานการณ์ หรือรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ศึกษา

ตารางที่ 7เปรียบเทียบขั้นตอนกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป (ต่อ)

การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้	การเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ (Investigation) เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบในประเด็นคำถาม หรือสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่ศึกษาจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นนอกห้องเรียน แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนที่ครูนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ เช่น กิจกรรมกีฬาที่สนามฟุตบอล การใช้พาหนะในการเดินทาง ภูมิปัญญาท้องถิ่น	**ขั้นที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้** เป็นขั้นที่นักเรียนทำการทดลองศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบข้อมูลเพื่อหาคำตอบในประเด็นที่ศึกษาโดยเรียนรู้จากสื่อการเรียนรู้ต่างๆ เช่น สื่อของจริง วีดิทัศน์สื่อแอนิเมชั่นและนำเสนอผลการศึกษาหรือผลการทดลอง
ขั้นที่ 3 การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Creative and Analyze) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลและหลักฐานต่างๆ ที่รวบรวมได้จากขั้นสำรวจตรวจสอบ มาแยกแยะหาความสัมพันธ์และจัดระเบียบ โดยสื่อความหมายข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ ตาราง แผนภาพ	**ขั้นที่ 3 การสรุปบทเรียน** เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปสาระสำคัญของประเด็นที่ศึกษา โดยครูใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การสรุปผลการศึกษาหรือผลการทดลอง
ขั้นที่ 4 การอภิปรายผล (Discuss) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลหรือผลการศึกษาค้นคว้า ผลทดลองที่มีการจัดระบบระเบียบแล้วมานำเสนอต่อเพื่อนและครู โดยมีการซักถามและอภิปรายร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกันเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป	
ขั้นที่ 5 การสะท้อนการเรียนรู้(Reflect) เป็นขั้นที่นักเรียนไตร่ตรองประสบการณ์การเรียนรู้ทบทวนข้อค้นพบ ความรู้ใหม่ รวมทั้งความรู้สึกในการทำกิจกรรมต่างๆ นอกห้องเรียน โดยนักเรียนแสดงการสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองในรูปแบบต่างๆ เช่น การเขียนบันทึกการเรียนรู้ (Learning Logs) การเขียนอนุทินการเรียนรู้ (Learning Journals)	

(6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และแหล่งเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ และตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของการใช้ภาษา จากนั้นจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

(7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายนามดังภาคผนวก ก) ตรวจพิจารณารายละเอียดเช่นเดียวกับการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1) ด้านภาษา ปรับคำ ข้อความ หรือประโยคให้สื่อความหมายและมีความถูกต้อง ตัวอย่างเช่น แก้ไขคำถามในขั้นตั้งคำถาม จาก “นักเรียนคิดว่าลูกบอลลูกนี้มีการเคลื่อนที่หรือไม่” เป็น “จากภาพการถือลูกบอล มีแรงกระทำต่อลูกบอลหรือไม่ ถ้ามี ให้ตัวแทนนักเรียนออกมาเขียนทิศทางของแรงที่กระทำต่อลูกบอล”

2) ด้านเนื้อหา ปรับแก้ไขสาระให้มีรายละเอียด ความชัดเจน และมีความกระชับมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การเพิ่มความหมายของแรง และกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันให้ครบถ้วน และมีวิธีการคำนวณและแสดงตัวอย่างการคำนวณเพิ่มเติม

3) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ปรับแก้ไขการใช้สื่อและการใช้คำถาม ตัวอย่างเช่น ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ควรใช้ clip VDO ซึ่งเป็นภาพเคลื่อนไหวแทนภาพนิ่ง และในขั้นอภิปรายผล ควรเพิ่มคำถามหลังทำกิจกรรมให้มากขึ้น

4) ด้านแหล่งเรียนรู้ ควรพิจารณาหรือปรับกิจกรรมการเรียน เลือกการใช้แหล่งเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหา ความยากง่ายในการค้นหา และความสะดวกปลอดภัย

(8)ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนหาดสำราญวิทยาคม จำนวน 25 คน และนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลองต่อไป

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนแผนการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามขั้นตอนดังนี้

(1) ทำการทดสอบความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนการทดลองกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

(2) ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้การเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ ซึ่งใช้จำนวน 7 แผน โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 8สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

(3) เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนแล้ว จึงเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ และแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ฉบับเดิม

(4) นำคะแนนหลังเรียนที่ได้จากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ และคะแนนก่อนและหลังเรียนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป SPSS version 11.5 เพื่อหาค่าเฉลี่ย ( ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ (ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

5.1 วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1)หาค่าเฉลี่ย ( )คะแนนเฉลี่ยร้อยละ(ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS จากนั้นทำการประเมินผลโดยนำค่าเฉลี่ยร้อยละเทียบกับเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2552: 18) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ช่วงคะแนน (ร้อยละ)	ความหมาย
80-100	ดีเยี่ยม
75-79	ดีมาก
70-74	ดี
65-69	ค่อนข้างดี
60-64	ปานกลาง
55-59	พอใช้
50-54	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
0-49	ต่ำกว่าเกณฑ์

(2) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

5.2 วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) หาค่าเฉลี่ย ( )คะแนนเฉลี่ยร้อยละ(ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

(2) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบที (t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ผลการดำเนินการเก็บคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์โดยใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)และค่าเฉลี่ยร้อยละ(ร้อยละ) และทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที (t-test) ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9คะแนนเฉลี่ย ( ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)คะแนนเฉลี่ยร้อยละ(ร้อยละ) และค่าสถิติทดสอบที (t-test)ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 33 คน) และกลุ่มควบคุม (n = 31 คน)

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test
กลุ่มทดลอง	21.85	2.95	72.83	5.17*
กลุ่มควบคุม	18.58	2.04	61.93	

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.85 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 72.83 อยู่ในระดับดี ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละที่กำหนดไว้ขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.93 อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ด้วยสถิติทดสอบทีแล้ว พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์

ผลการวัดความสามารถในการวิเคราะห์จากการทดสอบด้วยแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีคะแนนเต็ม 24 คะแนน ได้วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ โดยทดสอบก่อนและหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)และค่าเฉลี่ยร้อยละ(ร้อยละ) และทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที (t-test)ซึ่งนำเสนอผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ 3 ประเด็น ดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2) ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง

3) ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์หลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1) ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติที ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง (n = 33 คน) และกลุ่มควบคุม (n = 31 คน)

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test
กลุ่มทดลอง	8.79	2.32	36.63	1.9
กลุ่มควบคุม	9.94	2.38	41.42	

* p < .05

จากตารางที่ 10 พบว่า ก่อนการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์เท่ากับ 8.79 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน ขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.94 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบทีแล้ว พบว่า ก่อนการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการวิเคราะห์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2) ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนกับหลังการทดลอง

สำหรับคะแนนความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ได้ดำเนินการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 33 คน)

การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test
ก่อนเรียน	8.79	2.52	36.58	25.45*
หลังการทดลอง	14.85	2.82	61.88	

* p < .05

จากตารางที่ 11 พบว่า ก่อนการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์เท่ากับ 8.79 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน ขณะที่หลังการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.85 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบที พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการวิเคราะห์หลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบที ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 33 คน) และกลุ่มควบคุม (n = 31 คน)

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test
กลุ่มทดลอง	14.85	2.82	61.88	2.75*
กลุ่มควบคุม	13.03	2.44	54.29	

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 พบว่า หลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์เท่ากับ 14.85 คะแนน ขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.03 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบที พบว่า หลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้กับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป 3)เปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ และ 4)เปรียบเทียบความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้กับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป ประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 13 จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนย่านตาขาว รัฐชนูปถัมภ์ จำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 33 คน เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ และห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 31 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนทั้งสองกลุ่มเท่ากันคือ 8 สัปดาห์ รวม 24 คาบ คาบละ 50 นาที มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์ก่อนและหลังการทดลอง และใช้แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์เฉพาะหลังการทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ( ) คะแนนเฉลี่ยร้อยละ (ร้อยละ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละสูงกว่าร้อยละ 70

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบทั่วไป

อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการวิเคราะห์ การนำเสนอการอภิปรายผลจึงแบ่งเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ และ 2) ความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งได้อภิปรายตามลำดับ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ผลการวิจัยสรุปว่า ภายหลังการทดลองสอนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2โดยสอดคล้องกับเกี่ยวกับงานวิจัยของ So and Kong (2007) ที่ทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับแหล่งเรียนรู้ประเภทสื่ออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการทดลองเพิ่มขึ้น การที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสูงกว่ากลุ่มควบคุมนั้นอาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1) การที่นักเรียนได้สำรวจและค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ใน**ขั้นตอนที่** 2 **การสำรวจตรวจสอบ** ในขั้นตอนนี้นักเรียนได้เรียนรู้จากการสังเกต ศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบข้อมูลด้วยตนเองในแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเรื่องราวในชีวิตของนักเรียน ดังนั้นจึงช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ อย่างเป็นรูปธรรม และนำไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนได้ชัดเจน ดังที่ Chang (2007) ได้กล่าวสรุปได้ว่า การใช้แหล่งเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในการสำรวจตรวจสอบข้อมูล และมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนขึ้น

สำหรับการวิจัยครั้งนี้นักเรียนกลุ่มทดลองได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาฟิสิกส์โดยการศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบข้อมูลต่างๆจากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนยกตัวอย่างเช่น การสังเกตการฝึกซ้อมกีฬาฟุตบอลและตะกร้อในคาบพลศึกษา และการสังเกตการตีมีดพร้าในโรงงานมีดพร้านาป้อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1) การเรียนรู้จากการฝึกซ้อมกีฬาฟุตบอลและตะกร้อในคาบพลศึกษา ซึ่งนักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 และห้องมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 กำลังฝึกการเตะลูกฟุตบอลและลูกตะกร้ออยู่ที่สนามฟุตบอลการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้เป็นการศึกษาเรื่องความหมายของแรงและการหาแรงลัพธ์ในแนวตรง นักเรียนได้ค้นหาคำตอบเกี่ยวกับทิศทางของแรงที่กระทำต่อลูกฟุตบอลและลูกตะกร้อ จากการสังเกตกิจกรรมกีฬาดังกล่าว ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นักเรียนพบเห็นเป็นปกติในโรงเรียน และมองเห็นกิริยาการเตะและการเคลื่อนที่ของลูกฟุตบอลหรือลูกตะกร้อ ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้ฟิสิกส์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมให้เป็นการเรียนรู้ที่มีความเป็นรูปธรรม ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายและชัดเจนขึ้น

1.2) การเรียนรู้จากการสังเกตการตีมีดพร้านาป้อเป็นการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน การเรียนรู้ครั้งนี้เป็นการศึกษาเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน นักเรียนได้สังเกตแรงที่เกิดขึ้นขณะที่คนงานกำลังตีเหล็ก เพื่อขึ้นรูปร่างของมีดพร้า และได้เรียนรู้จากการบรรยายของวิทยากร มีการซักถาม นักเรียนได้รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตมาบันทึกทิศทางของแรงที่เกิดขึ้น

การที่นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้นั้น Pilo (2011) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย เป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน นำไปสู่การสร้างความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้น รวมทั้ง Holmes(2011) ได้กล่าวไว้

สรุปได้ว่า การที่นักเรียนเรียนรู้ในแหล่งเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน พัฒนาความรู้ในเนื้อหาที่ศึกษา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

2) การที่นักเรียนกลุ่มทดลองได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้และอภิปรายผลการศึกษาใน**ขั้นตอนที่ 4 การอภิปรายผล** ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนมีการนำเสนอข้อมูลผลการศึกษา หรือผลการทดลอง และมีการอภิปราย ซักถาม และแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครู เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจนซึ่งสอดคล้องกับ Okemura (2008)ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูในลักษณะการอภิปรายโต้แย้งเกี่ยวกับการเรียนรู้ มีการแลกเปลี่ยนผลการศึกษาค้นคว้าซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนที่ชัดเจนขึ้น

2. **ความสามารถในการวิเคราะห์**

ผลการวิจัยสรุปว่า ภายหลังการทดลองสอนด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4การที่นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากสาเหตุที่สามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

1) การที่นักเรียนนำข้อมูลและหลักฐานต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนที่ 2 มาวิเคราะห์ใน**ขั้นตอนที่ 3 การสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล** ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนวิเคราะห์และจัดระเบียบข้อมูล และสร้างการสื่อหมายข้อมูล ตัวอย่างการเรียนรู้เช่น การศึกษาเรื่องความหมายของแรงและการหาแรงลัพธ์ในแนวตรง นักเรียนได้แจกแจงลักษณะแผนภาพของแรงที่กระทำต่อลูกบอลในแต่ละแบบ เพื่อให้เห็นองค์ประกอบย่อยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทิศทางการเคลื่อนที่ และสัญลักษณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กิจกรรมลักษณะดังกล่าวนี้ ช่วยพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์หน่วยย่อย และการศึกษาเรื่องแรงเสียดทาน นักเรียนได้นำข้อมูลจากการทดลองมาหาความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรในลักษณะของการเขียนกราฟ รวมทั้งเรียนรู้ความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยการแทนค่าและการ

คำนวณโดยใช้สมการ นอกจากนี้ในส่วนของการตอบคำถามท้ายกิจกรรม นักเรียนได้มีการคิดเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปร และค้นหาหลักการหรือโครงสร้างของเหตุการณ์นั้นๆ การเรียนรู้จากกิจกรรมลักษณะดังกล่าวนี้ ช่วยพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ซึ่ง สอดคล้องกับ Asay and Orgill (2010) ที่กล่าวสรุปไว้ว่า การให้นักเรียนดำเนินการแยกแยะ วิเคราะห์ เชื่อมโยงข้อมูลและหลักฐานต่างๆ โดยการพิจารณาข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ การสร้างกราฟ หรือการคำนวณทางคณิตศาสตร์ แล้วนำมาสร้างคำอธิบาย และสื่อความหมายผลการศึกษาจากการสำรวจตรวจสอบให้เข้าใจ จะช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ในชั้นเรียน และพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

2) นักเรียนมีการสะท้อนการเรียนรู้ เพื่อไตร่ตรองความเข้าใจ กระบวนการดำเนินงาน ซึ่งอยู่ใน**ขั้นตอนที่ 5 การสะท้อนการเรียนรู้** ในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้เขียนบันทึกการเรียนรู้ (Learning Logs) หรืออนุทินการเรียนรู้ (Learning Journals)เพื่อสะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติในแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน นักเรียนได้ทบทวนข้อความรู้ที่ค้นพบ และเชื่อมโยงข้อค้นพบกับประสบการณ์เดิม หรือประสบการณ์อื่นที่มีความสอดคล้องกัน รวมทั้งมีการทบทวนปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม สิ่งที่นักเรียนต้องการปรับปรุงหรือความรู้สึกที่มีต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับ Koballa and Tippins (2004) และ Sawyer (2006) ที่สรุปได้ว่าการที่นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ในประเด็นต่างๆ เช่น ปัญหาที่พบ ข้อแนะนำ หรือความรู้สึกในการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ศึกษากับชีวิตประจำวัน ช่วยให้นักเรียนมีการตระหนักในข้อมูลที่ค้นหามาได้ รวมทั้งเป็นการประเมินตนเอง กระบวนการดังกล่าวช่วยพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน ซึ่งการนำนักเรียนออกไปเรียนรู้นอกห้องเรียนในวิชาฟิสิกส์นั้น มีข้อแนะนำสำหรับครู ดังนี้

1)การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1) ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ควรมีการศึกษาเนื้อหาบทเรียนในภาคเรียนนั้นให้ชัดเจน วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่มีการเสนอแนะไว้ในหนังสือคู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เพื่อนำมาพิจารณาว่า เนื้อหาและกิจกรรมสามารถนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนได้อย่างไรบ้าง

1.2) ศึกษาค้นคว้าแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนและตัวอย่างแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนที่สามารถนำมาใช้จัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ เช่น โรงงานมีดพร้านาป้อ กิจกรรมกีฬาที่สนามฟุตบอล จากนั้นคัดเลือกแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนที่สอดคล้องกับเนื้อหา และนำมาพิจารณาร่วมกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

1.3) ติดต่อประสานงานการใช้แหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนและจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนและเอกสารประกอบกิจกรรมให้สมบูรณ์เรียบร้อย

2) การจัดการเรียนการสอน

2.1) ในบทเรียนที่ครูนำนักเรียนมาเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน แต่อยู่ภายในบริเวณโรงเรียน เช่น การสังเกตกิจกรรมกีฬาที่สนามฟุตบอล การสังเกตการเคลื่อนที่ของเครื่องบินบังคับในรายวิชาเพิ่มเติม ครูควรชี้แจงงานที่มอบหมายให้นักเรียนปฏิบัติให้ชัดเจน และเมื่อนักเรียนดำเนินการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด โดยการเดินและซักถามนักเรียนเป็นระยะ

2.2) ในกรณีที่ครูนำนักเรียนเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกโรงเรียน เช่น การสังเกตการตีเหล็กที่โรงงานมีดพร้านาป้อ ครูควรชี้แจงการดำเนินงานในการเรียนรู้นอกโรงเรียนให้ละเอียดและ

ชัดเจน มีการสังเกตการลงมือปฏิบัติงานของนักเรียน และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนสงสัย รวมทั้งคำนึงถึงความปลอดภัยของนักเรียนด้วย

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ในขั้นตอนที่ 2 การสำรวจตรวจสอบ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าในแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน เช่น การสังเกตกิจกรรมกีฬาที่สนามฟุตบอล การสังเกตการตีมีดพร้าในโรงงานมีดพร้านาป้อ ซึ่งสังเกตได้ว่า ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมนั้น ปรากฏพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ได้แก่ การกระตือรือร้นในการเรียน ความตั้งใจมุ่งมั่น การลงมือปฏิบัติกิจกรรม การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาตัวแปรในเชิงคุณลักษณะ เช่น เจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

แก้วพา สุวันนะสี. (2549). *การศึกษาสภาพและปัญหาการใช้แหล่งเรียนรู้สำหรับการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในนครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน.(2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพมหานคร: พริกหวาน กราฟฟิค.

คณะอนุกรรมการพัฒนาคุณภาพวิชาการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

คณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักงาน. (ม.ป.ป.). *เอกสารแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน Scholastic Aptitude Test ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: http://www. pics.unigang.com/all//1248.pdf [15 กุมภาพันธ์2555]

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, สถาบัน (2556). *ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx [2556, มิถุนายน 9]

ทิศนา แขมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

นิติกรอ่อนโยน. (2551). *ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชาญ เดชศรี เกตุวดี กัมพลาศิริ และปริชาติ เบ็ญจวรรณ์. (2552). *บทสรุปรายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2007*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530).*การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*.กรุงเทพมหานคร:สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2549). *วิธีวิทยาการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยหลักการสอน 3S+I: การบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพมหานคร:สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานกรมศัพท์ศึกษาวิทยาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. (2545). *ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561)*. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค.

วิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนักงาน. (2552). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:http://www.school.obec.go.th/cheangyurnwittaya/document/rule_assesment.pdf[2556, กรกฎาคม 16]

วิชัย ฤกษ์ภูริทัต และคณะ. (2548). *รายงานการวิจัย การจัดการเรียนรู้ของแหล่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต: อุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

แสงจัน พูมสะหวัน. (2549). *ผลของการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบสอบในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยแห่งชาติดงโดก สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมบูรณ์ รัตนบุญศรีทอง. (2553).*ผลของการใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ TSOI ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องพันธะเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552).*ทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิม*. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิธร วิทยะสิรินันท์ทิศนา แขมมณี และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). ทฤษฎีและแนวคิดร่วมสมัยเกี่ยวกับการคิดจากประเทศซีกโลกตะวันตก.ใน ทิศนา แขมมณีและคณะ,*วิทยาการด้านการคิด*, หน้า 26-71, กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เอมอร จังศิริพรปกรณ์. (2550). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อลิศรา ชูชาติ. (2549). เสริมสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่าน ICT. ใน อลิศรา ชูชาติ อมรา รอดดารา และสร้อยสน สกลรักษ์,*นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*, หน้า 186-187, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุไรรัตน์ สำเริงวงศ์. (2549). จัดการเรียนรู้อย่างไรให้เด็กเกิดการตกผลึกทางความคิด. ใน อลิศรา ชูชาติ อมรา รอดดารา และสร้อยสน สกลรักษ์,*นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*, หน้า 46, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อวยพร เรืองตระกูล. (2552). *สถิติประยุกต์ทางพฤติกรรมศาสตร์ I*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Asay, L. D., and Orgill, M. (2010). Analysis of essential features of inquiry found in aritcles published in the science teacher, 1998-2007. *Journal of Science Teacher Education* 21: 57-79.

Aka, E. I., Guven, E., and Aydogdu, M. (2010). Effect of problem solving method on science process skills and academic achievement. *Journal of Turkish Science Education* 7, 4: 13-25.

Anderson, R. D. et al. (1970). *Developing children's thinking through science*. Englewood cliffs, N. J.: Prentice-Hall. Inc.

Anderson, L. W. et al. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.

Areepattamannil, S. (2012). Effects of inquiry-based science instruction on science achievement and interest in science: Evidence from Qatar. *The Journal of Educational Research* 105: 134-136. 82

Aydede, M. N., and Matyar, F. (2009). The effect of active learning approach in science teaching on cognitive of student achievement. *Journal of Turkish Science Education* 6, 1: 115-127.

Bass, J. E., Contant, T. L., and Carin, A. A. (2009). *Teaching science as inquiry*. Boston: Pearson Education, Inc.

Basaga, H., Geban, O., and Tekkaya, C. (1994). The effect of the inquiry teaching method on biochemistry and science process skill achievements. *Biochemical Education* 22, 1: 29-32.

Bentley, M. L., Ebert II, E. S., and Ebert, C. (2007). *Teaching constructivist science, k-8: Nurturing Natural Investigators in the standards-bases classroom*. Thousand Osks, CA: Corwin Press.

Borich, G.D., Hao, Y. W., and Aw, W. L. (2006). Inquiry-based learning: A practical application. In Ong, A. C., and Borich, G. D. *Teaching strategies that promote thinking: Models and curriculum approaches*, Page 29-48, Singapore: McGraw-Hill Education.

Bloom, B. S. et al. (1956). *Taxonomy of education objectives hand book 1: Cognitive domain*. New York: David McKay Company, Inc.

Bloom, B. S., Hastings, J. T. and Madaus, G. F. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. USA: McGraw-Hill, Inc.

Bransfield, P., Holt, P., and Nastasi, P. (2007). Coaching to build support for inquiry-based teaching. *Science Scop*e (January 2007): 49-51.

Caliskan, S., Selcuk, G. S. and Erol, M. (2010). Instruction of problem solving strategies: Effects on physics achievement and self-efficacy beliefs. *Journal of Baltic Science Education* 9, 1: 20-34.

Carson, R. (1998). *Branch 1: Inquiry-based learning*. [online]. Available from: http:// www.naturalcuriosity.ca/pdf/BranchISection.pdf [2013, October 8]

Chang, S. (2007). Implementing "Science across the World" in a Resource-Based Learning Activity regarding Sustainable Devevelopment Issues. *Science Education International* 18, 4: 245-254. 83

Clark, L. H. (1968). *Strategies and tactics in secondary school teaching*. London: Collier-Macmillan Limited.

Ebel, R. L. (1986). *Essential of educational measurement*. 2nd ed, New Jersey: Prentic-Hall.

Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model: A proposed 7E model emphasizes "transfer of learning" and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher* 70, 6: 56-59.

Educational Resource Acquisition Consortium. (2008). *Evaluating, selecting and acquiring learning resources: A guide*. [online]. Available from: http://www.bcerac.ca/resources/whitepapers/docs/ERAC_WB.pdf [2013, September 14]

Educational Policy Improvement Center. (2011). *Oregon science standards verification technical report: Grades 5, 8, and high school*. [online]. Available from: http://www.ode.state.or.us/teachlearn/standards/contentperformance/scistandardsverif_finalrpt_2011.pdf [2012, February 15]

Elder, L., and Pual, R. (2007). *The thinker's guide to analytic thinking: How to take thinking apart and what to look for when you do*. [online]. Available from: www.criticalthinking.org [2012, October 11]

Enger, S. K., and Yager, R. E. (2001). *Assessing student understanding in science*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, Inc.

Flick, L. B., and Lederman, N. G. (2004). *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education*. Boston: KluwerAcademic.

Gibson, H. L., and Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education* 86: 693-705.

Gonzales, P. et al. (2000). *Pursuing excellence: Comparisons of international eighth-grade mathematics and science achievement from a U.S. perspective,1995 and 1999* [online]. Available from: http://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=2001027 [2013, August 31]

Gonzales, P. et al. (2009). *Highlights from TIMSS 2007: Mathematics and science achievement of U.S. fourth- and eighth-grade students in an international context* [online]. Available from: http://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=2009001 [2013, August 31] .

Good, C. V. (1959). *Dictionary of education*. 2 rd ed. New York: McGraw-Hill Book Company.

Gronlund, N. E. (1993). *How to make achievement tests and assessments*. Massachusetts: A Division of Simon & Schuster, Inc.

Grigorenko, E. L., Jarvin, L., and Sternberg, R. J. (2002). School-based tests of the triarchic theory of intelligence: Three settings, three samples, three syllabi. *Contemporary Educational Psychology* 27: 167-208.

Hales, L. W. (1972). *Essentials of testing*. Canada: Addison-wesley Publishing Company.

Hannah, L. S., and Michaelis J. U. (1977). *A comprehensive framework for instructional objectives: A guide to systematic planning and evaluation*. reading, Massachusetts: Addision-Wesley Publishing Company.

Harada, V. H. and Yoshina, J. M. (2005). *Assessing learning: Librarians and teachers as partner*s. London: Libraries Unlimited.

Herbert Hoover High School. (n.d.). *Grading and feedback policy: HHS science department*. [online]. Available from: http://www.old.dmps.k12.ia.us/.../Science%20-%20Grading%20 [2012, February 15]

Hogan, K., and Berkowitz, A. R. (2000). Teachers as inquiry learners. *Journal of Science Teacher Education* 11, 1: 1-25.

Holmes, J. A. (2011). Informal learning: Student achievement and motivation in science through museum-based learning. *Learning Environment Research* 14: 263-277.

Human Factor International. (2011). *HFI psychometric tests*. [Online]. Available: http:// www.hfi.com/.../hfi%20psychometric%20test%20catalo [2012, October 16]

Jackson, B. (2010). *Teaching the analytical life*. [online]. Available from: www.kathrynpieplow.pwrfaculty.org/.../Jackson-analysis [2012, October 26]

Kaufman, S. B., and Singer, J. L. (2004). Applying the theory of successful intelligence to psychotherapy training and practice. *Imagination Cognition and Personality* 23, 4: 325-355.

Keys, C. W., and Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching* 38, 6: 631-645.

Khan, M. S. et al. (2011). Effect of inquiry method on achievement of students in chemistry at secondary level. *International Journal of Academic Research* 3, 1: 955-959.

Klentschy, M., and Thompson, L. (2008). *Scaffolding science inquiry through lesson design*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of learning in science. In Bloom, B.S., Hastings, J.T., and Madaus, G.F., *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. USA: McGraw-Hill, Inc.

Koballa, T. R., and Tippins, D. J. (2004). *Cases in middle and secondary education: The promise and dilemmas*. Columbus, Ohio: Pearson Education, Inc.

Kola, A. J. (2013). Integration of ICT into physics learning to improve students' academic achievement: Problems and solutions. *Open Journal of Education* 1, 4: 117-121.

Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.

Lee, O. (1998). *Current conceptions of science achivement and implications for assessment and equity in large education systems (Research Monograph No. 12)*. Madison, WI: University of Wisconsin, National Institute for Science Education.

Lee, O. (1999). Equity implications based on the conceptions of science achievement in major reform documents. *Review of Educational Research* 69, 1: 83-115.

Lee, O., and Paik, S. (2000). Conceptions of science achievement in major reform documents. *School Science and Mathematics* 100, 1: 16-26.

Llewellyn, D. (2002). *Inquire within: Implementing inquiry-based science standards*. California: Corwin Press, Inc.

Li, Q., Moorman, L., and Dyjur, P. (2010). Inquiry-based learning and e-mentoring via videoconference: A study of mathematics and science learning of canadian rural student. *Education Tech Research* 58: 729-753.

Martin, R. E., Sexton, C. and Wagner, K. (1994). *Teaching science for all children*. Massachusetts: Allyn and Bacon.

Mayer, R. E., and Alexander, P. A. (2011). *Handbook of research on learning and instruction*. New York: Routledge.

Metz, K. E, (2004). The knowledge building enterprises in science and elementary school science classrooms. In Flick, L. B., and Lederman, N. G., *Science inquiry and nature of science*. London: Kluwer Academic Publishers.

Mudulia, A. M. (2012). The relationship between availability of teaching/learning resources and performance in secondary school science subjects in eldoret municipality, Kenya. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies* 3, 4: 530-536.

National Science Education Standards. (1996). *National science education standards*. [online]. Available from: http://www.nap.edu/catalog/4962.html [2011, June 23]

National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington: National Academy Press.

Nitko, J. A., and Brookhart, S. M. (2007). *Educational assessment of students*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Merrill Prentice Hall.

Ogunkola, B. J. (2011). High school students' attitude to use of technology in science teaching, interest in science and study habits as determinants of science achievement in barbados. *European Journal of Scientific Research* 65, 4: 564-571.

Okemura, A. (2008). Designing inquiry-based science units as collaborative partners. *School Library Media Activities Monthly* 3 (November 2008) : 47-51. 87

Olagunju, A. M., and Abiona, O. F. (2008). Productioin and utilization of Resource in biology education: A case study of south west Nigerian secondary schools. *International Journal of African and African American Studies* 2, 2:49-56.

Oladejo, M. A. et al. (2011). Instructional materials and students' academic achievement in physics: Some policy implications. *European Journal of Humanities and Social Science* 2, 1: 113-124.

Olufunke, B. T. (2012). Effect of availability and utilization of physics laboratory equipment on students' academic achievement in senior secondary school physics. *World Journal of Education* 2, 5: 1-7.

Omosewo, E. O., and Ogunlade, O. O. (2012). Attitude of teachers toward utilizing community resources in physics in abuja, Nigeria. *Journal of Education and Practice* 3, 12: 86-90.

Oosterhof, A. (1994). *Classroom applications of educational measurement*. Englewood Cliffs: Macmillan College Publishing Company.

Orlich, D. C. (2010). *Teaching strategics a guide to effective instruction*. United States of America: Wadsworth Cengage Learning.

Osborne, J. et al. (2003). What "ideas-about-science" Should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Education* 40, 7: 692-720.

Pappas, M. L., and Tepe, A. E. (2002). *Pathways to knowledge and inquiry learning*. Colorado: A Division of Greenwood Publishing Group, Inc.

Pilo, M. (2011). Science centres: A resource for school and community. *US-China Education Review* 8, 1: 80-88.

Paveen, Q. (2012). Effect of cooperative learning on achievement of students in general science at secondary level. *International Education Studies* 5, 2: 154-158.

Robbins, J. K. (2011). Problem solving, reasoning, and analytical thinking in a classroom environment. *The Behavior analyst Today* 12, 1: 40-47.

Sawyer, R. K. (2006). *The Cambridge handbook of the learning science*. New York: Cambridge University Press.

Saskachewan Ministry of Education. (2013). *Learning resources evaluation guidelines*. [online]. Available from: http://www.education.gov.sk.ca/learning-resource-evaluation-gui...? [2013, September 14]

Savasci, H. S., and Tomul, E. (2013). The relationship between educational resources of school and academic achievement. *International Education Studies* 6, 4: 114-123.

Smith, T. A. et al. (2000). *Profiles of student achievement in science at the TIMSS international benchmarks: U.S. performance and standards in an international context*. [online]. Available from: http://timss.bc.edu/timss1995i/ pisa_science.html [2012, February 15]

So, W. W., and Kong, S. (2007). Approach of inquiry learning with multimedia resources in primary classrooms. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* 26, 4: 329-354.

Soomro, A. Q. et al. (2010). Teaching physics through learning cycle model: An experimental study. *Journal of Educational Research* 13, 2: 5-18.

Sousa, D. A. (2006). *How the brain learns*. Thousand Osks, CA: Corwin Press.

Stephen, U. S. (2011). *The status of material resource for effective teaching of physics in secondary schools in akwaibom state of Nigeria*. [online]. Available from: http://www. phy.ilstu.edu/pte/311content/resources/resources.htm [2013, September 17]

Sternberg, R. J. (2005). The theory of successful intelligence. *Interamerican Journal of Psychology* 39, 2: 189-202.

Tatar, N. (2012). Inquiry-based science laboratories: An analysis of preservice teachers' beliefs about learning science through inquiry and their performances. *Journal of Baltic Science Education* 11, 3: 248-266.

University of Carifornia Museum of Paleontology. (2013). Understanding science. [online]. Available from: http://www.undsci.berkeley.edu[2013, October 18]

Wambugu, P. W., and Changeiywo, J. M. (2008). Effects of mastery learning approach on secondary school students' physics achievement. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 4, 3: 293-302. 89

Wellington, J., and Ireson, G. (2008). *Science learning science teaching*. New York: Routledge.

Williams, T. et al. (2009). *Highlights From TIMSS 2007: Mathematics and science achievement of U.S. fourth and eighth-grade students in an international context*. [online]. Available from:http://www.nces.ed.gov/pubs2009/2009001.pdf [2012, February 13]

Wilen, W. et al. (2004). *Dynamics of effective secondary teaching*. Boston: Allyn and Bacon.

Zhaoyao, M. (2002). Physics education for the 21st century: Avoiding a crisis. *Physics Education* 37, 1: 18-24.

Zion, M., Michalsky, T., and Mevarech, Z. R. (2005). The effects of metacoginitive instruction embedded within an asynchronous learning network on scientific inquiry skills. *International Journal of Science Education* 27, 8: 957-983.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ศรีสะอาด	อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว	ข้าราชการบำนาญสาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์อดิเทพ ปรีดาศักดิ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

อาจารย์ ดร.สธน วิจารณ์วรรณลักษณ์	ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายไชยยันต์ ศิริโชติ	ข้าราชการบำนาญสาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ สุรสิงห์ นิรชร	ข้าราชการบำนาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์	อาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม	อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร. ปรีชาญ เดชศรี	รองผู้อำนวยการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์
2. แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ตัวอย่าง
แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

---

1. ถ้าแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์แล้ววัตถุนั้นจะเป็นดังข้อความต่อไปนี้

1. วัตถุคงสภาพอยู่นิ่ง	2. วัตถุมีความเร็วลดลง
3. วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น	4. วัตถุมีความเร็วคงที่

ข้อใดถูกต้อง (ความรู้)

ก. ข้อ 1 และ 4
ข. ข้อ 2 และ 3
ค. ข้อ 3 และ 4
ง. ข้อ 1 และ 2

2. ชนะชัยผลักโต๊ะตัวหนึ่งซึ่งวางอยู่บนพื้นราบ แต่โต๊ะไม่เคลื่อนที่ ปกป้องจึงเข้าไปช่วยผลักไปทางเดียวกัน ทำให้โต๊ะเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วคงที่ค่าหนึ่ง ปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายได้ด้วยกฎทางฟิสิกส์ข้อใด (ความเข้าใจ)

ก.กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
ข. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน
ค. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน
ง. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

3. รถคันหนึ่งหยุดนิ่งอยู่กับที่ ขณะที่รถติดสัญญาณไฟแดง เมื่อสัญญาณไฟแดงเปลี่ยนเป็นไฟเขียว ภาณุจึงเหยียบคันเร่งให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ส่งผลให้หลังของภาณุเอนไปติดกับเบาะ ข้อความที่ขีดเส้นใต้ เกิดขึ้นเพราะสาเหตุใด (การนำไปใช้)

ก. เพราะภาณุป้องกันไม่ให้คอเคล็ด

ข. เพราะมีแรงภายนอกมากระทำต่อหลังของภาณุ

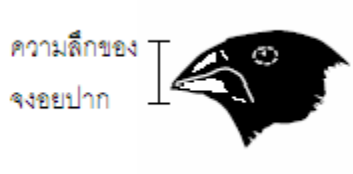
ค.เพราะตัวของภาณุพยายามคงสภาพหยุดนิ่งไว้

ง. เพราะภาณุต้องการเหยียบคันเร่งอย่างรวดเร็ว

ตัวอย่าง
แบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

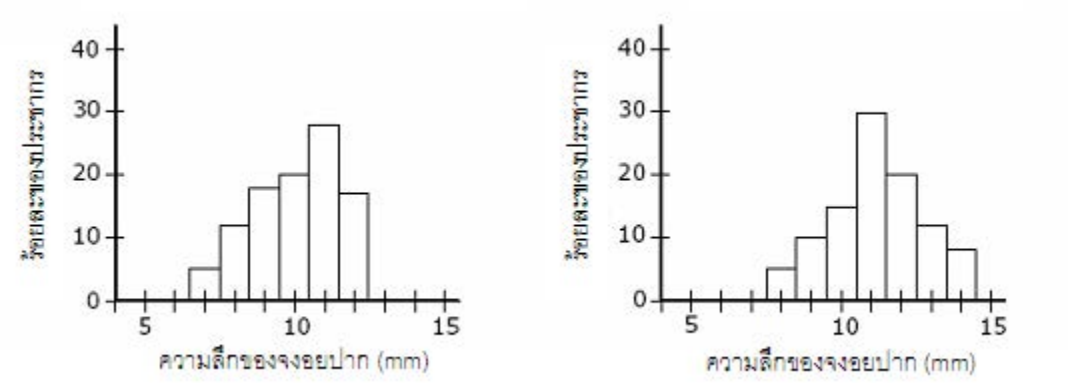
ให้นักเรียนอ่านข้อความข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1-3

หมู่เกาะทางภาคใต้ฝั่งอันดามันมีนกชนิดต่างๆ มากมาย ซึ่งคาดว่านกเหล่านั้นกินเมล็ดพืชเฉพาะอย่าง ทั้งนี้ขึ้นกับความลึกของจงอยปาก ซึ่งแสดงดังภาพด้านล่าง



ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมได้มีนกทะเลและนกชายเลนจำนวนมากได้อพยพหนีหนาวมาอาศัยบนเกาะลิบง จังหวัดตรัง ยกตัวอย่างเช่น นกชนิดที่ 1 และนกชนิดที่ 2 ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของจงอยปากและร้อยละประชากรของนกทั้งสองชนิด ได้แสดงดังกราฟข้างล่างนี้

นกชนิดที่ 1 นกชนิดที่ 2



ปรับปรุงมาจาก http://www.bet.obec.go.th/eqa/images/2011/pisa-timss.pdf

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อสรุปลักษณะของนกชนิดที่ 1 (การวิเคราะห์หน่วยย่อย)

ก. นกชนิดที่ 1 มีขนาดลำตัวที่เล็ก
ข.นกชนิดที่ 1 มีความลึกจงอยปากที่น้อย
ค.นกชนิดที่ 1 มีความลึกเฉลี่ยของจงอยปากในช่วง 11mm
ง.นกชนิดที่ 1 มีความลึกของจงอยปากในช่วง 6.5-12.5mm

2. ความลึกของจงอยปากระหว่างนกชนิดที่ 1 และนกชนิดที่ 2 มีความสัมพันธ์แบบตามกันหรือไม่อย่างไร (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ก. มี เพราะนกทั้งสองชนิดมีร้อยละของประชากรที่ใกล้เคียงกัน
ข.มี เพราะนกทั้งสองชนิดมีความลึกเฉลี่ยของจงอยปากใกล้เคียงกัน
ค. ไม่มี เพราะนกชนิดที่ 2 ไม่มีจงอยปากที่ลึกน้อยกว่า 7mm
ง.ไม่มี เพราะนกชนิดที่ 1 ไม่มีจงอยปากที่ลึกมากกว่า 13 mm

3. จากข้อความข้างต้น ข้อใดต่อไปนี้เป็นการอธิบายเกี่ยวกับเมล็ดพืชได้ดีที่สุด
(การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ)

ก. นกทั้งสองชนิดไม่แย่งกันกินเมล็ดพืช
ข.นกทั้งสองชนิดกินเมล็ดพืชที่คล้ายกัน
ค. นกทั้งสองชนิดชอบเมล็ดพืชแตกต่างกัน
ง. นกชนิดที่ 1 กินเมล็ดพืชขนาดเล็กกว่านกชนิดที่ 2

ให้นักเรียนอ่านข้อความข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 4-6

รองเท้ากีฬาเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญและมีการพัฒนาไปอย่างมากบริษัทต่างๆ จึงศึกษาลักษณะของรูปเท้า และพัฒนาวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบของรองเท้ารวมทั้งได้สังเกตการเดินและการวิ่งของนักกีฬาแต่ละประเภท พบว่า จังหวะการเล่นกีฬาและการรับน้ำหนักของเท้านั้นแตกต่างกัน การเลือกรองเท้ากีฬาจึงเป็นเรื่องสำคัญซึ่งการเลือกรองเท้าที่ผิดประเภทนั้นส่งผลให้การเล่นกีฬาไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นการเลือกรองเท้าให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภทกีฬา มีแนวทางดังนี้

1. รองเท้าวิ่ง ในขณะวิ่งจะมีน้ำหนัก 2-3 เท่าของน้ำหนักตัวกดลงบริเวณส้นเท้า จึงอาจส่งผลให้ข้อเท้าหรือข้อเข่าอักเสบได้ ดังนั้นวัสดุที่ใช้โดยเฉพาะบริเวณส้นเท้าควรมีคุณสมบัติพิเศษในการกระจายแรงกระแทกไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งช่วยถ่ายเทน้ำหนักลงสู่พื้น ส่วนพื้นรองเท้าชั้นนอกควรมีลักษณะบานกว้างออก เพื่อเพิ่มความมั่งคงในการก้าววิ่ง

2. รองเท้ากีฬาประเภทคอร์ท ซึ่งกีฬาประเภทคอร์ท เช่น แบดมินตัน และเทนนิส จะมีลักษณะการเคลื่อนไหวเฉพาะตัวที่แตกต่างจากกีฬาประเภทอื่น ได้แก่ ลักษณะการยืนในท่าเตรียมพร้อม โดยน้ำหนักกดลงบริเวณปลายเท้า ร่างกายจะมีการเคลื่อนไหวไปทั้งด้านหน้า หลัง และด้านข้างอย่างรวดเร็ว และมีการหยุดกะทันหัน ดังนั้นวัสดุที่ใช้โดยเฉพาะบริเวณฝ่าเท้าส่วนหน้าและส้นเท้าควรมีคุณสมบัติในการรับและถ่ายเทแรงที่มาจากทิศทางต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี และช่วยลดปริมาณการใช้งานของกล้ามเนื้อ ป้องกันการเกิดการบาดเจ็บ รวมทั้งพื้นรองเท้าด้านนอกควรมีความยืดหยุ่น กันลื่น และขอบพื้นรองเท้าชั้นนอกหนาพอสมควร เพื่อป้องกันการสึกหรอจากการเคลื่อนไหวของเท้าในทิศทางต่างๆ

3. รองเท้ากีฬาประเภทสนาม รองเท้าชนิดนี้ต้องรองรับการเคลื่อนไหวในทุกทิศทางอย่างรวดเร็วและหยุดกะทันหันได้ รวมทั้งมีการกระโดด ดังนั้นรองเท้าชนิดนี้ควรมีความกระชับกับรูปเท้าทนทาน มีความยืดหยุ่น วัสดุที่ใช้ต้องสามารถป้องกันการบาดเจ็บ บริเวณพื้นรองเท้าจะมีปุ่มเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะกับพื้นสนาม ปุ่มนี้จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของสนามและมีส่วนช่วยป้องกันการลื่นล้ม

ปรับปรุงมาจาก http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/e-pl/articledetail.asp?id=491

4.ข้อใดต่อไปนี้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของรองเท้ากีฬาประเภทสนาม (การวิเคราะห์หน่วยย่อย)

ก. ขอบพื้นรองเท้า

ข. ส่วนหลังรองเท้า

ค. พื้นรองเท้าชั้นใน

ง.พื้นรองเท้าชั้นนอก

5.การเลือกรองเท้าให้เหมาะกับชนิดของกีฬาส่งผลต่อผู้เล่นกีฬาอย่างไร (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ก.ลดการบาดเจ็บของเท้า

ข. ลดแรงกดจากน้ำหนักของเท้า

ค. เพิ่มความทนทานในการใช้งาน

ง.เพิ่มความมั่นคงในการเคลื่อนที่

6. แนวคิดสำคัญในการออกแบบรองเท้ากีฬาแต่ละประเภทคือข้อใด

(การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ)

ก. ลักษณะสรีระและการเคลื่อนที่ของเท้า

ข.การรับน้ำหนักของเท้าและประเภทของกีฬา

ค. วัสดุในการผลิตและส่วนประกอบของรองเท้ากีฬา

ง. จังหวะการเดินและการวิ่งของนักกีฬาแต่ละประเภท

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบ
   โดยใช้แหล่งเรียนรู้
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบทั่วไป

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้
เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม
มัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คาบ เวลา 300 นาที

สาระที่ 4แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ผลการเรียนรู้

1.ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และระบุแรงที่เกิดขึ้น เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้ได้

2. ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับแรงเสียดทาน และคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทานได้

2. สังเกต และทดลองเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทานโดยใช้แหล่งเรียนรู้ได้

3. ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทานได้

4. คำนวณหาแรงเสียดทานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

5. เสนอแนะวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานได้

สาระสำคัญ

1.**กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน** (Newton’s Third Law of Motion)มีใจความว่าทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามเสมอและกระทำต่อวัตถุคนละก้อนสรุปเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\vec{F}_{action} = -\vec{F}_{reaction}$$

โดยที่ $\vec{F}_{action}$ คือ แรงกิริยา มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

และแรงกิริยา (Action Force) หมายถึง แรงที่มากระทำกับวัตถุ

$\vec{F}_{reaction}$ คือ แรงปฏิกิริยา มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

และแรงปฏิกิริยา (Reaction Force) หมายถึง แรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำ

2.แรงเสียดทาน (Frictional Force) หมายถึงแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เป็นแรงพยายามต้านสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุและมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสรุปเป็นความสัมพันธ์ของแรงเสียดทานกับแรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส ดังนี้

$$\vec{f} = \mu\vec{N}$$

เมื่อ	$\vec{f}$	คือ	แรงเสียดทาน	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
	μ	คือ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	ไม่มีหน่วย
	$\vec{N}$	คือ	แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

3.ประเภทของแรงเสียดทานแบ่งออกเป็น 2ประเภทดังนี้

(1) แรงเสียดทานสถิต (Static Friction) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดในขณะวัตถุอยู่นิ่ง ซึ่งสรุปเป็นความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\vec{f}_s = \mu_s\vec{N}$$

เมื่อ	$\vec{f}_s$	คือ	แรงเสียดทานสถิต	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
	μ	คือ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต	ไม่มีหน่วย
	$\vec{N}$	คือ	แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

(2) แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่ ซึ่งสรุปเป็นความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\vec{f}_k = \mu_k\vec{N}$$

เมื่อ	$\vec{f}_k$	คือ	แรงเสียดทานจลน์	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
	μ	คือ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์	ไม่มีหน่วย
	$\vec{N}$	คือ	แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

4. **ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน** ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ดังนี้

(1) น้ำหนักของวัตถุ โดยน้ำหนักของวัตถุจะแปรผันตรงกับแรงเสียดทาน ถ้าน้ำหนักของวัตถุมีค่าเปลี่ยนแปลง แล้วแรงเสียดทานก็จะมีค่าเปลี่ยนแปลงด้วย

(2) ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุ โดยความหยาบกระด้างของผิวสัมผัสระหว่างวัตถุจะแปรผันตรงกับแรงเสียดทาน ถ้าคู่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุเปลี่ยนแปลง แรงเสียดทานก็จะมีค่าเปลี่ยนแปลง

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นการตั้งคำถาม (Ask) (20 นาที)

กิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้ ครูนำนักเรียนไปเรียนรู้นอกสถานที่ คือ โรงงานมีดพร้านาป้อ ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน จาก (1) แหล่งเรียนรู้ประเภทภูมิปัญญา คือ การตีมีดพร้าของชาวนาป้อ ซึ่งเป็นภูมิปัญญาของบรรพบุรุษ สืบทอดวิชาการในการตีมีดพร้ามาสู่รุ่นลูกหลาน เพื่อใช้เป็นอาชีพในการทำมาหากิน (2) แหล่งเรียนรู้ประเภทบุคคล คือ นายประเวช ชิตจันทร์ ซึ่งเป็นผู้ประสบการณ์ในการตีมีดพร้ามานานกว่า 25 ปี

1.1 ครูนำนักเรียนไปทัศนศึกษาภายในโรงงานมีดพร้านาป้อ และครูกล่าวว่า การทำมีดพร้านี้เป็นภูมิปัญญาของบรรพบุรุษของชาวนาป้อที่ได้คิดค้นขึ้น ซึ่งการศึกษาการทำมีดพร้าในวันนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้วัตถุดิบ อุปกรณ์เครื่องมือในการทำมีดพร้า และขั้นตอนการตีมีดพร้าจากวิทยากร คือ นายประเวช ชิตจันทร์ และนักเรียนจะต้องนำความรู้ในการตีมีดพร้าครั้งนี้มาเชื่อมโยงกับแรงในเชิงฟิสิกส์

1.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยให้แต่ละกลุ่มสังเกตบริเวณรอบๆ โรงงานมีดพร้านาป้อ เพื่อให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มตั้งข้อคำถามที่อยากทราบหรือข้อสงสัยเกี่ยวกับการตีมีดพร้านาป้อลงในแผ่นกระดาษที่ครูเตรียมไว้

1.3 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำถามที่อยากทราบ แล้วครูรวบรวมคำถามที่แต่ละกลุ่มอยากทราบเกี่ยวกับการตีมีดพร้านาป้อในแง่มุมของแรงในเชิงฟิสิกส์ จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันจัดกลุ่มและเลือกคำถามที่จะศึกษา

2. ขั้นการสำรวจตรวจสอบ (Investigation) (100 **นาที**)

2.1 การทำกิจกรรมครั้งนี้แบ่งกิจกรรมออกเป็น2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 การศึกษากฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันโดยการสังเกตการตีมีดพร้านาป้อและตอนที่ 2 การศึกษาแรงเสียดทานโดยการลากมีดพร้าที่กำลังเผาบนเตาไฟด้วยเครื่องชั่งสปริงและการสังเกตการลับมีดพร้า

2.2 ครูแจกเอกสารกิจกรรมที่ 1 เรื่องการทำมีดพร้านาป้อ และครูชี้แจงขั้นตอนในการทำกิจกรรม

2.3 ครูให้นักเรียนฟังการบรรยายขั้นตอนการทำมีดพร้าจากวิทยากร ซึ่งในขณะที่วิทยากรบรรยายนั้น มีการแสดงวัตถุดิบ อุปกรณ์ และเครื่องมือ รวมทั้งสาธิตวิธีการใช้งาน นักเรียนนำข้อมูลจากการฟังและการสังเกตมาบันทึกผลลงในเอกสารกิจกรรมที่ 1 เรื่องการทำมีดพร้านาป้อ

3. ขั้นการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล (Creative and Analyze) (80 **นาที**)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลจากการเรียนรู้ในแหล่งเรียนรู้มาวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลดังนี้

3.1 นักเรียนวิเคราะห์แผนภาพของแรงว่ามีองค์ประกอบย่อยต่างๆ ครบหรือไม่ ซึ่งได้แก่ ทิศทางของแรง ชื่อของแรง และสัญลักษณ์ของแรง และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

3.2 นักเรียนเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้มีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่ (f_s) และแรงดึงที่ทำให้มีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (f_k) กับขนาดของน้ำหนักของมีดพร้า(w)

3.3 นักเรียนคำนวณหาความชันของเส้นกราฟในข้อ3.2 และตอบคำถามท้ายกิจกรรม

4. ขั้นการอภิปรายผล (Discuss) (90 **นาที**)

4.1 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมที่เป็นแหล่งเรียนรู้ประเภทภูมิปัญญา และแหล่งเรียนรู้ประเภทบุคคล

4.2 ครูนำนักเรียนอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การสรุปบทเรียน โดยครูใช้คำถามหลังทำกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้

<u>ตอนที่ 1</u>การศึกษากฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันโดยการสังเกตการตีมีดพร้า

1) ขณะตีมีดพร้า มีแรงอะไรเกิดขึ้นบ้าง (แรงที่ค้อนกระทำต่อมีดพร้า และแรงที่มีดพร้ากระทำต่อค้อน)

2)เมื่อคนงานตีมีดพร้าแล้ว คนงานมีปฏิกิริยาอย่างไรบ้าง (เมื่อตีมีดพร้าแล้ว คนงานมีอาการกระตุกไปข้างหลังเล็กน้อย)

3)แรงที่ค้อนกระทำต่อมีดพร้ามีขนาดเท่ากับแรงที่มีดพร้ากระทำต่อค้อนหรือไม่ และมีทิศทางเป็นอย่างไร (เท่ากัน และมีทิศทางตรงข้ามกัน)

4)นักเรียนคิดว่า แรงที่ค้อนกระทำต่อมีดพร้าและแรงที่มีดพร้ากระทำต่อค้อนเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันหรือไม่ และแรงทั้งสองกระทำต่อวัตถุเดียวกันหรือไม่ (เกิดในเวลาเดียวกัน และแรงทั้งสองกระทำต่อวัตถุคนละก้อน)

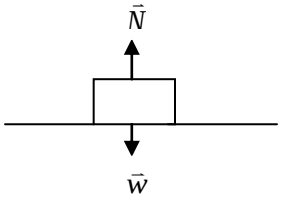
5) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า แรงที่ค้อนกระทำต่อมีดพร้า เรียกว่า แรงกิริยา (Action Force) ส่วนแรงที่มีดพร้ากระทำต่อค้อน เรียกว่า แรงปฏิกิริยา (Reaction Force) แรงทั้งสองเรียกว่า แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา โดยแรงทั้งสองนี้มีขนาดของแรงเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม เรียกข้อความดังกล่าวนี้ว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

6) ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันมากลุ่มละ 1-2 ตัวอย่าง (การตีลูกเทนนิส โดยมีแรงที่ไม้กระทำต่อลูกบอล และแรงที่ลูกบอลกระทำต่อไม้ และการขี่รถจักรยานยนต์ โดยมีแรงที่ล้อรถกระทำต่อถนน และแรงที่ถนนกระทำต่อล้อรถ)

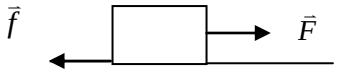
7)นักเรียนสามารถสรุปกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันเป็นข้อความบรรยายและสมการการเคลื่อนที่ได้ว่าอย่างไร (กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน (Newton's Third Law of Motion)มีใจความว่าทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามเสมอและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน ซึ่งสรุปเป็นสมการการเคลื่อนที่คือ $\vec{F}_{action} = -\vec{F}_{reaction}$)

<u>ตอนที่ 2</u> การศึกษาแรงเสียดทานโดยการลากมีดพร้าที่กำลังเผาบนเตาไฟด้วยเครื่องชั่งสปริงและการสังเกตการลับมีดพร้า

1) เมื่อวางมีดพร้าบนเตาไฟขณะที่ยังไม่ออกแรงดึง จะมีแรงกระทำต่อมีดพร้าจำนวนกี่แรง อะไรบ้าง พร้อมทั้งเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อมีดพร้า (มีจำนวน 2 แรง ได้แก่ แรงเนื่องจากน้ำหนักของมีดพร้า และแรงที่พื้นกระทำต่อมีดพร้าในแนวตั้งฉากกับพื้น)



2)เมื่อออกแรงดึงมีดพร้าบนเตาไฟโดยใช้เครื่องชั่งสปริงด้วยความเร็วคงที่ จะมีแรงกระทำต่อมีดพร้าจำนวนกี่แรง อะไรบ้าง พร้อมทั้งเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อมีดพร้า (มีจำนวน 2 แรง ได้แก่ แรงดึงที่ทำให้มีดพร้าเคลื่อนที่ และแรงต้านการเคลื่อนที่เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของมีดพร้าและถ่านไฟ)



3)ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า แรงต้านการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า แรงเสียดทาน (Frictional Force) มีสัญลักษณ์คือ $\vec{f}$ และมีหน่วยคือ นิวตัน (N)

4)เมื่อออกแรงดึงมีดพร้าด้วยแรงที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ขนาดของแรงเมื่อมีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่และเมื่อมีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อมีดพร้าจะเริ่มเคลื่อนที่ ขนาดของแรงมีค่ามากที่สุด แต่เมื่อมีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ขนาดของแรงที่ใช้จะน้อยลงจนทำให้มีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่)

5) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า ขนาดของแรงดึงที่เพิ่มขึ้นจนมีค่ามากที่สุดเมื่อมีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต (Static Friction) มีสัญลักษณ์คือ $\vec{f}_s$ และแรงเสียดทานระหว่างมีดพร้าและพื้นโต๊ะขณะที่มีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction) มีสัญลักษณ์คือ $\vec{f}_k$)

6) นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้มีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่ ($\vec{f}_s$) กับขนาดของน้ำหนักของมีดพร้า ($\vec{w}$) ในรูปของสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร ($f_s \alpha \vec{w}$)

7) ความชันของเส้นกราฟ $\vec{f}_s$ กับ $\vec{w}$ เท่ากับเท่าไร ($\frac{\vec{f}_s}{\vec{w}}$) และครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับน้ำหนักของมีดพร้า ($\frac{\vec{f}_s}{\vec{w}}$) นี้เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต มีสัญลักษณ์คือ μ_sและไม่มีหน่วย

8) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า เมื่อมีดพร้าไม่เคลื่อนที่จะเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน จะได้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อมีดพร้าเป็นศูนย์ ซึ่งจะได้ว่า น้ำหนักของมีดพร้าเท่ากับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส หรือ $\vec{w} = \vec{N}$)

9) นักเรียนสามารถสรุประหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้มีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่ (f_s) กับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส ($\vec{N}$)ได้ว่าอย่างไร ($f_s \alpha_k N$ ดังนั้น หรือ $f_s = \mu_s \vec{N}$)

10) นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่มีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{f}_k$)กับขนาดของน้ำหนักของมีดพร้า ($\vec{w}$) ในรูปของสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร ($\vec{f}_k \alpha \vec{w}$)

11) ความชันของเส้นกราฟ $\vec{f}_k$ กับ $\vec{w}$ เท่ากับเท่าไร ($\frac{\vec{f}_k}{\vec{w}}$) และครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานจลน์กับน้ำหนักของมีดพร้า ($\frac{\vec{f}_k}{\vec{w}}$) นี้เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ มีสัญลักษณ์คือ μ_k และไม่มีหน่วย

12) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า เมื่อมีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่นั้น จะเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน จะได้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อมีดพร้าเป็นศูนย์ ซึ่งจะได้ว่าน้ำหนักของมีดพร้าเท่ากับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสหรือ $\vec{w} = \vec{N}$)

13) นักเรียนสามารถสรุประหว่างแรงดึงที่มีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{f}_k$) กับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส ($\vec{N}$)ได้ว่าอย่างไร ($\vec{f}_k \alpha \vec{N}$ ดังนั้น หรือ $\vec{f}_k = \mu_k \vec{N}$)

4.3 ครูนำนักเรียนสรุปในประเด็นต่อไปนี้

1) ความหมายของแรงเสียดทาน

2) ประเภทของแรงเสียดทาน

3) ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

4.4 ครูแจกเอกสารกิจกรรมที่ 2 การคำนวณเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน ครูแสดงตัวอย่างการคำนวณให้นักเรียนดู 1 ข้อ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนทำเป็นการบ้าน

5. ขั้นการสะท้อนการเรียนรู้(Reflect) (10 นาที)

5.1 ครูให้นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้(Learning Logs)หลังการเรียนรู้ในวันนี้ ลงในเอกสารกิจกรรมที่ 3 บันทึกการเรียนรู้(Learning Logs)เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน

สื่อการเรียนรู้

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระดาษฟลิบชาร์ต จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 แผ่น
2. ปากกาเมจิก จำนวน 3 ด้ามต่อกลุ่มรวมเป็น 18 ด้าม
3. เครื่องชั่งสปริงจำนวน 1 อันต่อกลุ่มรวมเป็น 6 อัน
4. เอกสารกิจกรรมที่ 1 การทำมีดพร้านาป้อจำนวน 1 ฉบับต่อกลุ่มรวมเป็น 6 ฉบับ
5. เอกสารกิจกรรมที่ 2 การคำนวณเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน จำนวน 1 ฉบับต่อคน รวมเป็น 33 ฉบับ
6. เอกสารกิจกรรมที่ 3 บันทึกการเรียนรู้(Learning Logs) จำนวน 1 ฉบับต่อคน รวมเป็น 33 ฉบับ

แหล่งเรียนรู้

1. แหล่งเรียนรู้ที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น คือ โรงงานมีดพร้านาป้อ สถานที่ติดต่อ เลขที่ 77/2 หมู่ที่ 8 ตำบลควนปริงอำเภอเมือง จังหวัดตรัง 92000

2.แหล่งเรียนรู้ที่เป็นบุคคลคือ นายประเวช ชิตจันทร์ ซึ่งเป็นวิทยากรที่มีประสบการณ์ในการตีมีดพร้า นอกจากนั้น มีบุคคลที่มีความชำนาญในการทำมีดพร้า คือ คนงานที่ทำหน้าที่เฉพาะในขั้นตอนการตีมีดพร้า

การประเมินการเรียนรู้

1. ประเมินการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น การนำเสนอ การทำกิจกรรมกลุ่ม
2. ประเมินผลการทำกิจกรรมเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทานจากการตอบคำถาม และจากการทำเอกสารกิจกรรม
3. ประเมินการทำบันทึกการเรียนรู้(Learning Logs)

เอกสารกิจกรรมที่ 1

การทำมีดพร้านาป้อ

กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชื่อ.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 การศึกษากฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันโดยการสังเกตการตีมีดพร้า

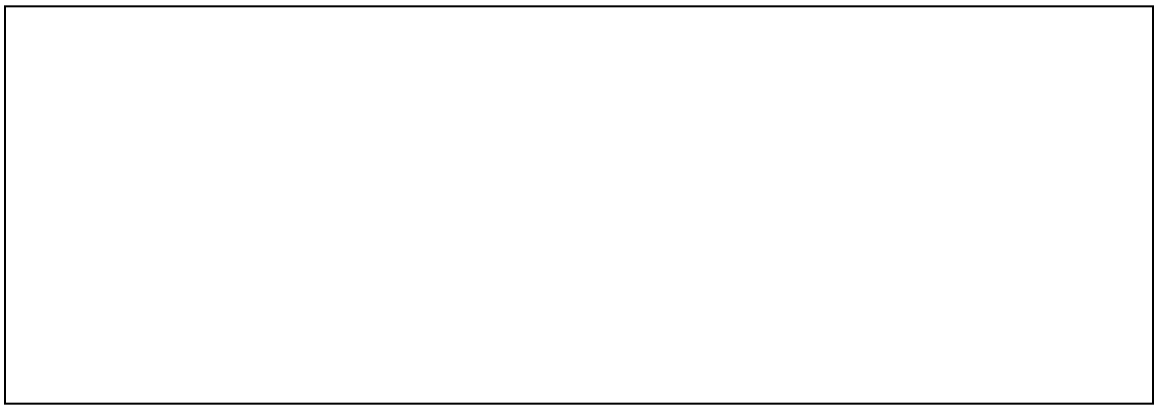
คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตแรงที่เกิดขึ้นขณะที่คนงานกำลังตีมีดพร้า โดยมีวิทยากรให้คำแนะนำและคอยช่วยเหลือ

2. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อมีดพร้า เพื่อให้เห็นองค์ประกอบย่อยต่างๆ โดยระบุทิศทางของแรง ชื่อของแรง และสัญลักษณ์ของแรงลงในกระดาษฟลิปชาร์ต

ผลการทำกิจกรรม

<u>แผนภาพของแรงที่กระทำต่อมีดพร้า</u>



คำถามหลังทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 การศึกษากฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันโดยการสังเกตการตีมีดพร้า

1. ขณะตีมีดพร้า มีแรงอะไรเกิดขึ้นบ้าง

.....

.....

2. เมื่อคนงานตีมีดพร้าแล้ว คนงานมีอาการหรือปฏิกิริยาโต้ตอบต่อมีดพร้าอย่างไรบ้าง

.....

.....

3. แรงที่ค้อนกระทำต่อมีดพร้ามีขนาดเท่ากับแรงที่มีดพร้ากระทำต่อค้อนหรือไม่ และมีทิศทางเป็นอย่างไร

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่า แรงที่ค้อนกระทำต่อมีดพร้าและแรงที่มีดพร้ากระทำต่อค้อนเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันหรือไม่ และแรงทั้งสองกระทำต่อวัตถุเดียวกันหรือไม่

.....

.....

.....

5. นักเรียนสามารถสรุปกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันเป็นข้อความบรรยายและสมการการเคลื่อนที่ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

6. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันมากลุ่มละ 1-2 ตัวอย่าง

.....

.....

☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼

ตอนที่ 2 การศึกษาแรงเสียดทานโดยการลากมีดพร้าที่กำลังเผาบนเตาไฟด้วยเครื่องชั่งสปริง และการสังเกตการลับมีดพร้า

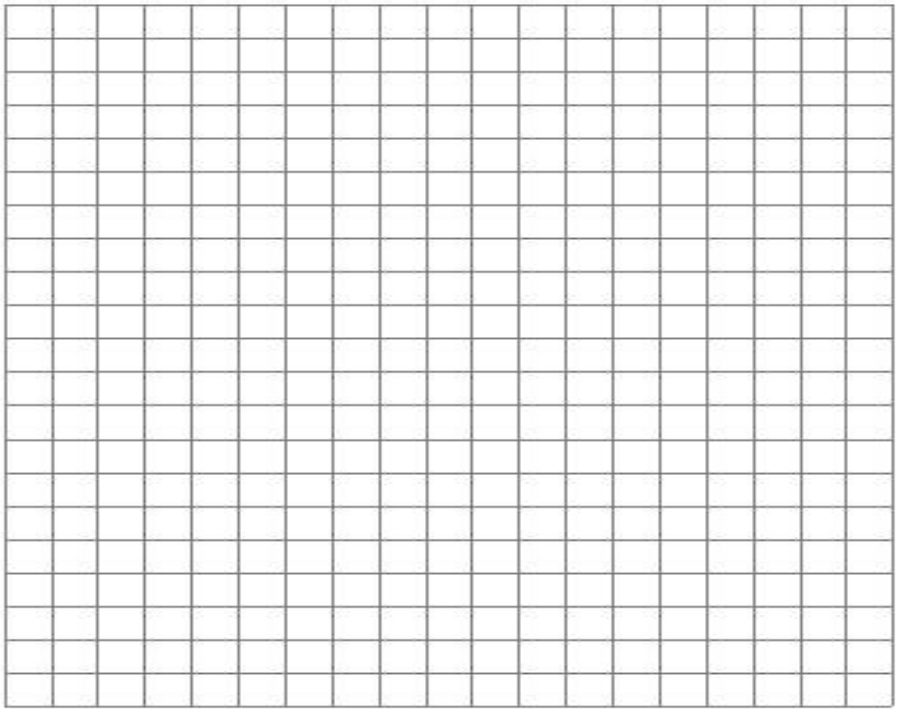
คำชี้แจงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ลากมีดพร้ามวล 400 กรัม โดยออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้มีทิศทางอยู่ในแนวระดับ และออกแรงเพิ่มขึ้นจนทำให้มีดพร้าเริ่มจะเคลื่อนที่ สังเกตแรงที่อ่านได้ ก่อนที่มีดพร้าจะเริ่มเคลื่อนที่ บันทึกขนาดของแรงที่อ่านได้เมื่อมีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่และเมื่อมีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
2. ทำซ้ำข้อ 1. แต่เปลี่ยนมีดพร้าให้มีมวล 500 กรัม และ 600 กรัม ตามลำดับ
3. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้มีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่ (f_s) กับขนาดของน้ำหนักของมีดพร้า (w) และหาความชันของเส้นกราฟ
4. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่มีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (f_k) กับขนาดของน้ำหนักของมีดพร้า (w) และหาความชันของเส้นกราฟ
5. สังเกตการลับมีดพร้าจากวิทยากร และบันทึกผลการสังเกต

ตาราง ขนาดของแรงที่ใช้ดึงมีดพร้าที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน

ครั้งที่	**น้ำหนักของมีดพร้า (N)**	**ขนาดของแรงที่ใช้ดึงมีดพร้า (N)**	
		เริ่มเคลื่อนที่	**เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่**
1			
2			
3			

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้มีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่ (f_s)
และแรงดึงที่ทำให้มีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (f_k) กับขนาดของน้ำหนักของมีดพร้า(w)



ผลการคำนวณหาความชันของเส้นกราฟ

การบันทึกผลการสังเกตการลับมีดพร้า

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. เมื่อวางมีดพร้าบนเตาไฟขณะที่ยังไม่ออกแรงดึง จะมีแรงกระทำต่อมีดพร้าจำนวนกี่แรง อะไรบ้าง พร้อมทั้งเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อมีดพร้า

.....

.....

แผนภาพของแรงที่กระทำต่อมีดพร้า

2. เมื่อออกแรงดึงมีดพร้าด้วยความเร็วคงที่ จะมีแรงกระทำต่อมีดพร้าจำนวนกี่แรง อะไรบ้างพร้อมทั้งเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อมีดพร้า

.....

.....

แผนภาพของแรงที่กระทำต่อมีดพร้า

3. เมื่อออกแรงดึงมีดพร้าด้วยแรงที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ขนาดของแรงเมื่อมีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่และเมื่อมีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

4. นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้มีดพร้าเริ่มเคลื่อนที่ ($\vec{f}_s$) กับขนาดของน้ำหนักของมีดพร้า ($\vec{w}$) ในรูปของสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

5. ความชันของเส้นกราฟ $\vec{f}_s$ กับ $\vec{w}$ เท่ากับเท่าไร

.....

.....

.....

6. นักเรียนสามารถสรุประหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้ถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ (f_s) กับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส ($\vec{N}$)ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

7. นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่มีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{f}_k$)กับขนาดของน้ำหนักของมีดพร้า ($\vec{w}$) ในรูปของสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

8. ความชันของเส้นกราฟ $\vec{f}_k$ กับ $\vec{w}$ เท่ากับเท่าไร

.....

.....

9. นักเรียนสามารถสรุประหว่างแรงดึงที่มีดพร้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{f}_k$) กับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส ($\vec{N}$)ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

เอกสารกิจกรรมที่ 2

การคำนวณ
เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนคำนวณหาผลลัพธ์จากโจทย์ปัญหาต่อไปนี้ให้ชัดเจน

1. ม้าตัวหนึ่งกำลังลากเกวียน และเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่เกวียนพยายามดึงม้ากลับไปยังข้างหลังด้วยขนาดของแรงที่เท่ากัน ดังภาพ จงพิจารณาว่าม้าตัวนี้สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้อย่างไร

.....

.....

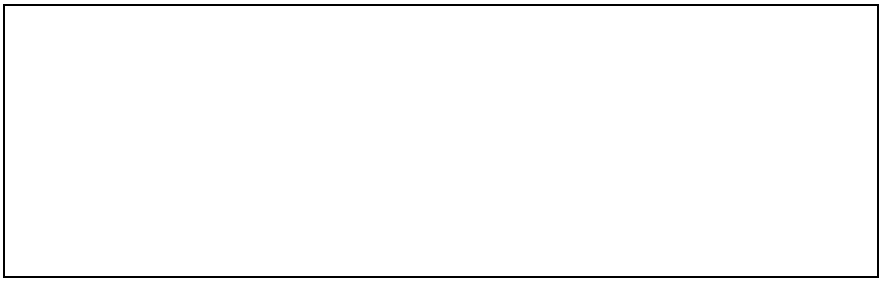
.....

.....

.....

2. นักเรียนคนหนึ่งออกแรงผลักกล่องใบหนึ่งที่มีมวล 20 กิโลกรัม ไปบนพื้นราบด้วยแรงขนาด 140 นิวตัน และมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นในทิศทางตรงกันข้ามขนาด 60นิวตัน ให้นักเรียนพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

2.1 เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อกล่องใบนี้



2.2 เมื่อเวลาผ่านไป 6 วินาที กล่องเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใด และมีความเร็วเท่าใด

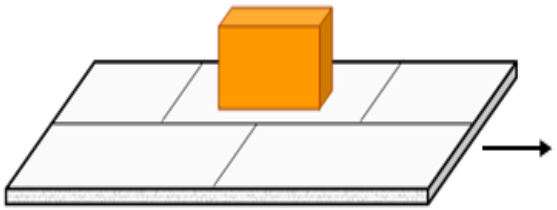
.....

.....

.....

.....

3. โรงงานแห่งหนึ่ง คนงานวางกล่องใบหนึ่งลงบนสายพาน ซึ่งกำลังเคลื่อนที่ในแนวระดับด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ถ้าความเร็วต้นของกล่องเท่ากับศูนย์ และสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเท่ากับ $\frac{1}{3}$ จงพิจารณาว่ากล่องจะเคลื่อนที่ไปบนสายพานนานเท่าใดก่อนที่จะหยุดไถล



.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารกิจกรรมที่ 3

บันทึกการเรียนรู้

(Learning Logs)

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

หัวข้อที่ศึกษา.....วันที่การทำกิจกรรม.....

คำชี้แจง

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน โดยตอบคำถามต่อไปนี้

1. สิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันมีดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับแรงเสียดทาน มีดังนี้

.....

.....

.....

.....

.....

คำชี้แจง

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนข้อมูลเพื่อสะท้อนการดำเนินงานลงในกรอบสี่เหลี่ยมข้างล่างนี้

1. นักเรียนได้ดำเนินการทำกิจกรรมการเรียนรู้นี้อย่างไร

.....

.....

.....

2. สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้คืออะไร

.....

.....

.....

3. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมคืออะไร

.....

.....

.....

4. สิ่งที่นักเรียนต้องการปรับปรุงคืออะไร

.....

.....

.....

5. โปรดกาเครื่องหมายกากบาท (x) ทับบนภาพที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนในการเรียนรู้วันนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์แบบทั่วไป
เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม
มัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คาบ เวลา 300 นาที

สาระที่ 4แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ผลการเรียนรู้

1.ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และระบุแรงที่เกิดขึ้น เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้ได้

2. ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับแรงเสียดทาน และคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องให้ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทานได้
2. สังเกต และทดลองเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทานได้
3. ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทานได้
4. คำนวณหาแรงเสียดทานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
5. เสนอแนะวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานได้

สาระสำคัญ

1. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน (Newton's Third Law of Motion)มีใจความว่าทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามเสมอและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน สรุปเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\vec{F}_{action} = -\vec{F}_{reaction}$$

โดยที่ $\vec{F}_{action}$ คือ แรงกิริยา มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

และแรงกิริยา (Action Force) หมายถึง แรงที่มากระทำกับวัตถุ

$\vec{F}_{reaction}$ คือ แรงปฏิกิริยา มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

และแรงปฏิกิริยา (Reaction Force) หมายถึง แรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำ

2.แรงเสียดทาน (Frictional Force) หมายถึงแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เป็นแรงพยายามต้านสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุและมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งสรุปเป็นความสัมพันธ์ของแรงเสียดทานกับแรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส ดังนี้

$$\vec{f} = \mu\vec{N}$$

เมื่อ	$\vec{f}$	คือ	แรงเสียดทาน	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
	μ	คือ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	ไม่มีหน่วย
	$\vec{N}$	คือ	แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

3.ประเภทของแรงเสียดทานแบ่งออกเป็น 2ประเภทดังนี้

(1) แรงเสียดทานสถิต (Static Friction) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดในขณะวัตถุอยู่นิ่ง ซึ่งสรุปเป็นความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\vec{f}_s = \mu_s\vec{N}$$

เมื่อ	$\vec{f}_s$	คือ	แรงเสียดทานสถิต	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
	μ	คือ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต	ไม่มีหน่วย
	$\vec{N}$	คือ	แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

(2) แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่ ซึ่งสรุปเป็นความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\vec{f}_k = \mu_k\vec{N}$$

เมื่อ	$\vec{f}_k$	คือ	แรงเสียดทานจลน์	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
	μ	คือ	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์	ไม่มีหน่วย
	$\vec{N}$	คือ	แรงปฏิกิริยาตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส	มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

4. **ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน** ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ดังนี้

(1) น้ำหนักของวัตถุ โดยน้ำหนักของวัตถุจะแปรผันตรงกับแรงเสียดทาน ถ้าน้ำหนักของวัตถุมีค่าเปลี่ยนแปลง แล้วแรงเสียดทานก็จะมีค่าเปลี่ยนแปลงด้วย

(2) ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุ โดยความหยาบกระด้างของผิวสัมผัสระหว่างวัตถุจะแปรผันตรงกับแรงเสียดทาน ถ้าคู่ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุเปลี่ยนแปลง แรงเสียดทานก็จะมีค่าเปลี่ยนแปลง

กิจกรรมการเรียนรู้

1. **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)**

1.1 ครูสุ่มนักเรียนมาคนหนึ่ง เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้สาธิตในการออกแรงกระทำต่อดินน้ำมันที่วางอยู่บนโต๊ะหน้าห้อง และให้นักเรียนทั้งห้องสังเกตดินน้ำมัน จากนั้นครูใช้คำถามดังนี้

1) เมื่อนักเรียนออกแรงกระทำต่อดินน้ำมันแล้ว ดินน้ำมันมีลักษณะอย่างไร

2) มีแรงอะไรกระทำกับดินน้ำมันบ้าง

3) แรงที่เกิดขึ้นมีทิศทางเป็นอย่างไร

(ครูให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละข้อ ตามความคิดของนักเรียนเอง โดยครูยังไม่เฉลย)

1.2 ครูกล่าวต่อไปว่า ในหัวข้อที่ผ่านมาได้ศึกษากฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งและข้อที่สองของนิวตันมาแล้ว ซึ่งเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ สำหรับวันนี้เป็นการศึกษากฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน ซึ่งนำมาใช้อธิบายในเรื่องแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพต่างๆ ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล

2. **ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ (180 นาที)**

2.1 การทำกิจกรรมครั้งนี้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สนุกกับรถแข่งและตอนที่ 2 แรงเสียดทาน จากนั้นครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทั้งหมด 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และกิจกรรมที่ 2 เรื่องแรงเสียดทาน

2.2 ครูแจกเอกสารกิจกรรมที่ 1 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน และแรงเสียดทาน จากนั้นอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำอุปกรณ์การทดลองที่เตรียมมาแล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรม

2.3 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ต 1 แผ่น พร้อมปากกาเมจิก 2ด้าม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบตารางบันทึกผล เพื่อบันทึกผลการทำกิจกรรม

2.4 ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของการบันทึกผลการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม และนำนักเรียนอภิปรายการตอบคำถามหลังการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลองดังนี้

<u>ตอนที่ 1</u> สนุกกับรถแข่ง

1)เมื่อนำลูกโป่งที่ไม่เป่าลมผูกติดกับหลอดดูดแล้ว รถแข่งมีสภาพการเคลื่อนที่อย่างไร (ลูกโป่งไม่เคลื่อนที่)

2) เมื่อปล่อยลมออกจากลูกโป่งแล้ว รถแข่งมีสภาพการเคลื่อนที่อย่างไร (รถแข่งเคลื่อนที่ไปข้างหน้า หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว)

3) รถแข่งเคลื่อนที่ไปบนพื้นราบได้เพราะเหตุใด (เพราะมีแรงดันอากาศที่พุ่งออกมาจากลูกโป่งและแรงผลักดันให้รถแข่งเคลื่อนที่ไปข้างหน้า)

4) การเคลื่อนที่ของรถแข่งและแรงดันอากาศที่ปล่อยออกมาจากลูกโป่ง มีทิศทางเป็นอย่างไร (มีทิศทางตรงกันข้าม)

5) แรงที่พุ่งออกจากลูกโป่งและแรงที่รถแข่งเคลื่อนที่ไปข้างหน้า มีขนาดของแรงเป็นอย่างไร (มีขนาดของแรงเท่ากัน)

6) เมื่อรถแข่งเคลื่อนที่ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถแข่งเท่ากับศูนย์หรือไม่ เพราะเหตุใด (แรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์ เพราะแรงที่เกิดขึ้นกระทำต่อวัตถุคนละก้อน โดยแรงหนึ่งกระทำที่รถแข่ง และอีกแรงหนึ่งกระทำที่อากาศ

7)ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า แรงดันอากาศที่พุ่งออกจากลูกโป่ง เรียกว่าแรงกิริยา (Action Force) และแรงที่รถแข่งเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เรียกว่า แรงปฏิกิริยา (Reaction Force)จากนั้นครูให้นักเรียนนิยามคำว่า แรงกิริยา (Action Force) และแรงปฏิกิริยา (Reaction Force) ว่ามีความหมายว่าอย่างไร (แรงกิริยา (Action Force) หมายถึง แรงที่มากระทำกับวัตถุและแรงปฏิกิริยา (Reaction Force) หมายถึง แรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำ)

8) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมอีกว่า แรงทั้งสองดังกล่าวมีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม และกระทำต่อวัตถุคนละก้อน เรียกข้อความนี้ว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

9) ครูแจกเอกสารกิจกรรมที่ 2 เรื่องแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา แล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมที่ 2

ตอนที่ 2 แรงเสียดทาน

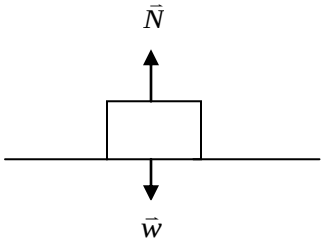
1) ขนาดของแรงดึงถุงทรายที่ไม่หุ้มพลาสติกกับขนาดของแรงดึงถุงทรายที่หุ้มพลาสติกแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แตกต่างกัน คือ แรงดึงถุงทรายที่หุ้มพลาสติกมีค่าน้อยกว่าแรงดึงถุงทรายที่ไม่หุ้มพลาสติก)

2) ชนิดของพื้นผิวสัมผัสมีผลต่อแรงดึงถุงทรายที่เกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร (ชนิดของพื้นผิวสัมผัสมีผลต่อแรงดึงถุงทราย กล่าวคือ เมื่อลากถุงทรายที่หุ้มพลาสติกจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า ใช้แรงที่น้อยกว่า หรือเคลื่อนที่ก่อนถุงทรายที่ไม่ได้หุ้มพลาสติก เพราะมีความลื่น ความเรียบมากกว่าพื้นโต๊ะ)

3)เมื่อออกแรงดึงถุงทรายด้วยแรงน้อยๆ ถุงทรายจะเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น (ถุงทรายจะไม่เคลื่อนที่ เพราะพื้นมีความฝืด มีผิวหยาบ หรือมีแรงเสียดทาน)

4) เมื่อถุงทรายไม่เคลื่อนที่จะมีแรงอะไรกระทำต่อถุงทรายบ้าง (เมื่อถุงทรายไม่เคลื่อนที่จะมีแรงกระทำต่อถุงทราย 2 แรง ได้แก่ แรงเนื่องจากน้ำหนักของถุงทราย และแรงของพื้นที่กระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากกับพื้น)

5) ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อถุงทรายบนกระดานดำ เมื่อถุงทรายไม่มีการเคลื่อนที่

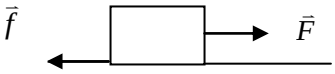


6)เมื่อออกแรงดึงถุงทรายด้วยแรงที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถุงทรายจะเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น (ถุงทรายเคลื่อนที่ เพราะแรงที่ดึงถุงทรายมากจนชนะแรงเสียดทาน หรือแรงที่กระทำต่อถุงทรายมากกว่าแรงเสียดทาน)

7) เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่จะมีแรงอะไรกระทำต่อถุงทรายบ้าง (เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่จะมีแรงกระทำต่อถุงทราย 2 แรง ได้แก่ แรงดึงจากเครื่องชั่งสปริง และแรงต้านการเคลื่อนที่)

8) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า แรงต้านการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า แรงเสียดทาน (Frictional Force) มีสัญลักษณ์คือ $\vec{f}$ และมีหน่วยคือ นิวตัน (N)

9) ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อถุงทราย เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ บนกระดานดำ



10) เมื่อออกแรงดึงถุงทรายด้วยแรงที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แล้วถุงทรายเคลื่อนที่ ขนาดของแรงเมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่และเมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อถุงทรายจะเริ่มเคลื่อนที่ ขนาดของแรงมีค่ามากที่สุด แต่เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ขนาดของแรงที่ใช้จะน้อยลงจนทำให้ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่)

11) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า ขนาดของแรงดึงที่เพิ่มขึ้นจนมีค่ามากที่สุดเมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ เรียกว่า แรงเสียดทานสถิต (Static Friction) มีสัญลักษณ์คือ $\vec{f}_s$ และแรงเสียดทานระหว่างถุงทรายและพื้นโต๊ะขณะที่ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction) มีสัญลักษณ์คือ $\vec{f}_k$)

12) นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้ถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ ($\vec{f}_s$) กับขนาดของน้ำหนักของถุงทราย ($\vec{w}$) ในรูปของสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร ($f_s \alpha \vec{w}$)

13) ความชันของเส้นกราฟ $\vec{f}_s$ กับ $\vec{w}$ เท่ากับเท่าไร ($\frac{\vec{f}_s}{\vec{w}}$) และครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับน้ำหนักของถุงทราย ($\frac{\vec{f}_s}{\vec{w}}$) นี้เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต มีสัญลักษณ์คือ μ_sและไม่มีหน่วย

14) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า เมื่อถุงทรายไม่เคลื่อนที่จะเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน จะได้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นศูนย์ ซึ่งจะได้ว่า น้ำหนักของถุงทรายเท่ากับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส หรือ $\vec{w} = \vec{N}$)

15) นักเรียนสามารถสรุประหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้ถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ (f_s) กับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส ($\vec{N}$)ได้ว่าอย่างไร ($f_s \alpha_k N$ ดังนั้น หรือ $f_s = \mu_s \vec{N}$)

16) นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{f}_k$)กับขนาดของน้ำหนักของถุงทราย ($\vec{w}$) ในรูปของสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร ($\vec{f}_k \alpha \ \vec{w}$)

17) ความชันของเส้นกราฟ $\vec{f}_k$ กับ $\vec{w}$ เท่ากับเท่าไร ($\frac{\vec{f}_k}{\vec{w}}$) และครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานจลน์กับน้ำหนักของถุงทราย ($\frac{\vec{f}_k}{\vec{w}}$) นี้เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ มีสัญลักษณ์คือ μ_k และไม่มีหน่วย

18) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่นั้น จะเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน จะได้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นศูนย์ ซึ่งจะได้ว่าน้ำหนักของถุงทรายเท่ากับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสหรือ $\vec{w} = \vec{N}$)

19) นักเรียนสามารถสรุประหว่างแรงดึงที่ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{f}_k$) กับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส ($\vec{N}$)ได้ว่าอย่างไร ($\vec{f}_k \alpha \vec{N}$ ดังนั้น หรือ $\vec{f}_k = \mu_k \vec{N}$)

3. ขั้นสรุปบทเรียน (100 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันสรุปกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน ทั้งในรูปข้อความและสมการ (ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามเสมอและกระทำต่อวัตถุคนละก้อน และเขียนในรูปของสมการได้ว่า $\vec{F}_{action} = -\vec{F}_{reaction}$

3.2 ครูให้นักเรียนแต่ละคนวาดภาพที่แสดงถึงกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันที่พบเจอในชีวิตประจำวันลงในกระดาษ A4 ที่ครูเตรียมไว้ให้พร้อมทั้งระบุระบุลูกศรและเขียนชื่อแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา

3.3 ครูใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนสรุปเกี่ยวกับแรงเสียดทาน ดังนี้

1) ความหมายของแรงเสียดทาน

2) ประเภทของแรงเสียดทาน

3) ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

3.4 ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแผนผังมโนทัศน์สรุปเรื่องแรงเสียดทานลงในกระดาษ A4

3.5 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ข้อ 19-21

สื่อการเรียนรู้

วัสดุและอุปกรณ์

(สำหรับกิจกรรมตอนที่ 1 สนุกกับรถแข่ง)

1. กระดาษแข็งหรือกระดาษลัง จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 แผ่น
2. กรรไกร จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 อัน
3. วงเวียน จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 อัน
4. ลูกโป่ง จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 อัน
5. หลอดดูด จำนวน 2 อันต่อกลุ่ม รวมเป็น 12 อัน
6. เทปใส จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 อัน
7. เข็มหมุด จำนวน 1 กล่องต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 กล่อง
8. กระดาษฟลิปชาร์ต จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 แผ่น
9. ปากกาเมจิก จำนวน 2 ด้ามต่อกลุ่ม รวมเป็น 12 ด้าม
10. เอกสารกิจกรรมที่ 1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน จำนวน 1 ฉบับต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 ฉบับ
11. เอกสารกิจกรรมที่ 2 แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาจำนวน 1 แผ่นต่อคน รวมเป็น 31 ฉบับ

<u>หมายเหตุ</u>: วัสดุและอุปกรณ์ในข้อ 1-7 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมอุปกรณ์มาเอง

วัสดุและอุปกรณ์

(สำหรับกิจกรรมตอนที่ 2 แรงเสียดทาน)

1. เครื่องชั่งสปริง จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 อัน
2. ถุงทราย จำนวน 4 ถุงต่อกลุ่ม รวมเป็น 24 ถุง
3. ถุงพลาสติก จำนวน 1 ถุงต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 ถุง
4. เอกสารกิจกรรมที่ 1 แรงเสียดทาน จำนวน 1 ฉบับต่อกลุ่ม รวมเป็น 6 ฉบับ
5. ภาพที่ 1 ภาพผลักตู้

การประเมินการเรียนรู้

1. ประเมินการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น การนำเสนอ การทำกิจกรรมกลุ่ม

2. ประเมินผลการทำกิจกรรมเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทานจากการตอบคำถาม และจากการทำเอกสารกิจกรรม

เอกสารกิจกรรมที่ 1

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและแรงเสียดทาน

กลุ่มที่.....ชั้น.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชื่อ.....เลขที่.....

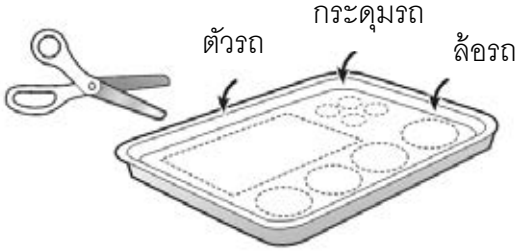
ชื่อ.....เลขที่.....ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชื่อ.....เลขที่.....

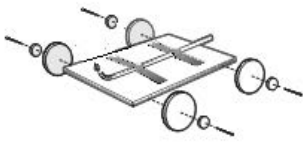
ตอนที่ 1 สนุกกับรถแข่ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ดังขั้นตอนต่อไปนี้

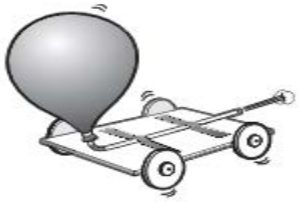
1. จัดทำส่วนประกอบของรถแข่งได้แก่ ตัวรถ กระดุมรถ และล้อรถ ดังรูป โดยใช้ไม้บรรทัด ปากกา และวงเวียน



2. ตัดส่วนประกอบของรถแข่งให้เรียบร้อย
3. นำหลอดดูดติดที่ตัวรถโดยใช้เทปใส และนำกระดุมรถและล้อรถติดกับตัวรถโดยใช้เข็มหมุด



4. นำลูกโป่งที่ไม่เป่าลมผูกติดกับหลอดดูด แล้วสังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ของรถแข่ง และบันทึกผล
5. เป่าลูกโป่งให้โตแล้วนำไปติดกับรถที่วางอยู่บนพื้นราบ ปล่อยมือออก แล้วสังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ของรถแข่ง และบันทึกผล



6. ทำเช่นเดียวกับข้อ 6. แต่เป่าลูกโป่งให้โตมากที่สุด แล้วสังเกตทิศทางการเคลื่อนที่ของรถ และบันทึกผล
7. ออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมลงในตารางบันทึกผลให้เรียบร้อย

ผลการทำกิจกรรม

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. เมื่อนำลูกโป่งที่ไม่เป่าลมผูกติดกับหลอดดูดแล้ว รถแข่งมีสภาพการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

2. เมื่อปล่อยลมออกจากลูกโป่งแล้ว รถแข่งมีสภาพการเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

3. รถแข่งเคลื่อนที่ไปบนพื้นราบได้เพราะเหตุใด

.....

.....

4. การเคลื่อนที่ของรถแข่งและแรงดันลมที่ปล่อยออกมาจากลูกโป่ง มีทิศทางเป็นอย่างไร

.....

.....

5. แรงที่พุ่งออกจากลูกโป่งและแรงที่รถแข่งเคลื่อนที่ไปข้างหน้า มีขนาดของแรงเป็นอย่างไร

.....

.....

6. เมื่อรถแข่งเคลื่อนที่ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถแข่งเท่ากับศูนย์หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

7. จากลักษณะการเคลื่อนที่ข้างต้น เรียกว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน นักเรียนสามารถอธิบายเป็นข้อความบรรยายได้ว่าอย่างไร และเขียนในรูปของสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼☼

ตอนที่ 2 **แรงเสียดทาน**

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม ดังขั้นตอนต่อไปนี้

ตอนที่ 2.1ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุ

1. ลากถุงทราย 1 ถุง ด้วยเครื่องชั่งสปริง จนถุงทรายเคลื่อนที่ โดยออกแรงน้อยๆ แล้วค่อยๆ เพิ่มแรงดึง สังเกตแรงที่อ่านได้ก่อนที่ถุงทรายจะเริ่มเคลื่อนที่และบันทึกขนาดของแรงที่อ่านได้เมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ และเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
2. ทำซ้ำข้อ 1. จำนวน 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย
3. ทำซ้ำข้อ 1. แต่หุ้มถุงทรายล่างสุดด้วยพลาสติก

ผลการทำกิจกรรม

ตารางขนาดของแรงดึงถุงทรายที่มีพื้นผิวสัมผัสระหว่างวัตถุแตกต่างกัน

ครั้งที่	**ขนาดของแรงดึงถุงทราย ที่ไม่หุ้มพลาสติก (N)**		**ขนาดของแรงดึงถุงทราย ที่หุ้มพลาสติก (N)**	
	เริ่มเคลื่อนที่	**เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่**	**เริ่มเคลื่อนที่**	**เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่**
1				
2				
3				
เฉลี่ย				

ตอนที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานจลน์ และน้ำหนักของถุงทราย

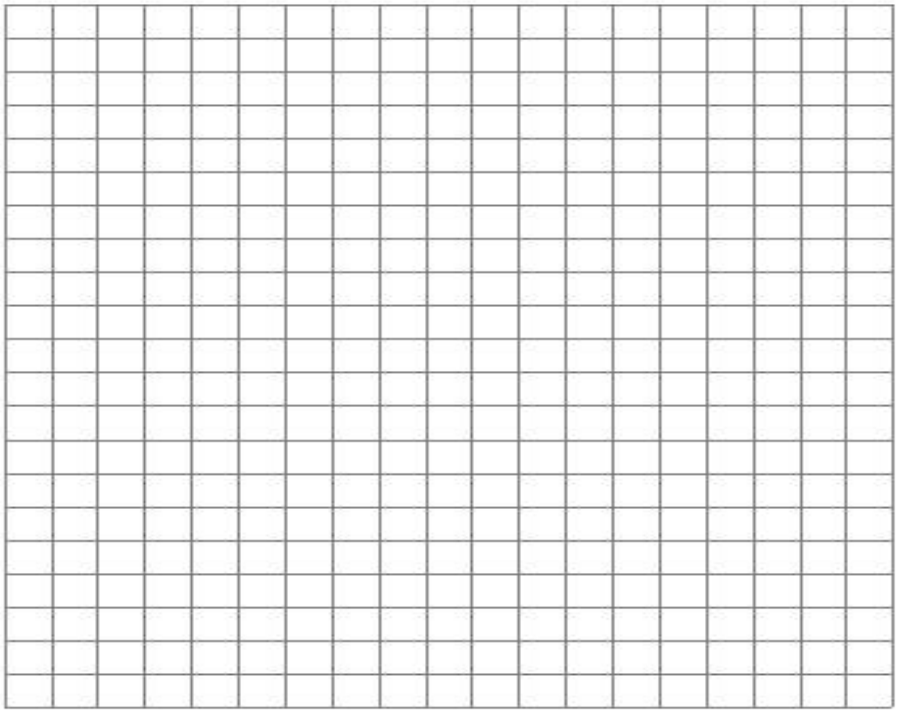
1. ลากถุงทราย 1 ถุง ด้วยเครื่องชั่งสปริง จนถุงทรายเคลื่อนที่ โดยออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้มีทิศทางอยู่ในแนวระดับ และออกแรงเพิ่มขึ้นจนทำให้ถุงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่ สังเกตแรงที่อ่านได้ก่อนที่ถุงทรายจะเริ่มเคลื่อนที่ บันทึกขนาดของแรงที่อ่านได้เมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่และเมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
2. ทำซ้ำข้อ 1. และ 2. แต่วางถุงทรายทับบนถุงทรายในข้อ 1. เป็น 2, 3 และ 4 ถุง ตามลำดับ
3. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้ถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ (f_s) กับขนาดของน้ำหนักของถุงทราย (w) และหาความชันของเส้นกราฟ

4. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (f_k) กับขนาดของน้ำหนักของถุงทราย (w) และหาความชันของเส้นกราฟ

ตารางขนาดของแรงดึงถุงทรายที่มีน้ำหนักและจำนวนถุงทรายแตกต่างกัน

จำนวนถุงทราย (ถุง)	**น้ำหนักถุงทราย (N)**	**ขนาดของแรงดึงถุงทราย (N)**	
		เริ่มเคลื่อนที่	**เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่**
1			
2			
3			
4			

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้ถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ (f_s) และแรงดึงที่ทำให้ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (f_k) กับขนาดของน้ำหนักของถุงทราย (w)



ผลการคำนวณหาความชันของเส้นกราฟ

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ขนาดของแรงดึงถุงทรายที่ไม่หุ้มพลาสติกกับขนาดของแรงดึงถุงทรายที่หุ้มพลาสติกแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

2. ชนิดของพื้นผิวสัมผัสมีผลต่อแรงดึงถุงทรายที่เกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. เมื่อออกแรงดึงถุงทรายด้วยแรงน้อยๆ ถุงทรายจะเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

4. เมื่อถุงทรายไม่เคลื่อนที่จะมีแรงอะไรกระทำต่อถุงทรายบ้าง

.....

.....

5. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อถุงทราย พร้อมทั้งระบุทิศทางการเคลื่อนที่ให้ชัดเจน เมื่อถุงทรายไม่เคลื่อนที่

.....

.....

6. เมื่อออกแรงดึงถุงทรายด้วยแรงที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถุงทรายจะเคลื่อนที่หรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

7. เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่จะมีแรงอะไรกระทำต่อถุงทรายบ้าง

.....

.....

8. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อถุงทราย พร้อมทั้งระบุทิศทางการเคลื่อนที่ให้ชัดเจน เมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

.....

.....

9. เมื่อออกแรงดึงถุงทรายด้วยแรงที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แล้วถุงทรายเคลื่อนที่ ขนาดของแรงเมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่และเมื่อถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

10. นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้ถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ ($\vec{f}_s$) กับขนาดของน้ำหนักของถุงทราย ($\vec{w}$) ในรูปของสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

11. ความชันของเส้นกราฟ $\vec{f}_s$ กับ $\vec{w}$ เท่ากับเท่าไร

.....

.....

12. นักเรียนสามารถสรุประหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้ถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ (f_s) กับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส ($\vec{N}$)ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

13. นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{f}_k$)กับขนาดของน้ำหนักของถุงทราย ($\vec{w}$) ในรูปของสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

14. ความชันของเส้นกราฟ $\vec{f}_k$ กับ $\vec{w}$ เท่ากับเท่าไร

.....

.....

15. นักเรียนสามารถสรุประหว่างแรงดึงที่ถุงทรายเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ($\vec{f}_k$) กับแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส ($\vec{N}$)ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

แบบประเมินแผนผังมโนทัศน์

รายวิชา.....รหัสวิชา.....เรื่อง.....

ชั้น..... ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

คำชี้แจงโปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องตรงกับระดับคุณภาพที่ท่านประเมินตามเกณฑ์การประเมินแผนผังมโนทัศน์

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคุณภาพ			สรุป
		3	2	1	
1					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
2					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
3					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
4					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
5					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
6					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
7					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
8					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
9					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
10					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
11					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
12					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
13					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
14					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
15					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
16					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
17					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
18					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
19					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคุณภาพ			สรุป
		3	2	1	
20					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
21					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
22					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
23					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
24					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
25					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
26					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
27					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
28					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
29					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
30					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
31					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
32					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
33					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
34					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
35					☐ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....วันที่.....

เกณฑ์การประเมินแผนผังมโนทัศน์

ระดับคุณภาพ	รายการพฤติกรรม
3	1. เนื้อหาถูกต้องทั้งหมดและครบทั้ง 3 ประเด็น ได้แก่ ความหมายของแรงเสียดทาน ประเภทของแรงเสียดทาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน 2. ใช้เส้นแสดงความเชื่อมโยงของประเด็นต่างๆ ได้ถูกต้อง 3. การสะกดคำถูกต้องและขนาดตัวอักษรที่ใช้เขียนเหมาะสมและชัดเจน 4. มีสีสันสวยงาม สะอาด และเป็นระเบียบเรียบร้อย 5. เสร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนด
2	1. เนื้อหาถูกต้องทั้งหมดและไม่ครบ 3 ประเด็น 2. ใช้เส้นแสดงความเชื่อมโยงของประเด็นต่างๆ ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง 3. การสะกดคำไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง และขนาดตัวอักษรที่ใช้เขียนเหมาะสมแต่ไม่ชัดเจน 4. มีสีสันสวยงาม ไม่สะอาด และเป็นระเบียบเรียบร้อยเพียงบางส่วน 5. เสร็จตามเวลาที่กำหนดแต่ไม่สมบูรณ์
1	1. เนื้อหาไม่ถูกต้องทั้งหมดและไม่ครบ 3 ประเด็น 2. ใช้เส้นแสดงความเชื่อมโยงของประเด็นต่างๆไม่ถูกต้องมากกว่า 1 ตำแหน่ง 3. การสะกดคำไม่ถูกต้องมากกว่า 1 ตำแหน่ง และขนาดตัวอักษรที่ใช้เขียนเล็กหรือใหญ่เกินไปและไม่ชัดเจน 4. ไม่มีสีสันสวยงาม ไม่สะอาด และไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย 5. ไม่เสร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนด

เอกสารกิจกรรมที่ 2

แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา

กลุ่มที่.....ชั้น.....

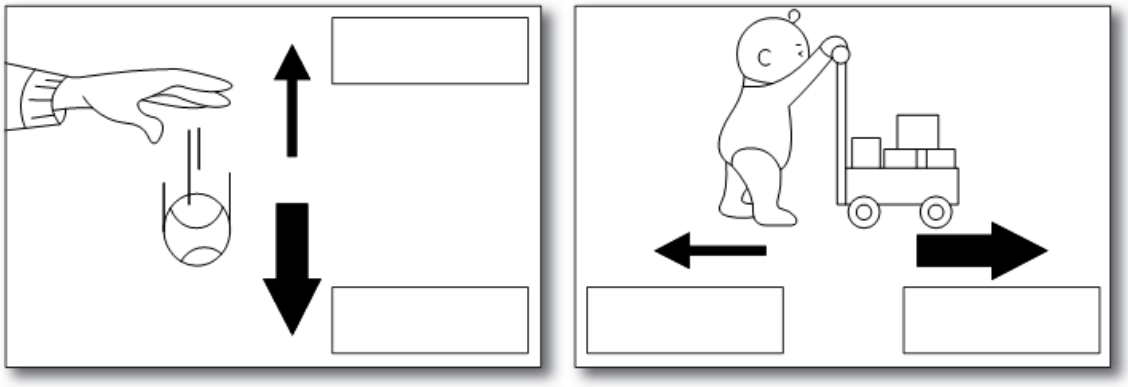
ชื่อ.....เลขที่.....ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่.....ชื่อ.....เลขที่.....

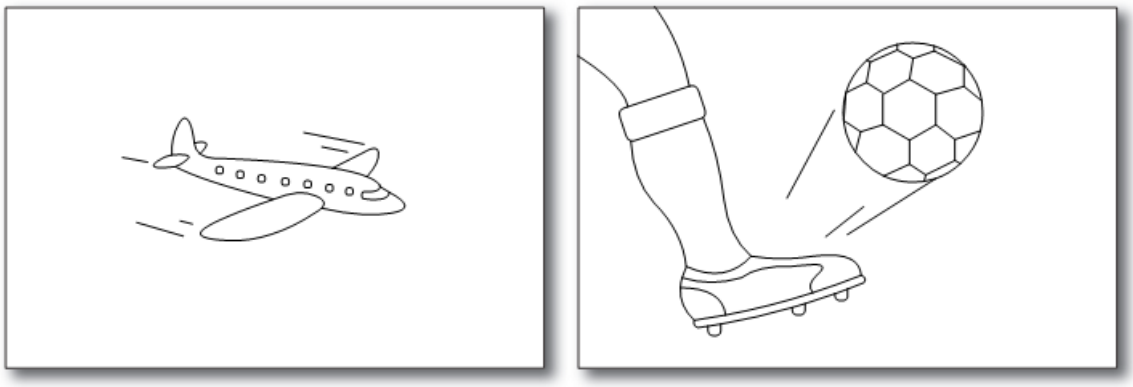
ชื่อ.....เลขที่.....ชื่อ.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนระบุชื่อแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาจากภาพต่อไปนี้ลงในช่องว่างที่กำหนดให้



2. ให้นักเรียนระบุลูกศรและเขียนชื่อแรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาลงบนภาพที่กำหนดมาให้



ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ตารางวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนฟิสิกส์
2. ตารางวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างความถูกต้องของข้อคำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องเหมาะสมของภาษา ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์

ข้อที่	IOC	ความหมาย	ข้อที่	IOC	ความหมาย
1	.67	วัดได้สอดคล้อง	16	1	วัดได้สอดคล้อง
2	1	วัดได้สอดคล้อง	17	1	วัดได้สอดคล้อง
3	1	วัดได้สอดคล้อง	18	.5	วัดได้สอดคล้อง
4	1	วัดได้สอดคล้อง	19	.67	วัดได้สอดคล้อง
5	1	วัดได้สอดคล้อง	20	1	วัดได้สอดคล้อง
6	.67	วัดได้สอดคล้อง	21	1	วัดได้สอดคล้อง
7	1	วัดได้สอดคล้อง	22	.67	วัดได้สอดคล้อง
8	1	วัดได้สอดคล้อง	23	.5	วัดได้สอดคล้อง
9	1	วัดได้สอดคล้อง	24	1	วัดได้สอดคล้อง
10	1	วัดได้สอดคล้อง	25	1	วัดได้สอดคล้อง
11	.67	วัดได้สอดคล้อง	26	1	วัดได้สอดคล้อง
12	1	วัดได้สอดคล้อง	27	1	วัดได้สอดคล้อง
13	1	วัดได้สอดคล้อง	28	.67	วัดได้สอดคล้อง
14	.67	วัดได้สอดคล้อง	29	1	วัดได้สอดคล้อง
15	.5	วัดได้สอดคล้อง	30	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 14ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
1	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้
2	0.80	ง่ายมาก	0.40	ดี
3	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.25	พอใช้ได้
4	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.25	ดีมาก
5	0.48	ปานกลาง	0.25	ดี
6	0.48	ปานกลาง	0.35	ดี
7	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.60	ดีมาก
8	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.35	ดีมาก
9	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.60	ดีมาก
10	0.53	ปานกลาง	0.65	ดี
11	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.35	ดีมาก
12	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.50	ดีมาก
13	0.58	ปานกลาง	0.25	พอใช้ได้
14	0.23	ค่อนข้างยาก	0.25	พอใช้ได้
15	0.53	ปานกลาง	0.25	พอใช้ได้
16	0.48	ปานกลาง	0.55	ดี
17	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.35	ดีมาก
18	0.23	ค่อนข้างยาก	0.35	พอใช้ได้
19	0.43	ปานกลาง	0.65	ดี
20	0.53	ปานกลาง	0.45	ดี
21	0.80	ง่ายมาก	0.20	พอใช้ได้
22	0.20	ค่อนข้างยาก	0.30	พอใช้ได้
23	0.43	ปานกลาง	0.35	พอใช้ได้

ตารางที่ 14ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่(ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
24	0.23	ค่อนข้างยาก	0.35	พอใช้ได้
25	0.40	ปานกลาง	0.20	ดี
26	0.23	ค่อนข้างยาก	0.35	พอใช้ได้
27	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดี
28	0.58	ปานกลาง	0.35	พอใช้ได้
29	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.25	พอใช้ได้
30	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.25	พอใช้ได้

ตารางที่ 15 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างความถูกต้องของข้อคำถามตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องเหมาะสมของภาษา ของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ข้อที่	IOC	ความหมาย	ข้อที่	IOC	ความหมาย
1	1	วัดได้สอดคล้อง	13	1	วัดได้สอดคล้อง
2	1	วัดได้สอดคล้อง	14	1	วัดได้สอดคล้อง
3	1	วัดได้สอดคล้อง	15	1	วัดได้สอดคล้อง
4	1	วัดได้สอดคล้อง	16	1	วัดได้สอดคล้อง
5	.67	วัดได้สอดคล้อง	17	1	วัดได้สอดคล้อง
6	.67	วัดได้สอดคล้อง	18	1	วัดได้สอดคล้อง
7	1	วัดได้สอดคล้อง	19	.67	วัดได้สอดคล้อง
8	1	วัดได้สอดคล้อง	20	1	วัดได้สอดคล้อง
9	1	วัดได้สอดคล้อง	21	1	วัดได้สอดคล้อง
10	.67	วัดได้สอดคล้อง	22	.67	วัดได้สอดคล้อง
11	.67	วัดได้สอดคล้อง	23	.5	วัดได้สอดคล้อง
12	.67	วัดได้สอดคล้อง	24	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 16ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการวิเคราะห์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
1	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.32	พอใช้ได้
2	0.42	ปานกลาง	0.42	ดี
3	0.24	ค่อนข้างยาก	0.26	พอใช้ได้
4	0.26	ค่อนข้างยาก	0.21	พอใช้ได้
5	0.58	ปานกลาง	0.32	พอใช้ได้
6	0.37	ค่อนข้างยาก	0.32	พอใช้ได้
7	0.26	ค่อนข้างยาก	0.21	พอใช้ได้
8	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
9	0.42	ปานกลาง	0.27	พอใช้ได้
10	0.47	ปานกลาง	0.21	พอใช้ได้
11	0.47	ปานกลาง	0.42	ดี
12	0.39	ค่อนข้างยาก	0.58	ดี
13	0.39	ค่อนข้างยาก	0.26	พอใช้ได้
14	0.29	ค่อนข้างยาก	0.26	พอใช้ได้
15	0.32	ค่อนข้างยาก	0.42	ดี
16	0.58	ปานกลาง	0.53	ดี
17	0.47	ปานกลาง	0.21	พอใช้ได้
18	0.24	ค่อนข้างยาก	0.26	พอใช้ได้
19	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.26	พอใช้ได้
20	0.37	ค่อนข้างยาก	0.42	ดี
21	0.42	ปานกลาง	0.21	พอใช้ได้
22	0.21	ค่อนข้างยาก	0.21	พอใช้ได้
23	0.24	ค่อนข้างยาก	0.37	พอใช้ได้
24	0.39	ค่อนข้างยาก	0.47	ดี

ภาคผนวก จ

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบรายคู่ของ Bonferroniของคะแนนการสอบเข้าเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 4จำนวน 3 ห้องเรียน

2. ตัวอย่างภาพกิจกรรม

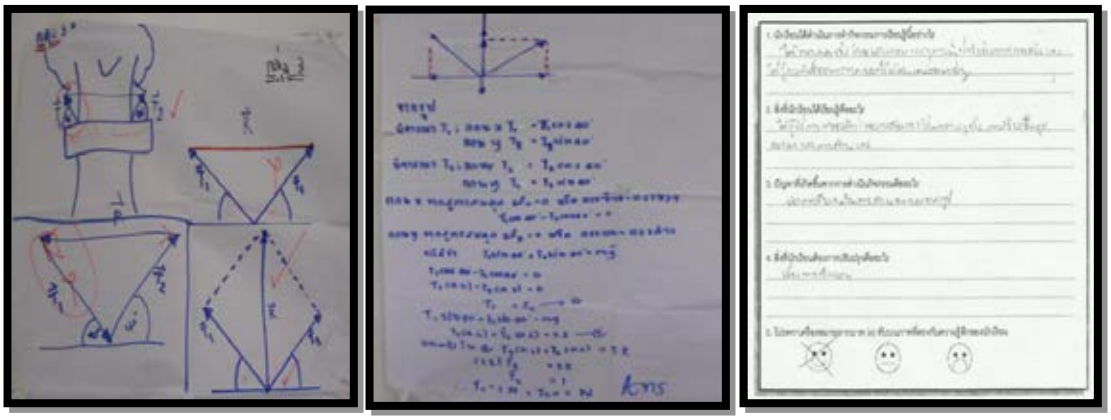
ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติทดสอบรายคู่ของ Bonferroniของคะแนนการสอบเข้าเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 4จำนวน 3 ห้องเรียน

ห้อง	$\bar{x}$	S.D.	ผลการวิเคราะห์รายคู่		
			4/2	4/3	4/4
4/2	19.42	4.46	-	2.5406*	3.9355*
4/3	16.88	3.00	-	-	1.3949
4/4	15.48	3.30	-	-	-

ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตัวอย่างภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้แหล่งเรียนรู้
เรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสำรวจตรวจสอบหาข้อมูลจากแผ่นป้ายคติธรรม
ที่แขวนอยู่บนต้นไม้ ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน



นักเรียนร่วมกันนำข้อมูลและหลักฐานจากการลงมือปฏิบัติมาวิเคราะห์และจัดระเบียบข้อมูล
และเมื่อการสรุปบทเรียนแล้ว นักเรียนได้เขียนบันทึกการเรียนรู้ในขั้นสะท้อนการเรียนรู้

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจิระพา สุโขวัฒนกิจ เกิดวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ.2526 ภูมิลำเนาจังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ในปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ในปีการศึกษา 2549 โดยเป็นนักเรียนทุนในโครงการส่งเสริมครูผู้มีความรู้ความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (สควค.) และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552 ปัจจุบันรับราชการครู อันดับ คศ. 1 โรงเรียนหาดสำราญวิทยาคม จังหวัดตรัง